
CUSTO TOTAL DE USO E PROPRIEDADE: UM MODELO PARA COMPRA DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGAS

Rafael Luis Pessin ¹
Cassiano Bervian ²
Marcos Antônio de Sousa ³
Daniel Pacheco Lacerda ⁴

▪ Artigo recebido em: 14/06/2017 •• Artigo aceito em: 06/03/2019 ••• Segunda versão aceita em: 12/03/2019

RESUMO

A análise do custo total de uso e propriedade (TCO) pelas empresas de transporte rodoviário de cargas é uma alternativa relevante para melhorar as decisões de compra, gerar valor e aumentar a competitividade. No entanto, não são observados na literatura modelos específicos para o setor. Em face desta compreensão, este trabalho tem como objetivo avaliar categorias de custos relevantes de TCO para a decisão de compra de veículos de transporte rodoviário de cargas. Para o desenvolvimento do modelo, utiliza-se a metodologia baseada na *Design Science Research*. A validação é feita a partir de um levantamento com gestores que participam ou já participaram de decisões relacionadas à compra de caminhões. Os resultados atestam a influência das categorias de custos incorporadas e sugerem que a sua utilização tende a proporcionar maior e melhor compreensão dos custos relevantes para as decisões de compra. A aplicação do modelo é proposta à compra de veículos de transporte rodoviário de cargas, suportando decisões de até dez diferentes tipos de veículos da respectiva classe de problema.

Palavras chave: Custo total de uso e propriedade; Transporte de cargas; *Design science research*.

¹ Mestre, Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC/UNISINOS) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo/RS. Fone: (51) 99666-9073. E-mail: rafaelpessin@outlook.com

² Mestrando, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Gestão e Negócios (MPGN/UNISINOS) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Av. Nilo Peçanha, 1600 - Porto Alegre/RS. Fone: (54) 99961-2434. E-mail: cassi2016@edu.unisinos.br

³ Professor, Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC/UFU) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1F, Sala 1F – 253, Campus Santa Mônica – Uberlândia/MG. Fone: (11) 98123-4181. E-mail: marcos.souza1@ufu.br

⁴ Pesquisador, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS/UNISINOS) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo/RS. Fone: (51) 3590-8287. E-mail: dlacerda@unisinos.br, <http://gmap.unisinos.br>.

TOTAL COST OF OWNERSHIP: A MODEL FOR FREIGHT TRANSPORTATION VEHICLES PURCHASES

ABSTRACT

The adoption of total cost of ownership (TCO) for freight-carrying transport companies is a relevant alternative to improve purchasing decisions, generate value and increase competitiveness. However, there aren't reported literature about specific models for the sector. Given this understanding, this paper aims to evaluate relevant TCO cost categories to purchase decisions of freight transportation vehicles. For model development, the methodology based on Design Science Research was used. The device validation was conducted through a survey with managers who participate or have already participated in purchases decisions. Results show the influence of the incorporated cost categories and suggest that their use tends to provide a greater and better understanding of the relevant costs for purchase decisions. Model application is widespread to freight transportation vehicles purchase, supporting decisions of up to ten different types of vehicles of the respective class of problem.

Keywords: Total cost of ownership; Freight transport; Design science research.

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre os efetivos custos de comprar um veículo de transporte rodoviário de cargas tem despertado crescente interesse das empresas transportadoras nos últimos anos. (BIRKLAND, 2015; CHALEN, 2016). Esta atenção deriva dos esforços dos gestores na redefinição de seus processos e na busca por formas que oportunizem a redução de custos. De fato, os custos associados às atividades de aquisição e ciclo de vida dos caminhões representam a maior parte dos gastos operacionais das empresas do setor. (STELLA; SINGH; IMMORDINO, 2013). Por este motivo, é razoável acreditar que a análise do custo total de uso e propriedade tem o potencial de representar uma importante oportunidade, capaz de melhorar as decisões de compra, gerar valor e aumentar a competitividade destas empresas.

A literatura sobre o tema apresenta alguns modelos de TCO que auxiliam na identificação e classificação dos custos relacionados às atividades de compras, como os modelos de categorização por atividades-chave (ELLRAM; SIFERD, 1993), por lógica temporal (ELLRAM, 1993) e por níveis hierárquicos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1996, 1999). No entanto, estes modelos são eminentemente genéricos e padronizados, ao compreender todas as classes de compra; assim, quando aplicados a uma classe específica ou tipo de produto particular, como a aquisição de caminhões, podem se tornar inadequados ou vagos, visto a possibilidade de não abarcarem todos os componentes de custos relevantes. (FERRIN; PLANK, 2002; SACCANI; PERONA; BACCHETTI, 2016).

Importa destacar que a utilização de modelos padronizados limita a flexibilidade de incorporação de diferentes elementos de custos na análise do TCO. (ELLRAM, 1994). Este fato tende a gerar informações insuficientes e distorcidas em determinados contextos, provocando decisões equivocadas e potencialmente custosas para as empresas no longo prazo. (ELLRAM; SIFERD,

1993). Por outro lado, a utilização de modelos customizados (baseados em princípios gerais já validados) tende a representar adequadamente as necessidades de uma compra específica, melhorando a tomada de decisão e gerando incentivos aos usuários, uma vez que suas considerações são incorporadas na modelagem do TCO. (ELLRAM, 1994; FERRIN; PLANK, 2002).

Em face deste entendimento, o presente estudo tem como objetivo avaliar categorias de custos relevantes de TCO para a decisão de compra de veículos de transporte rodoviário de cargas. Parte-se do princípio de que os veículos com preços mais atraentes não são necessariamente a melhor opção, assim, passa-se a considerar outros fatores de custos importantes. Diferente dos trabalhos anteriores (GILMORE; LAVE, 2013; BELZOWSKI; GREEN, 2013; NURHADI et al., 2016), esta pesquisa não se limita à descrição ou explicação do fenômeno, mas avança na proposição de um modelo específico para o setor. Por esta razão, para sua construção é utilizada a base metodológica baseada na *Design Science Research*.

Como contribuição, este estudo discute e amplia os conhecimentos sobre o TCO de veículos de transporte rodoviário de cargas; considerado um bem de capital essencial e relevante no contexto econômico brasileiro. (CANDIDO, 2004). Ademais, ao propor um modelo customizado, oportuniza uma base para que as empresas do segmento possam compreender adequadamente os custos de uso e propriedade do bem; possibilitando, assim, decisões de compra mais assertivas. Cabe salientar que muitas transportadoras não têm ciência do TCO da sua frota de caminhões e, aquelas que possuem, apresentam vieses sistemáticos na avaliação das opções de fornecimento ao restringir as análises ao consumo de combustíveis e gastos com manutenção. (STELLA; SINGH; IMMORDINO, 2013).

Sob esta perspectiva, acredita-se que este trabalho também tem a capacidade de contribuir para a difusão da abordagem no segmento estudado. Conforme pesquisas na área, a implantação do TCO encontra algumas barreiras que atuam como fatores restritivos à sua disseminação. (OGDEN; ZSIDISIN; HENDRICK, 2002; SALIBA, 2006; GARFAMY, 2006). Dentre estas barreiras, destacam-se a falta de entendimento dos elementos de custos para a composição do modelo (GARFAMY, 2006) e a resistência por parte dos usuários a modelos padronizados (SALIBA, 2006); barreiras oportunamente transpostas por esta pesquisa.

No âmbito da gestão estratégica de custos, este trabalho corrobora ao propor um modelo que amplia a visão interna e de curto prazo dos custos para uma compreensão de fatores externos e de longo prazo. No contexto logístico, colabora com o avanço dos estudos na área de transportes, considerado seu principal componente e visto como um importante meio para a redução de custos. (RIBEIRO; HENRIQUE; CORDEIRO, 2012). Por fim, contribui para as recentes discussões que tem permeado o setor de transporte rodoviário brasileiro, marcado pelo crescimento dos custos de operação, alterações legislativas e greves.

A estruturação deste trabalho contempla, além desta introdução, outras quatro seções assim distribuídas: na segunda seção é apresentada a base teórica na qual este estudo se fundamenta. Na seguinte, é realizado o delineamento metodológico a partir da apresentação do método *Design Science Research*. Na quarta seção, é feita a apresentação das categorias que

compõe o modelo de TCO e as respectivas avaliações. Encerra-se o trabalho com as considerações finais, em que se explicitam as conclusões do modelo, se pontuam as limitações do estudo e as sugestões de futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão Estratégica de Custos

No ambiente de negócios contemporâneo, a contabilidade de custos tem evoluído e se tornado cada vez mais relevante para o alcance e manutenção da sustentabilidade organizacional. (COSER; SOUZA, 2017). De forma distinta da tradicional visão interna e de curto prazo, anteriormente prevalentes, um novo enfoque é assumido, em que os custos são geridos a partir de uma perspectiva estratégica. Sob este entendimento, a contabilidade avança e incorpora uma nova abordagem: a gestão estratégica de custos (GEC). Nela as análises assumem uma visão mais ampla, na qual os elementos estratégicos tornam-se mais conscientes, explícitos e formais. (SHANK; GOVINDARAJAN, 1997).

Para Cooper e Slagmulder (2003), a GEC abrange um conjunto de técnicas e artefatos de gestão de custos que simultaneamente proporcionam a redução dos custos e melhoram a posição competitiva da empresa. Implica em uma mudança na compreensão dos fatores que afetam os custos e os lucros da empresa. (SIMMONDS, 1981). Ao invés de vê-los como decorrentes da eficiência interna, são entendidos de acordo com a posição da empresa na configuração competitiva. A tradicional visão interna é ampliada para uma compreensão dos fatores externos à empresa. (COOPER; SLAGMULDER, 2003).

A partir desta perspectiva, a GEC oportuniza análises que vão além dos limites da organização para se conhecer todas as atividades que agregam valor, desde a matéria-prima requerida pelos fornecedores até o descarte do produto pelo consumidor final. (SHANK; GOVINDARAJAN, 1997). O foco é externo, passa-se a não ser apenas importante conhecer os custos da empresa, mas os dos fornecedores, dos clientes e dos consumidores. Dentre os artefatos inseridos neste novo contexto, destacam-se aqueles que visam auferir, monitorar e controlar os custos incorridos em cada fase em que o produto percorre, como o custo total de uso e propriedade (ELLRAM; STANLEY, 2008); foco deste trabalho.

2.2 Custo total de uso e propriedade

O TCO é um artefato de compra que visa compreender os efetivos custos de fazer negócio com um fornecedor específico. (ELLRAM; SIFERD, 1993). Ele propõe que a empresa compradora considere não apenas o preço inicial pago por um produto ou serviço, mas também todos os outros custos associados à aquisição, posse, uso e subsequente descarte de um item comprado. Sua abordagem baseia-se na premissa de que as decisões de compra afetam uma ampla gama de atividades dentro da empresa, as quais consomem recursos e geram custos. Assim, para compreender os efetivos custos de negociar com um determinado fornecedor, torna-se necessário considerar estas atividades; além do preço inicialmente pago. (VISANI et al., 2016).

Diferente das tradicionais técnicas de gestão e redução de custos, com foco interno, as análises do TCO consideram os efeitos mais amplos das decisões

de compra nos custos organizacionais, ao avaliar os impactos do desempenho dos fornecedores, bem como o desempenho de seus produtos e serviços, nos custos totais. (ELLRAM; SIFERD, 1998; SOUTES, 2007). Por este motivo, o TCO é considerado uma instância da gestão estratégica de custos. (FERRIN; PLANK, 2002; ELLRAM; STANLEY, 2008). Com efeito, suas análises expandem as barreiras da organização compradora para incluir tanto os custos internos, quanto àqueles externos, originados das atividades da cadeia de valor. (DUBOIS, 2003).

Embora a abordagem do *custo total* não seja propriamente nova (CAVINATO, 1992), ela testemunhou nos últimos anos um aumento na sua relevância. Para Platts e Song (2010), o crescimento da ênfase na qualidade dos materiais e serviços comprados, a racionalização das cadeias de suprimentos e a concorrência global tem ressaltado o papel da gestão dos gastos com compras. Neste cenário, o TCO emerge como um artefato de importantes repercussões gerenciais, capaz de suportar decisões de seleção e avaliação de fornecedores, *benchmark*, formação de alianças, direção de novas negociações, redefinição de processos e otimização do uso de recursos entre os parceiros da cadeia de valor. (GARFAMY, 2006).

Na literatura, é possível encontrar um número considerável de estudos sobre a abordagem do TCO, a partir da análise de um conjunto diversificado de classes de compra, como bens de capital (WU; INDERBITZIN; BENING, 2015), serviços (FLUCKER; TOZER, 2012), materiais e componentes (REDELBACH, ÖZDEMIR; FRIEDRICH, 2014) e itens de manutenção, reparo e operação (MRO). A análise do TCO, portanto, pode ser estendida a uma série de situações e decisões. Para auxiliar nestas decisões, alguns modelos foram desenvolvidos com o intuito de identificar as principais atividades do processo de compra e os custos decorrentes destas; busca-se nestes, a racionalização através da categorização dos custos, de acordo com as dimensões relevantes do processo de compra. (HURKENS; VALK; WYNSTRA, 2006).

2.3 Modelos de categorização do TCO

O processo de agrupamento e categorização dos custos, de acordo com as atividades do processo de compra, é uma das vantagens da abordagem proposta pelo TCO; uma vez que torna os custos mais fáceis de reconhecer, coletar, assim como entender. (ELLRAM, 1995). A literatura sobre o tema apresenta alguns modelos de categorização a partir de lógicas diferentes. Como forma de caracterizar cada um deles, o Quadro 1 apresenta seis modelos distintos. Cabe ressaltar, que a existência de outros não é descartada, visto que despontam modelos nas mais distintas classes de compra, tipos de produtos e abordagem para o mercado (CANIATO et al., 2015; SACCANI; PERONA; BACCHETTI, 2016), entretanto, acredita-se que estes representem os trabalhos basilares.

Quadro 1 – Modelos de categorização do TCO

Modelo	Autores	Ano	Quant. de Categorias	Categorias de Custos
Hierarquia de Custos	(1) Cavinato	1992	10	Preço dos materiais, transação, relação com fornecedores, transporte, qualidade, operação e logística, financeiro, tático, cliente, estratégico.

Temporal	(2) Ellram	1993	3	Pré-transação, transação e pós-transação.
Atividades-chaves	(3) Ellram e Siferd	1993	6	Preço de venda, qualidade, entrega, comunicação, serviço e administração.
Níveis Hierárquicos	(4) Degraeve e Roodhooft	1996 e 1999	4	Nível do fornecedor, nível de pedido de compra, nível unitário e nível do lote.
Ciclo de Vida	(5) Riggs e Robbins	1998	7	Material, aquisição, transporte e armazenamento, manutenção, operação, ambiental e, saúde e segurança.
Categórico	(6) Ferrin e Plank	2002	13	Preço inicial, operação, qualidade, logística, tecnologia, confiança e capacidade do fornecedor, manutenção, estoque, transação, ciclo de vida, cliente, custo de oportunidade e custos diversos.

Fonte: Autores citados

Nos modelos apresentados no Quadro 1 é possível perceber um caráter eminentemente abrangente de seus escopos. Nas propostas de Ellram (1993) e Ellram e Siferd (1993), por exemplo, são suportadas decisões relativas a quatro categorias de compras distintas: materiais e componentes, bens de capital, itens de MRO e serviços. No entanto, autores como Bierma e Waterstraat (2004), Hurkens, Valk e Wynstra (2006) e Saccani, Perona e Bacchetti (2016), contestam esta característica ao sugerir que estas decisões são dependentes do conhecimento que cada empresa possui de seus processos internos e sujeitas às particularidades da classe de compra ou do próprio item a ser adquirido.

Fundamentado nesta consideração crítica sobre os modelos de TCO existentes e, a partir do entendimento que em muitos contextos de compra os custos relevantes diferem significativamente de uma decisão usual (ELLRAM, 1994; SACCANI; PERONA; BACCHETTI, 2016), parece pertinente o desenvolvimento de modelos que abarquem adequadamente as especificidades de uma classe ou produto particular. De outra forma, para que se obtenha suporte desejado da análise TCO, é necessário um modelo próprio. Isto é suportado por Bierma e Waterstraat (2004), que consideram inadequadas as estruturas de TCO genéricas. Em suma, acredita-se que a natureza distinta dos veículos de transporte rodoviário de cargas sugere a existência de um modelo de TCO adaptado para este contexto de compra.

Com a intenção de atender a este propósito, o presente estudo busca desenvolver um modelo customizado. Sensatamente, parte-se da revisão das categorias de custos dos modelos existentes. Deste modo, o Quadro 2 objetiva integrar e retratar os componentes de custos observados na revisão da literatura. Para esta composição, utiliza-se a lógica de categorização por atividades; fato explicado por três motivos: primeiro, é considerado mais próximo às abordagens de Cavinato (1992), Ellram e Siferd (1993), Riggs e Robbins (1998) e Ferrin e Plank (2002); em segundo lugar, é considerado mais específico e capaz de integrar custos diretos e indiretos (FERRIN; PLANK, 2002). Por fim, a categorização por atividades tende a ser mais objetiva e possibilita análise comparativa entre empresas e fornecedores.

Outra questão a ser discutida é a forma, procedimentos ou mesmo método que deve ser adotado no processo de mensuração dado a existência de custos indiretos na estrutura de custos do TCO no contexto da cadeia de valor. A adoção do custeio baseado em atividades (ABC) tem sido reconhecida como a metodologia que mais se aproxima à precisão do custeio, pois viabiliza de forma mais adequada a compreensão e análise dos custos indiretos (DOGAN; AYDIN, 2011). Ellram e Siferd (1993) já defendiam que o uso do ABC em conjunto com a prática do TCO pode ser considerado o ponto de partida para mensurar o custo total de uso e propriedade de um produto.

Nunes (2013) corroborou esse entendimento afirmando que o uso do ABC com o TCO permite uma visão ampla do relacionamento com o fornecedor, construindo um fluxo de atividades e identificando o custo da ocorrência destas para a empresa e em suas fases da cadeia de valor. Esse procedimento de custeio associado ao ciclo de vida também foi adotado no estudo de Coser e Souza (2017).

Quadro 2 – Integração dos modelos de categorização do TCO

Categorias de Custos	Descrição	Autores
Aquisição	Relacionado ao preço inicial pago pelo produto ou serviço. Refere-se ao preço tradicional que os compradores buscam por meio de licitação, negociação ou pedido de cotação.	1; 2; 3; 5; 6
Operação	Custos relacionados diretamente à produção e logística interna, tais como: inspeção, classificação, rejeição, fabricação, entre outros.	1; 2; 5; 6
Qualidade	Inclui os custos relacionados à qualidade do produto. Contempla os custos de prevenção e os custos de problemas tipicamente associados à má qualidade (falhas internas e externas).	1; 2; 3; 4; 5; 6
Transporte	Custos referentes à movimentação do produto entre fornecedor e o comprador. Inclui frete, tarifas e demais serviços de transporte.	1; 3; 4; 5; 6
Tecnologia	Relacionado ao efeito da tecnologia sobre a estrutura do comprador e à habilidade do fornecedor em lidar com as mudanças tecnológicas.	6
Manutenção	Custos com manutenção e reparo. Relacionados com a preservação e preparação dos recursos necessários para a operação.	2; 3; 5; 6
Estoque	Relacionado ao custo de gestão do estoque. Inclui a necessidade de espaço físico, armazenagem, movimentação do produto, segurança, obsolescência.	4; 5; 6
Fornecedor	Inclui os custos relacionados à gestão do relacionamento com fornecedores, tais como: seleção e aprovação, avaliação do desempenho e manutenção do relacionamento.	1; 2; 4; 5; 6
Transação	Custos relacionados à detecção da necessidade de compra, requisição, preparação, transmissão e controle do pedido de compra.	1; 2; 4; 5; 6
Clientes	Relacionado aos custos do ponto de vista do cliente, como satisfação, percepção e especificações do cliente.	1; 2; 6
Ambiental	Refere-se aos custos incorridos para controle, prevenção e recuperação do meio-ambiente.	5
Gestão de Pessoal	Custos relacionados à gestão de pessoal para a aquisição, preparação e utilização do bem em seu ciclo de vida.	3; 5
Financeiro	Inclui todo o capital financeiro que foi investido na aquisição do	1

Categorias de Custos	Descrição	Autores
	produto, além de outros custos, como juros e taxas financeiras.	
Custo de Oportunidade	Relacionado ao custo de capital.	6
Custo de Descarte	Gastos incorridos com a destinação (abandono) de bens após sua vida útil. Contratualmente pode ser encargo do vendedor ou do comprador.	Sakurai (1997)

Fonte: Autores do Quadro 1 e Autor Citado.

A integração dos modelos de TCO proporciona uma visão ampla e robusta das categorias de custos utilizadas pelos diferentes autores. Este procedimento é realizado como parte da etapa de conscientização do problema de pesquisa e da identificação dos artefatos de compra. Ademais, estas categorias são desenvolvidas como base para a revisão sistemática, apresentada na sequência do estudo. Cabe salientar, que este procedimento tem caráter interpretativo, podendo sofrer influência dos pesquisadores (YIN, 2010).

2.4 Revisão dos Estudos Empíricos Sobre TCO

A revisão sistemática dos estudos empíricos é considerada um passo importante para a consecução do objetivo deste trabalho, auxiliando na etapa de conscientização do problema. Conforme Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015), a revisão sistemática permite a contemplação do que tem sido estudado na área de interesse, além de possibilitar que se faça uso do conhecimento existente a partir da consulta de outros estudos com foco no mesmo problema ou em problemas similares, neste caso, na compra de veículos.

A partir desta compreensão, a seleção dos artigos foi realizada na base de dados da EBSCOhost, a partir do emprego dos termos “total cost of ownership”, “tco”, “custo total de uso e propriedade”, “custo total de propriedade” e “custo total para o consumidor”. Os critérios utilizados consistiram na ocorrência das terminologias no resumo sem limitação temporal, porém, restrito aos periódicos científicos e revistas acadêmicas. Foram retornados 175 resultados únicos, dos quais 149 foram excluídos por não se enquadrarem na classe de compra de veículos. Após leitura do resumo e metodologia, outros sete estudos foram eliminados, na medida em que eram eminentemente teóricos. Assim, compõe esta revisão um total de 19 estudos empíricos relacionados à compra de veículos terrestres, sejam eles carros ou caminhões, movidos à eletricidade, gasolina, diesel ou outra fonte de energia. O Quadro 3 apresenta os resultados.

Quadro 3 – Categorias de custos utilizadas nos estudos empíricos para compra de veículos

Autores	Ano	Categorias de Custos													
		Aquisição	Operação	Qualidade	Transporte	Tecnologia	Manutenção	Estoque	Fornecedor	Transação	Clientes	Ambiental	G. de Pessoal	Financeiro	C. Oportun.
Vliet et al.	2011	x	x				x			x		x			
Al-Alawi e Bradley	2013	x	x				x							x	
Belzowski e Green	2013	x	x				x							x	

Autores	Ano	Categorias de Custos													
		Aquisição	Operação	Qualidade	Transporte	Tecnologia	Manutenção	Estoque	Fornecedor	Transação	Clientes	Ambiental	G. de Pessoal	Financeiro	C. Oportun.
Gilmore e Lave	2013	x	x				x							x	x
Lee, Thomas e Brown	2013	x	x				x					x			
Neubauer, Brooker e Wood	2013	x	x				x					x	x		
Nurhadi, Borén e Ny	2014	x	x				x							x	
Bickert	2014	x	x				x							x	
Le Duigou e Smatti	2014	x	x				x							x	
Le Duigou, Guan e Amalric	2014	x	x				x								
Ventura e Freccia	2015	x	x				x		x					x	
Birkland	2015	x	x			x	x		x	x				x	x
Bickert, Kampker e Greger	2015	x	x				x					x		x	
Dumortier et al.	2015	x	x				x							x	
Rusich e Danielis	2015	x	x				x					x		x	
Wu, Inderbitzin e Bening	2015	x	x				x							x	
Bubeck, Tomaschek, e Fahl	2016	x	x				x							x	
Jakobsson et al.	2016	x	x				x							x	
Nurhadi et al.	2016	x	x				x					x		x	
Frequência Observada		19	19	-	-	1	19	-	1	3	-	5	1	16	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

A relação proposta no Quadro 3, entre os estudos empíricos e as categorias de custos, possibilita determinar a importância dada pelos respectivos autores a cada um dos componentes de custos a partir da frequência observada de cada categoria no modelo de TCO adotado. Notadamente, é possível perceber a predominância dos custos relacionados à aquisição (preço de compra), operação (combustíveis, óleos e pneus), manutenção (reposição de peças e reparos) e custos financeiros (juros e taxas). Por outro lado, a não utilização de custos relacionados às categorias de transporte, estoque e clientes parece sensato, na medida em que o item de compra (veículo) é um bem de capital (geralmente não estocável) e analisado a partir da perspectiva do usuário, neste caso, considerado o próprio cliente.

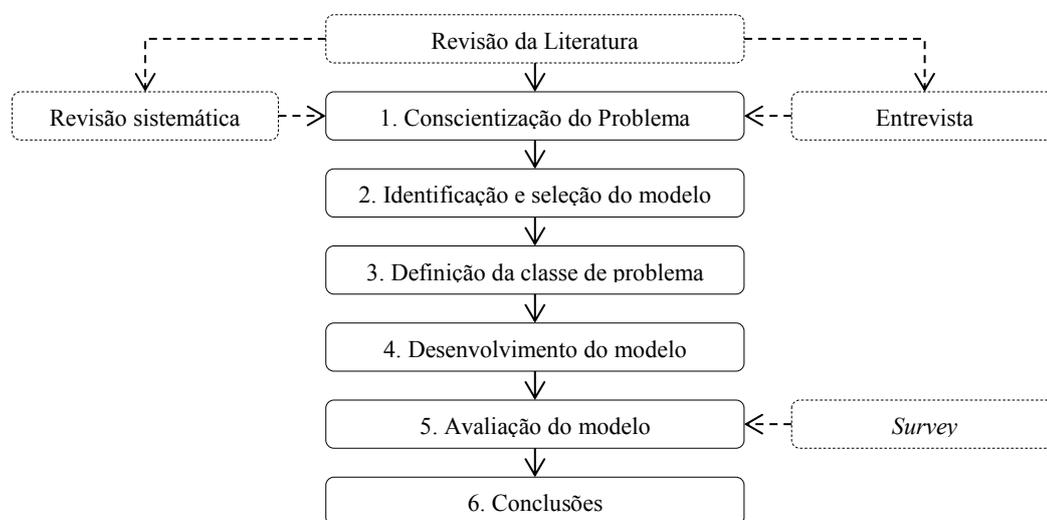
Além desta análise, outras apreciações se fazem oportunas: a) a abordagem de 89,47% dos estudos segue uma lógica voltada ao consumidor (B2C), enquanto pouca atenção é dada às decisões entre empresas (B2B); b) apenas 26,32% das pesquisas buscam dar suporte às decisões de compra; a maior parte (73,68%) concentra-se em analisar se as tecnologias (principalmente renováveis) são economicamente viáveis; c) com exceção dos estudos de Belzowski e Green (2013), Lee, Thomas e Brown (2013) e Nurhadi, Borén e Ny (2014), prevalece pesquisas voltadas à compra de veículos pequenos e privados, objeto de análise de 84,21% delas; e d) nos três estudos com contexto de compra similares, dois abordam veículos de transporte de cargas pequenos, enquanto outro analisa veículos de transporte de passageiros; fato distinto do que se pretende neste trabalho.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa adotou uma abordagem com ênfase qualitativa, tendo como método de pesquisa a *Design Science Research*. Conforme Lacerda et al. (2013), este método fundamenta e operacionaliza a condução de um estudo quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou uma prescrição. A DSR pode contribuir pela criação do próprio modelo (artefato), pelo incremento à base de conhecimento existente e pelo desenvolvimento de novas metodologias (SORDI; MEIRELES; SANCES, 2011). Portanto, a DSR suporta o objetivo dessa pesquisa em contribuir para a proposição de modelo (artefato) para avaliação do TCO ao setor de transportes. Adicionalmente, busca capturar a percepção sobre a utilidade do modelo, para explorar sua adequabilidade e espaços para melhoria futura.

Especificamente, o procedimento metodológico foi composto por uma sequência de seis etapas. A Figura 1 apresenta o método de trabalho utilizado.

Figura 1 – Método utilizado para condução da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na etapa inicial da pesquisa, foi realizada a conscientização do problema a partir de três procedimentos distintos e complementares. Primeiramente foram exploradas e analisadas as principais referências sobre TCO e logística (especificamente sobre transportes). Em um segundo momento, foi efetuada revisão sistemática de estudos empíricos com foco no problema ou pesquisas correlatas, conforme detalhado na Seção 2.4. Por fim, no esforço de compreender melhor o problema na prática, foi realizada entrevista em profundidade em uma empresa privada de transporte de cargas refrigerada com atuação nacional.

A empresa investigada possui frota de 142 caminhões e faturamento de 50 milhões de reais por ano. A realização da entrevista ocorreu por meio de um roteiro semiestruturado, com perguntas elaboradas a partir das categorias de custos (Quadro 2) e com base na revisão da literatura. (ELLRAM, 1993; ELLRAM; SIFERD, 1998; FERRIN; PLANK, 2002). O instrumento foi constituído por questões abertas, desenvolvidas com o intuito de proporcionar liberdade ao entrevistador para conduzir cada situação na direção que se considerasse adequada. A

aplicação da entrevista foi feita com o diretor geral na sede da empresa no mês de novembro de 2016. O entrevistado foi escolhido pela acessibilidade e conhecimento que possui sobre os processos de compra, bem como por participar ativamente das decisões relacionadas à aquisição de veículos. A entrevista teve duração de 90 minutos, foi gravada e posteriormente transcrita. Para a análise dos dados foi utilizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2014). Os procedimentos de organização, codificação, categorização, análise e interpretação das evidências foram norteados pelas categorias de custos do Quadro 2.

Na etapa seguinte, o artefato desenvolvido consistiu em um modelo, conforme definição de Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015). Este modelo foi inserido na classe de problema relacionada à compra de veículos de transporte rodoviário de cargas. Entendem-se como veículos de transporte cargas os veículos urbanos de carga (VUC); os caminhões semipesados, pesados e extrapesados; os cavalos mecânicos trucados; as carretas 2 e 3 eixos, carretas cavalo trucado; bitrens e rodotrens (DNIT, 1998). Ressalta-se que a configuração da classe de problema é importante, pois permite que o modelo não seja uma resposta pontual a um determinado problema. Isto é, suas soluções podem, de maneira geral, serem utilizadas para problemas similares (LACERDA et al., 2013).

A partir desta definição e após o desenvolvimento do modelo, a avaliação das categorias de custos incorporadas foi realizada por meio de um levantamento (*survey*) com empresas de transporte de cargas. Manfio e Lacerda (2016) mencionam que este procedimento é válido, pois tem custo reduzido, é mais simples, além de permitir maior controle pelos pesquisadores, resultando em uma resposta mais qualificada das questões propostas.

Malhotra (2004) argumenta que a realização de um levantamento (*survey*) deve atender alguns requisitos como: a) obter a informação desejada a partir de perguntas específicas e que os entrevistados tenham condições de responder; b) motivar os entrevistados a cooperarem na resposta das questões; e c) minimizar o erro das respostas. Os procedimentos específicos para construção do questionário foram adotados a partir de Marconi e Lakatos (2009). O pré-teste do instrumento de pesquisa ocorreu com dois gestores (validação de face) e, posteriormente, ajustado para obter as respostas necessárias. As respostas do pré-teste não compuseram a análise final. As questões são específicas o suficiente para avaliar a adequabilidade do modelo tanto em seus componentes específicos quanto na sua composição geral. Cabe destacar que se procurou realizar uma avaliação do modelo (artefato) proposto.

O instrumento de coleta de dados foi estruturado a partir de dezesseis questões, elaboradas com base nas categorias de custos presentes no modelo proposto, de acordo com a Figura 2. Nas quatorze primeiras, os respondentes foram solicitados a mensurar o seu grau de concordância ou discordância a respeito da importância (na tomada de decisão) dos elementos de custo de cada categoria por meio de uma escala *Likert* de sete pontos. As questões foram distribuídas da seguinte forma: duas questões (custos de aquisição), uma (custos de operação), quatro (custos de manutenção), quatro (custos de pessoal), uma (custos de qualidade) e duas (custos financeiros). Na décima quinta afirmação, foi mensurada a concordância sobre a eficácia do modelo de modo geral. Ao final, mediante uma pergunta dicotômica, os gestores foram

indagados sobre a sua participação em decisões relacionadas à compra de veículos. Integraram a amostra apenas aqueles que afirmaram já terem tido experiência.

As respostas foram coletadas mediante aplicação de um questionário enviado por e-mail aos gestores que participaram de decisões relacionadas à compra de veículos. A seleção das empresas participantes ocorreu por conveniência em face da dificuldade do acesso aos gestores, bem como da obtenção de respostas destes.

No começo do mês de Dezembro de 2016 o instrumento de pesquisa foi enviado aos gestores, resultando em 27 respostas completas. Esta amostra representa 25,47% de todos os potenciais respondentes e pode ser considerada adequada de acordo com os padrões recomendados para este tipo de procedimento (NULTY, 2008). Deste total, 15 respostas pertenciam a empresas sediadas no Rio Grande do Sul; oito no estado de São Paulo; duas em Santa Catarina; uma no Rio de Janeiro; e uma no estado da Bahia. Para composição da amostra não houve restrições relativas ao tamanho da empresa e região geográfica de atuação, bem como não houve restrições à formação acadêmica, idade ou gênero do respondente.

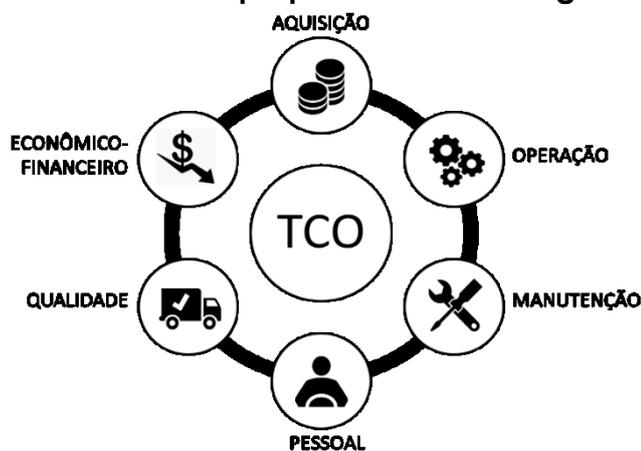
Como forma de avaliar o modelo desenvolvido, foi utilizada a estatística descritiva e o teste não paramétrico Qui-quadrado univariável ou teste de aderência (χ^2). Neste, os respondentes foram agrupados em três categorias: não concordo (escores de 1 a 3), indiferente (escore 4) e concordo (escores de 5 a 7). Por fim, para avaliar a consistência interna do instrumento de pesquisa (questionário) foi calculado o Alpha de Cronbach (CRONBACH, 1951), sendo este estimado em 0,70; o que confere consistência, conforme Hair et al. (2005).

4 PROPOSIÇÃO DO MODELO

O modelo criado para esta pesquisa tem o propósito de atender as empresas do segmento de transporte rodoviário de cargas, independente do seu tamanho ou estrutura. Os custos associados a cada categoria do modelo foram desenvolvidos para suportar decisões relacionadas à compra de dez classes de veículos, conforme classificação proposta pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 1998). Cabe salientar que o modelo não leva em consideração as particularidades da carga transportada e os possíveis custos específicos decorrentes desta. Da mesma forma, para a utilização em outros segmentos, como veículos de transporte de passageiros ou ciclomotores, pode haver a necessidade de adaptações.

A construção do modelo teve como premissa a compreensibilidade e a clareza, caracterizadas pela representação visual, conforme Figura 2. As categorias que compõe o modelo são representações que apresentam variáveis (categorias de custos) do processo de compra de veículos de transporte de cargas. Portanto, diferentemente de um método, o presente modelo não visa indicar um conjunto de passos necessários para desempenhar a compra dos veículos, mas tem como objetivo descrever ou representar categorias de custos relevantes para as decisões de compra da respectiva classe de problema.

Figura 2 – Modelo de TCO proposto e suas Categorias de Custos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme consta da Figura 2, o modelo apresentado é formado por seis categorias distintas: aquisição; operação; manutenção; pessoal; qualidade e econômico-financeiro, sendo estas juntas compostas por 15 elementos de custos. Ressalta-se que os custos associados a cada categoria, os quais serão descritos na sequência, podem assumir a forma de custos monetários, custos não monetários ou custos de oportunidade, o que é consistente com a abordagem de valor do TCO (ELLRAM, 1993). Conforme Sacconi, Perona e Bacchetti (2016), os custos monetários representam os gastos reais que geram fluxos de caixa negativos, são explícitos, possuem valores claros. Os custos não monetários estão relacionados ao esforço que o comprador realiza em uma atividade, são implícitos e seu valor é subjetivo. Por sua vez, os custos de oportunidade se referem à perda de receita, geralmente relacionada à indisponibilidade de um produto com potencial de geração de caixa. Posto isto, na sequência apresentam-se as categorias do modelo.

Categoria Aquisição: A categoria Aquisição está relacionada ao preço inicial pago pelo veículo e a condição deste produto estar à disposição do comprador. Refere-se ao valor tradicionalmente acordado em negociação entre a empresa compradora e o vendedor, seja este último a concessionária ou o próprio fabricante. Por sua vez, a condição de disponibilidade está associada ao período de tempo entre o pedido e a entrega (custo de oportunidade) e ao valor da entrega do veículo ao comprador. Embora estes possam ser entendidos como custos de transportes (ELLRAM; SIFERD, 1993; FERRIN; PLANK, 2002), tanto a revisão dos estudos empíricos quanto a entrevista revelaram que estes custos são comumente entendidos pelas partes como decorrentes da atividade de aquisição; sendo assim, optou-se pela sua incorporação nesta categoria.

A inclusão desta categoria no modelo proposto é consistente com os demais modelos de TCO apresentados na literatura (Quadros 1 e 2), bem como tem sido amplamente utilizada nos estudos empíricos relacionados à compra de veículos. É possível observar que esta categoria foi inserida no cálculo do TCO

por todos os 19 trabalhos analisados (Quadro 3). Ademais, durante a fase de conscientização do problema, a entrevista com o diretor da empresa investigada revelou que os valores de aquisição exercem grande influência na escolha do fornecedor e do modelo de caminhão.

Categoria Operação: A categoria Operação está relacionada aos custos de funcionamento do veículo, ou seja, aqueles destinados a manter o bem em atividade e em condições de gerar fluxos de caixa. No modelo apresentado refere-se aos custos associados ao consumo de combustível, desgaste de pneus, óleos e lubrificantes. Para o Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC, 2016) os combustíveis, por exemplo, representam mais de 30% dos custos totais do transporte rodoviário de cargas, fato que reflete a sua relevância dentro do modelo. Cabe salientar, que de maneira similar à categoria anterior, os elementos de custos associados à categoria operação são condizentes com os estudos empíricos, na medida em que todos os utilizaram no cálculo do TCO. Além disso, foram ressaltados como relevantes durante a entrevista realizada.

Categoria Manutenção: A categoria Manutenção diz respeito aos custos associados às atividades requeridas para manter a conservação e o bom funcionamento do item adquirido durante todo o seu ciclo de vida. No modelo proposto, refere-se aos valores gastos com manutenção corretiva, preventiva e de rotina dos veículos (PELEGRINI, 2013), bem como aos custos das peças utilizadas para reparo e reposição. Segundo Saccani, Perona e Bacchetti (2016), os custos de manutenção tendem a aumentar na medida em que a idade do veículo aumenta, afetando os custos de uso e propriedade ao longo da sua vida útil. Para os autores este aumento nos custos de manutenção depende de vários fatores, especialmente do rigor e da qualidade da manutenção dos veículos.

Categoria Pessoal: A categoria Pessoal comumente é relacionada à gestão das pessoas para a aquisição, preparação e utilização de um produto em seu ciclo de vida (ELLRAM; SIFERD, 1993; RIGGS; ROBBINS, 1998). No modelo proposto, entretanto, refere-se também aos custos decorrentes da interação dos funcionários da empresa compradora - principalmente condutores - com o veículo. Sob esta perspectiva, este estudo amplia o escopo da categoria presente nos modelos anteriores, incorporando os custos associados aos efeitos do item comprado sobre as pessoas. Sendo assim, além dos gastos com treinamento e capacitação para operação e manutenção de um novo veículo, são considerados os custos de rotatividade e aqueles associados à segurança e à saúde dos funcionários.

Croon et al. (2004) afirmam que a rotatividade dos motoristas de caminhões pode, dentre outros fatores, ser resultado do desconforto psicológico ou tensão produzido por uma condição laboral ruim e/ou estressante. A partir desta compreensão e do entendimento de que o veículo configura-se como o local de trabalho dos condutores profissionais (SILVA, 2011), é possível supor que a escolha de um modelo ou fornecedor pode influenciar na rotatividade de pessoal e, conseqüentemente, ter impacto futuro nos valores gastos com recrutamento, seleção e treinamento de um novo funcionário para operar o veículo.

Este entendimento é corroborado pela compreensão de que os fornecedores ofertam veículos com diferentes características. Por um lado,

podem ser percebidos diferentes atributos relacionados à visibilidade, dirigibilidade, frenagem e estabilidade, os quais resultam em maior ou menor segurança. Por outro lado, podem ser observados atributos que afetam as condições de saúde do condutor, como vibração, ruídos, ergonomia, conforto e ventilação. Estes fatores, além de influenciar nos custos de rotatividade mencionados, podem representar importantes gastos com despesas médicas, psicológicas e demandas trabalhistas. (SALTZMAN; BELZER, 2007).

Categoria Qualidade: A categoria Qualidade refere-se ao custo de indisponibilidade, caracterizado pelo período de tempo em que o veículo fica impossibilitado de ser utilizado em virtude de problemas de qualidade. Para Owlia (2014), estes problemas decorrem da não conformidade, por parte do fabricante, dos requisitos e especificações estabelecidos. Diz respeito ao custo de oportunidade associado à perda de receita pela indisponibilidade do veículo (bem de capital) com potencial de geração de fluxos de caixa positivos.

Categoria Econômico-Financeiro: A categoria econômico-financeiro está associada tanto à depreciação (desvalorização) do veículo por uso, obsolescência ou desgaste natural, quanto ao processo de financiamento de cada unidade do item comprado. Neste último, refere-se aos juros e taxas financeiras, bem como às taxas de administração no caso do bem ser adquirido através da modalidade de consórcio. Arruda (2010) destaca que no sistema financeiro brasileiro existe uma quantidade ampla de modalidades de créditos para aquisição de veículos de transporte de cargas, com destaque para as fontes de recursos com taxas de juros diferenciadas (subsidiadas).

O custo do dinheiro e a desvalorização do bem ao longo do tempo são elementos relevantes nas decisões de compra de caminhões. Embora apenas Cavinato (1992) os tenha considerado em seu modelo teórico, a maior parte dos estudos empíricos relacionados no Quadro 3 abarcaram estes elementos no cálculo do TCO de veículos. Sendo assim, a inclusão desta categoria no modelo é consistente com estes estudos. Da mesma forma, a entrevista durante a fase de conscientização do problema corroborou este fato, na medida em que o entrevistado ressaltou estes custos como determinantes para a escolha do fornecedor.

4.1 Avaliação Do Modelo

A avaliação do modelo proposto é uma etapa importante que visa verificar o seu comportamento no ambiente para o qual foi projetado (LACERDA et al., 2013). Constitui um processo que avalia o seu desempenho em termos de fidelidade, completude, detalhamento, robustez e consistência interna. Conforme Tremblay, Hevner e Berndt (2010), a pesquisa sustentada pela *Design Science Research* não pode se preocupar apenas com o desenvolvimento do artefato em si, mas deve expor evidências de que este, efetivamente, pode ser utilizado para resolver problemas reais. Para tanto, utilizou-se a análise estatística para examinar a estrutura do modelo e sua eficácia (HEVNER; 2007), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Teste de aderência (χ^2) das categorias de custos do modelo (n=27)

	Média	D.P.	Moda	Mediana	χ^2
<i>Avaliação Categorias</i>					
Aquisição	5,24	1,75	5,50	7,00	7,309**
Operação	5,79	1,58	7,00	7,00	11,284***
Manutenção	6,37	1,02	7,00	7,00	25,167***
Pessoal	5,20	1,80	5,50	7,00	4,543*
Qualidade	6,56	1,25	7,00	7,00	28,667***
Financeiro	6,48	0,98	7,00	7,00	22,333***
<i>Avaliação Geral</i>	6,89	0,42	7,00	7,00	29,977***

Nota: (***) significativo $p \leq 0,01$; (**) significativo $p \leq 0,05$; (*) significativo $p \leq 0,1$.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir do questionamento sobre a importância de cada elemento de custo e da influência das respectivas categorias nas decisões de compra, a estatística descritiva demonstra médias de concordância superiores a cinco para as categorias aquisição, operação e pessoal. Para as categorias manutenção, qualidade e financeiro, as médias alcançaram valores acima de seis. Por sua vez, na avaliação geral, o modelo teve um escore de concordância sobre a sua eficácia de 6,89, de um total possível de sete; fato que lhe confere uma avaliação adequada junto aos gestores responsáveis pela compra de veículos de transporte de cargas.

Para atestar esta percepção positiva, foi utilizado o teste de aderência (χ^2), com o intuito de verificar se há diferenças significativas entre as categorias de concordância (discordo, indiferente e concordo). Como observado no teste empregado, os resultados sugerem haver aprovação dos gestores sobre a importância de cada elemento de custo e da relevância das categorias incluídas no modelo. Os dados da Tabela 1 (χ^2) revelam que todas as categorias, individualmente, apresentaram significância. Por sua vez, no âmbito da avaliação geral, o teste de aderência suporta a validação do modelo perante os responsáveis pela compra de veículos dado o nível de significância.

No entanto, embora o teste empregado tenha atestado a concordância dos respondentes, é relevante destacar que o nível de importância atribuído às categorias *Aquisição* e *Pessoal* sofreu uma variação maior entre os gestores. Este fato é percebido pelo alto desvio-padrão apresentado, com escores de 1,75 e 1,80, respectivamente. De um lado, uma variação maior na categoria *Aquisição* pode indicar uma compreensão positiva de que o preço inicial não deve exercer influência significativa nas decisões de compra; devendo-se considerar outros custos associados à aquisição, posse, uso e subsequente descarte do item comprado.

Por outro lado, uma variação maior na categoria *Pessoal* pode estar associada a uma compreensão limitada do impacto dos custos indiretos no custo total ou de uma dificuldade em relacionar os custos decorrentes da interação dos condutores com o veículo.

Deve-se ressaltar que essas explicações refletem as percepções e possíveis hipóteses identificadas pelos autores. Estudos futuros, de maior profundidade e especificamente direcionados a tais questões poderão corroborar ou não tais entendimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da compreensão da relevância do TCO para as empresas de transporte rodoviário de cargas e do entendimento da inexistência de modelos específicos para o setor, o presente estudo teve como objetivo avaliar categorias de custos relevantes de TCO para a decisão de compra de veículos de transporte rodoviário de cargas. Para construção do modelo, utilizou-se a base metodológica baseada na *Design Science Research*. A avaliação das categorias de custos foi realizada com gestores que participam ou já participaram de decisões relacionadas à compra de caminhões em suas empresas.

A pesquisa apresentou resultados favoráveis quanto ao modelo proposto. Os estudos empíricos observados para compra de veículos apresentaram ao todo 14 categorias conforme Quadro 3. Pode-se observar que não há estudos que contemplem todas as categorias, simultaneamente, propostas no modelo apresentado. Os resultados sugerem a aderência de cada uma das categorias no contexto brasileiro e adequabilidade de utilização do conjunto das categorias para avaliação do TCO. Adicionalmente, a pesquisa indica as categorias mais adequadas em função do índice de aderência. Assim sendo, ainda que não seja completo ou exaustivo o modelo proposto contribui para os gestores ao apontar as categorias de custos a serem consideradas no cálculo do TCO para a compra de veículos. Caberia, para outros estudos: a) avaliar os benefícios marginais da inclusão de outras categorias; b) verificar se há uniformidade ou especificidade da importância das categorias em função das características dos veículos adquiridos; c) propor um método para operacionalizar o cálculo do TCO; especificamente para a compra de veículos. Essas possibilidades de estudos futuros derivam da contribuição do modelo (artefato) proposto. As pesquisas em *Design Science Research*, devem ser avaliadas a partir da validade pragmática (utilidade) (DRESCH, LACERDA, CAUCHICK, 2015; COLLATO et al., 2018). Assim sendo, do ponto de vista da validade pragmática o trabalho apresenta elementos concretos que apontam sua utilidade.

Ademais, houve concordância entre os gestores participantes a respeito da influência das categorias incorporadas no modelo para as decisões de compra de veículos e, também, da importância de cada um dos respectivos elementos de custos. Estas evidências sugerem que a utilização do modelo tende a proporcionar maior e melhor compreensão dos custos relevantes para as decisões de compra, bem como permite, por meio de uma base racional e simples, a comparação entre os fornecedores e suas ofertas.

Efetivamente, em um contexto em que os fornecedores com os preços mais atraentes não são necessariamente a melhor opção (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999), a utilização do modelo proposto é pertinente para a avaliação de alternativas de compra a partir da consideração dos critérios relevantes do desempenho, sejam eles quantitativos ou qualitativos. Esta avaliação é realizada a partir da consideração de seis categorias de custos do processo de compra de veículos de transporte de cargas, suportando decisões de até dez diferentes tipos de veículos da respectiva classe de problema. Por esta razão, entende-se que o modelo seja capaz de suplantiar os vieses sistemáticos na avaliação das opções de fornecimento de caminhões relatados

anteriormente por Stella, Singh e Immordino (2013), proporcionando, assim, decisões de compra mais assertivas.

Importante destacar que embora o desenvolvimento do modelo tenha foco restrito nas seis dimensões incorporadas, a existência de outros custos decorrentes das atividades de compra de veículos não é descartada. No entanto, como sugerido por Ellram (1995), foram incluídos apenas aqueles considerados relevantes. Ademais, é clara a evidência de algumas limitações na pesquisa. Primeiramente, a entrevista com representante de apenas uma transportadora pode ter restringido as percepções dos pesquisadores sobre o contexto de compra, ainda que se julgue esta empresa representativa e tradicional no ramo que atua. Em segundo lugar, a avaliação do modelo por método quantitativo não substituí uma análise refletida, mesmo que os resultados tenham demonstrado aceitação estatisticamente significativa.

Em terceiro, a amostragem para avaliação do modelo tende a trazer um viés negativo à pesquisa pelo seu caráter de conveniência. No entanto, em face da dificuldade de alcance aos gestores, considera-se que esta possibilitou a redução de custos, maior controle e a obtenção de respostas mais qualificadas (MANFIO; LACERDA, 2016). Por fim, salienta-se que o modelo proposto está limitado às decisões da classe de problema relacionada à compra de veículos de transporte rodoviário de cargas; a utilização em outras classes além da mencionada pode gerar informações insuficientes e distorcidas.

Como futuros estudos, sugere-se a aplicação do modelo proposto em decisões relacionadas à seleção e avaliação de fornecedores de veículos de transporte rodoviário de cargas. Tais estudos serão de grande utilidade dado que poderão trazer aperfeiçoamentos ao modelo. Como a prática já tem demonstrado em outros campos de estudo, aperfeiçoamentos de modelos e/ou desenvolvimento de outros devem ser ações sempre presente nos pesquisadores. Estudos de caso ou múltiplos casos podem explorar a participação de cada categoria no custo total de uso e propriedade dos veículos, corroborando, também, a efetividade e importância de cada uma delas. Além do mais, incentivam-se pesquisas que possam complementar o modelo proposto a partir da consideração das particularidades das diferentes cargas transportadas e os possíveis custos específicos decorrentes desta.

REFERÊNCIAS

AL-ALAWI, B. M.; BRADLEY, T. H. Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. **Applied Energy**, v. 103, n. 1, p. 488-506, 2013.

ARRUDA, B. D. L. **Análise dos programas nacionais de financiamento para renovação de frota dos transportadores autônomos**. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2014.

BELZOWSKI, B. M.; GREEN, P. Total cost of ownership: a gas versus diesel comparison. **University of Michigan Transportation Research Institute**, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2013.

- BICKERT, S. Financial measures for electric vehicles: supporting the integration of renewable energy in the mobility sector in Germany. **International Journal of Renewable Energy Development**, v. 3, n. 1, p. 45-53, 2014.
- BICKERT, S.; KAMPKER, A.; GREGER, D. Developments of CO2 emissions and costs for small electric and combustion engine vehicles in Germany. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 36, n. 1, p. 138-151, 2015.
- BIERMA, T. J.; WATERSTRAAT, F. L. **Total cost of ownership for metalworking fluids**. Illinois: Illinois Waste Management and Research Center, 2004. 125 p. (Série WMRC Reports).
- BIRKLAND, C. Managing assets: knowing your numbers is smart business. **Fleet Equipment**, v. 1, n.1, p. 30-34, 2015.
- BUBECK, S.; TOMASCHEK, J.; FAHL, U. Perspectives of electric mobility: total cost of ownership of electric vehicles in Germany. **Transport Policy**, v. 50, n. 1, p. 63-77, 2016.
- CANDIDO, J. C. X. **O processo de decisão de compra de caminhões pesados**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CANIATO, F. et al. Total cost of ownership along the supply chain: a model applied to the tinting industry. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 6, p. 427-437, 2015.
- CAVINATO, J. L. A total cost value model for supply chain competitiveness. **Journal of Business Logistics**, v. 13, n. 2, p. 285-301, 1992.
- CHALEN, J. Cost/benefits analysis. **Trucking Magazine**, v. 1, n. 389, p. 30-35, 2016.
- COLLATO, D. C. et al., Is Action Design Research Indeed Necessary? Analysis and Synergies Between Action Research and Design Science Research. **Systemic Practice and Action Research**, v. 31, p. 239-267, 2018.
- COOPER, R.; SLAGMULDER, R. Strategic cost management: expanding scope and boundaries. **Journal of Cost Management**, v. 17, n. 1, p. 23-30, 2003.
- COSER, T.; SOUZA, M. A. Custo total de uso e propriedade (TCO): estudo de caso em uma indústria gráfica do Rio Grande do Sul (RS). **Revista Contabilidade Vista & Revista**, v. 28, n. 1, p. 67-88, 2017.
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.
- CROON, E. M. et al. Stressful work, psychological job strain, and turnover: a two-year prospective cohort study of truck drivers. **Journal of Applied Psychology**, v. 89, n. 3, p. 442-454, 2004.
- DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. A mathematical programming approach for procurement using activity based costing. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 27, n. 1-2, p. 69-98, 1996.
- DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. Improving the efficiency of the purchasing process using total cost of ownership information: the case of heating electrodes

at Cockerill Sambre SA. **European Journal of Operational Research**, v. 112, n. 1, p. 42-53, 1999.

DEPEC - Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Transporte rodoviário de cargas**. 2016. Disponível em: <<https://www.economiaemdia.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2016.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Pesagem**. 1998. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/Pesagem/qfv%20pdf.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

DOGAN, I.; AYDIN, N. Combining bayesian networks and total cost of ownership method for supplier selection analysis. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 4, p. 1072-1085, 2011.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; CAUCHICK M., P. A.; A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and Design Science Research. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 17, p. 1116-1133, 2015.

DUBOIS, A. Strategic cost management across boundaries of firms. **Industrial Marketing Management**, v. 32, n. 5, p. 365-374, 2003.

DUMORTIER, J. et al. Effects of providing total cost of ownership information on consumers' intent to purchase a hybrid or plug-in electric vehicle. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 72, n. 1, p. 71-86, 2015.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: elements and implementation. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 29, n. 3, p. 2-11, 1993.

ELLRAM, L. M. A taxonomy of total cost of ownership models. **Journal of Business Logistics**, v.15, n. 1, p. 171-191, 1994.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 25, n. 8, p. 4-23, 1995.

ELLRAM, L. M.; SIFERD, S. P. Purchasing: the cornerstone of the total cost of ownership concept. **Journal of Business Logistics**, v. 14, n. 1, p. 163-184, 1993.

ELLRAM, L. M.; SIFERD, S. P. Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. **Materials Engineering**, v. 19, n. 1, p. 55-84, 1998.

ELLRAM, L. M.; STANLEY, L. L. Integrating strategic cost management with a 3DCE environment: Strategies, practices, and benefits. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 14, n. 3, p. 180-191, 2008.

FERRIN, B. G.; PLANK, R. E. Total cost of ownership models: an exploratory study. **Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 2, p. 18-29, 2002.

FLUCKER, S.; TOZER, R. Data centre energy efficiency analysis to minimize total cost of ownership. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 34, n. 1, p. 103-117, 2012.

- GARFAMY, R. A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 19, n. 6, p. 662-678, 2006.
- GILMORE, E. A.; LAVE, L. B. Comparing resale prices and total cost of ownership for gasoline, hybrid and diesel passenger cars and trucks. **Transport Policy**, v. 27, n. 1, p. 200-208, 2013.
- HAIR, J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 87-92, 2007.
- HURKENS, K.; VALK, W.; WYNSTRA, F. Total cost of ownership in the services sector: a case study. **Journal of Supply Chain Management**, v. 42, n. 1, p. 27-37, 2006.
- JAKOBSSON, N. et al. Are multi-car households better suited for battery electric vehicles? Driving patterns and economics in Sweden and Germany. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 65, n.1, p.1-15, 2016.
- LACERDA, D. P. et al. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.
- LE DUIGOU, A.; GUAN, Y.; AMALRIC, Y. On the competitiveness of electric driving in France: impact of driving patterns. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 37, n. 1, p. 348-359, 2014.
- LE DUIGOU, A.; SMATTI, A. On the comparison and the complementarity of batteries and fuel cells for electric driving. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 39, n. 31, p. 17873-17883, 2014.
- LEE, D.; THOMAS, V. M.; BROWN, M. A. Electric urban delivery trucks: energy use, greenhouse gas emissions, and cost-effectiveness. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 14, p. 8022-8030, 2013.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- MANFIO, N. M.; LACERDA, D. P. Definition of scope in new product development projects for the food industry: a proposed method. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 1, p. 18-36, 2016.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- NEUBAUER, J.; BROOKER, A.; WOOD, E. Sensitivity of plug-in hybrid electric vehicle economics to drive patterns, electric range, energy management, and charge strategies. **Journal of Power Sources**, v. 236, n. 1, p. 357-364, 2013.
- NULTY, D. D. The adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done?. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 33, n. 3, p. 301-314, 2008.
- NUNES, M. M. S. **A importância do total cost of ownership no gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 2013. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

NURHADI, L. et al. Competitiveness and sustainability effects of cars and their business models in Swedish small town regions. **Journal of Cleaner Production**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2016.

NURHADI, L.; BORÉN, S.; NY, H. A sensitivity analysis of total cost of ownership for electric public bus transport systems in Swedish medium sized cities. **Transportation Research Procedia**, v. 3, n. 1, p. 818-827, 2014.

OGDEN, J. A.; ZSIDISIN, G. A.; HENDRICK, T. E. Factors that influence chief purchasing officer compensation. **Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 2, p. 30-38, 2002.

OWLIA, M. S. A framework for quality dimensions of knowledge management systems. **Total Quality Management**, v. 21, n. 11, p. 1215-1228, 2014.

PELEGRINI, G. A. **Modelo de planejamento de manutenção para caminhões de cargas frigorificadas**. 2013. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PLATTS, K. W.; SONG, N. Overseas sourcing decisions—the total cost of sourcing from China. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 4, p. 320-331, 2010.

REDELBACH, M.; ÖZDEMIR, E. D.; FRIEDRICH, H. E. Optimizing battery sizes of plug-in hybrid and extended range electric vehicles for different user types. **Energy Policy**, v. 73, n. 1, p. 158-168, 2014.

RIBEIRO, R. B.; HENRIQUE, E. C. S.; CORDEIRO, L. A. Análise da logística terceirizada do transporte rodoviário de cargas: um estudo teórico. **Revista de Administração da Fatea**, v. 4, n. 4, p. 69-80, 2012.

RIGGS, D. A.; ROBBINS, S. L. **The executive's guide to supply management strategies: building supply chain thinking into all business processes**. Nova York: Amacom, 1998.

RUSICH, A.; DANIELIS, R. Total cost of ownership, social lifecycle cost and energy consumption of various automotive technologies in Italy. **Research in Transportation Economics**, v. 50, n. 1, p. 3-16, 2015.

SACCANI, N.; PERONA, M.; BACCHETTI, A. The total cost of ownership of durable consumer goods: a conceptual model and an empirical application. **International Journal of Production Economics**, v. 183, n. 1, p. 1-14, 2016.

SAKURAI, M. **Gerenciamento integrado de custos**. São Paulo: Atlas, 1997.

SALIBA, F. M. P. **A adoção do custo total de propriedade no processo de compras de grandes empresas brasileiras: um estudo de casos**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

SALTZMAN, G. M.; BELZER, M. H. **Truck driver occupational safety and health**. Detroit: NIOSH, 2007. 135 p. (Conference Report).

SHANK, J. K.; GOVINDARAJAN, V. **A revolução dos custos**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SILVA, L. G. **O trabalho dos motoristas de caminhão: a relação entre atividade, vínculo empregatício e acidentes de trabalho**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) -- Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SIMMONDS, K. Strategic management accounting. **Management Accounting**, v.1, n.1, p. 26-29, 1981.

SORDI, J. O.; MEIRELES, M.; SANCHES, C., Design Science aplicada à pesquisas em administração: reflexões a partir do recente histórico de publicações internacionais. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, v. 8, n. 1, p. 10 – 36, 2011.

SOUTES, D. O. Custo total de propriedade (tco): É importante? Para quem?. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 7, n. 13, p. 83-105, 2007.

STELLA, D.; SINGH, S.; IMMORDINO, J. Own or lease: are you making the right choice for your truck fleet? **Performance**, v. 5, n. 1, p. 40-47, 2013.

TREMBLAY, M. C.; HEVNER, A. R.; BERNDT, D. J. Focus groups for artifact refinement and evaluation in design research. **Focus**, v. 6, n. 1, p. 599-619, 2010.

VENTURA, C.; FRECCIA, E. Custos no transporte rodoviário de cargas. **Maiêutica**, v. 3, n. 1, p. 81-86, 2015.

VISANI, F. et al. Supplier's total cost of ownership evaluation: a data envelopment analysis approach. **Omega**, v. 61, n. 1, p. 141-154, 2016.

VLIET, O. et al. Energy use, cost and CO2 emissions of electric cars. **Journal of Power Sources**, v. 196, n. 4, p. 2298-2310, 2011.

WU, G.; INDERBITZIN, A.; BENING, C. Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: a probabilistic analysis and projection across market segments. **Energy Policy**, v. 80, n. 1, p. 196-214, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.