

# O PAPEL DA IoT NA RELAÇÃO ENTRE GESTÃO ESTRATÉGICA DA LOGÍSTICA E DESEMPENHO OPERACIONAL

YAN M. LOPES<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7150-7867>

ROBERTO G. MOORI<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-5690-746X>

**Para citar este artigo:** Lopes, Y. M., & Moori, R. G. (2021). O papel da IoT na relação entre gestão estratégica da logística e desempenho operacional. *Revista de Administração Mackenzie*, 22(3), 1–27. doi:10.1590/1678-6971/eRAMR210032

**Submissão:** 28 fev. 2020. **Aceite:** 30 jul. 2020.

<sup>1</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), São Paulo, SP, Brasil.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

This paper may be copied, distributed, displayed, transmitted or adapted for any purpose, even commercially, if provided, in a clear and explicit way, the name of the journal, the edition, the year and the pages on which the paper was originally published, but not suggesting that RAM endorses paper reuse. This licensing term should be made explicit in cases of reuse or distribution to third parties.

Este artigo pode ser copiado, distribuído, exibido, transmitido ou adaptado para qualquer fim, mesmo que comercial, desde que citados, de forma clara e explícita, o nome da revista, a edição, o ano e as páginas nas quais o artigo foi publicado originalmente, mas sem sugerir que a RAM endosse a reutilização do artigo. Esse termo de licenciamento deve ser explicitado para os casos de reutilização ou distribuição para terceiros.



## RESUMO

**Objetivo:** Tendo como pano de fundo os custos de transação e o arcabouço teórico da gestão estratégica da logística (GEL), do desempenho operacional (DO) e da internet das coisas (IoT), o objetivo deste estudo é verificar se há efeito mediador da IoT na relação entre GEL e OP.

**Originalidade/valor:** A análise bibliométrica indicou que os estudos sobre a IoT direcionados à área de negócios ainda são escassos, portanto há uma perspectiva de expansão da fronteira do conhecimento no campo da administração. Este artigo busca mostrar se a IoT tem influência mediadora na relação entre GEL e DO, além de destacar as variáveis significativas de cada constructo. Este estudo pode ajudar gerentes de negócios a identificar os benefícios da adoção da IoT. Quanto aos pesquisadores, podem utilizar a escala de mensuração para pesquisas futuras.

**Design/metodologia/abordagem:** Para isso, realizou-se uma pesquisa quantitativa com coleta de dados por meio de questionário semiestruturado com uma amostra de 76 empresas. Os dados foram tratados com uso da estatística descritiva e da estatística multivariada com a técnica de modelagem em equações estruturais. Antes da aplicação da técnica de modelagem em equações estruturais, os dados foram submetidos a testes de validade convergente e discriminante.

**Resultados:** A IoT desempenha um papel mediador, mas parcial, no relacionamento entre GEL e DO. A implementação da IoT melhora a eficiência com a tomada de decisões proativas e interconexão de recursos. Sua aplicação busca automatizar, simplificar, controlar remotamente e gerar informações sobre o cliente e eliminar erros.

## PALAVRAS-CHAVE

Gestão estratégica da logística. Internet das coisas. Desempenho operacional. Modelagem em equações estruturais. Escala de mensuração.

## 1. INTRODUÇÃO

A logística é um elemento essencial para as atividades comerciais, pois incentiva a troca de mercadorias entre diferentes locais de produção. Esse processo de negociação segue o princípio da vantagem comparativa, que, no ponto de vista de Williamson (2007), é relativa, de modo que os gerentes devem se concentrar em seus custos, especialmente nos custos de transação.

Para sobreviver em um mercado competitivo, as empresas precisam oferecer a seus clientes um nível de serviço cada vez melhor e mais eficiente. Nesse contexto, torna-se necessária a gestão estratégica da logística (GEL) para gerar melhores resultados (Bowersox, Bowersox, Closs, & Cooper, 2014). A gestão logística visa alocar produtos e serviços no momento e local certos, além de prestar atenção às condições desejadas pelos clientes, promover o desempenho operacional (DO) da empresa (Ballou, 2006), reduzir significativamente os custos (mais de 60%) e aumentar lucros em mais de 75% (Marquez, Nieto, & Pardo, 2015). Nesse sentido, a GEL pode contribuir para o DO ao melhorar a velocidade e a consistência das entregas, além da flexibilidade para atender às solicitações incomuns e inesperadas de clientes, reduzir falhas e aumentar a disponibilidade de atendimentos (Bowersox et al., 2014). Em um cenário extremamente competitivo, Marques (2017) sugeriu que a transformação digital vem colaborando para que a empresa atinja o desempenho desejado.

A transformação digital está no centro da quarta revolução industrial, que facilita a interação entre componentes físicos e virtuais por meio de tecnologias como a internet das coisas (*internet of things* – IoT) e a inteligência artificial (IA). Existem muitas discussões sobre a ocorrência dessa revolução, mas, para Schwab (2016), ela se destaca porque tudo acontece rapidamente, em profundidade e de maneira que afeta todo o sistema. A IoT, um “braço” dessa revolução, muda os arranjos globais da cadeia de valor, comunicação, planejamento, logística e produção (Porter & Heppelmann, 2015). A IoT é um recurso tecnológico que tem como característica básica a combinação de sensor, conectividade e mobilidade, sendo importante para a digitalização da indústria. Atualmente, as aplicações de IoT são variadas, permeando quase todas as atividades, como transporte, construção, agricultura e saúde (Patel & Patel, 2016). Um estudo realizado pelo Gartner Group (2017), líder mundial em pesquisa e consultoria em tecnologia, constatou que, em 2017, 8,4 bilhões de dispositivos conectados foram usados em todo o mundo, representando um aumento de 31% em relação ao número de dispositivos conectados em 2016.



Na logística, a IoT auxilia os gerentes em vários desafios, como a rápida tomada de decisões em tempo real com base no custo do frete, na rentabilidade média do contrato e na taxa de entrega no prazo, além do monitoramento de falhas. Como a IoT permite uma resposta rápida diante de um cenário em mudança, reduzindo deficiências operacionais, como erros humanos e atividades duvidosas (Porter & Heppelmann, 2015), além de melhorar a eficiência geral da produção por meio de sinergia entre processos (Chu, Chen, & Dang, 2013), esta pesquisa buscou responder se a aplicação da IoT medeia a relação entre GEL e DO.

Quanto às delimitações do estudo, coletamos dados de empresas brasileiras de logística e varejo que aplicavam a IoT no processo de gerenciamento de inventário/armazenamento e transporte, uma vez que essas atividades logísticas são as que representam o custo mais representativo em uma organização (Ballou, 2006).

Um estudo bibliométrico realizado com as palavras-chave “logística” e “internet das coisas” nas publicações do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), considerando como filtro apenas os artigos revisados por pares e publicados em inglês, foi possível identificar apenas oito artigos relacionados à área de negócios publicados entre 2013 e março de 2018. A análise permitiu concluir que os estudos de IoT ainda estão acomodados em seu local de nascimento, que são os campos de conhecimento da ciência e engenharia da computação.

Este artigo colabora, portanto, para a expansão do limite de conhecimento sobre a aplicação da IoT na área de negócios; além disso, ao demonstrar a influência mediadora da IoT, foi criado um modelo com as variáveis significativas de cada constructo que podem ser usadas em pesquisas futuras. Para gerentes de logística, o estudo fornece os resultados operacionais gerados pela aplicação da IoT no gerenciamento estratégico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO E HIPÓTESES

### 2.1 Gestão estratégica da logística

A separação geográfica entre fornecedores, empresas e clientes exigiu a construção de um sistema logístico eficiente por parte das empresas, essencial para o comércio, pois a logística conecta os locais de produção a mercados separados por tempo e distância. Nesse sentido, a definição de logística foi descrita pelo Council of Logistics Management (CLM) como “o processo



de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenamento eficientes e eficazes de bens, serviços e informações relacionados do ponto de origem ao ponto de consumo para conformidade com os requisitos do cliente”. Portanto, a administração da logística é necessária para orientar as atividades estratégicas funcionais predefinidas e controlar *trade-offs*, como custo e valor para o cliente (Prasad & Singh, 2015; Marquez et al., 2015). Segundo Ballou (2006), a logística era estratégica porque estava interligada com a estratégia corporativa geral, de modo que a corporação definia uma estratégia e a logística executava seu plano estratégico funcional com base nessa diretriz. Bowersox et al. (2014) mencionaram a rede de instalações, processamento de pedidos, transporte, estoque e armazenamento como as principais atividades logísticas, mas foi possível concluir no estudo de caso realizado por Marquez et al. (2015) que os mais importantes eram: transporte, comercial e separação de produtos (vinculados ao armazenamento).

O gerenciamento de estoque/armazém é considerado um desafio para os gerentes de logística, porque as variações na demanda por produtos acabados ocorrem constantemente, resultando em maiores custos de armazenamento. O objetivo é sempre proporcionar uma tomada de decisão mais rápida, objetiva e segura (Saurin, Raupp, & Trento, 2014), com base nos objetivos definidos pelas organizações. Para Martello e Dandaro (2015), o gerenciamento de armazéns consistia em planejar como controlar os materiais dentro da organização, a fim de manter um equilíbrio entre estoque e consumo, o que era necessário por causa da necessidade de controlar as compras. Para Ballou (2006), esse tipo de gerenciamento consiste em: 1. entrada do produto; 2. armazenagem; 3. gerenciamento dos níveis de estoque; 4. processamento de pedidos e retirada da mercadoria; e 5. preparação da remessa.

O transporte é a área da logística que move geograficamente e posiciona o estoque, portanto, por conta dessa importância, grandes e pequenas empresas alocam gerentes como responsáveis por suas atividades (Bowersox et al., 2014). Segundo Ballou (2006), o gerenciamento de transportes está concentrado em: 1. seleção do modal; 2. consolidação de frete; 3. encaminhamento e agendamento de embarques; 4. processamento de reclamações; e 5. rastreamento de remessa.

## 2.2 Internet das coisas

A IoT baseia-se na ideia de gerenciar processos por meio da conectividade, mobilidade e análise de dados gerados por sensores, aproximando o mundo real do virtual (Abersfelder, Bogner, Heyder, & Franke, 2016). O



conceito de IoT foi promulgado por Ashton (2009) no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology – MIT), que previu a conexão de objetos físicos à internet por meio de sensores, como a identificação por radiofrequência (*radio frequency identification* – RFID), que permite a coleta de informações sem interferência humana. Para Pathak (2016), a expressão estava relacionada à extensão da conectividade por meio de sensores para coleta, análise e gerenciamento de dados, ou seja, era um ambiente interconectado de objetos que podem se comunicar. Para Presser e Gluhak (2009), a IoT consistia em uma combinação de tecnologias como RFID, redes sem fio e sensores sem fio. A IoT foi derivada de uma perspectiva orientada para as coisas, que estava além da RFID, uma vez que não é apenas uma *tag* que permite a identificação ou o rastreamento de um objeto (Nassar & Horn, 2014). Nesse sentido, a IoT é uma combinação de várias tecnologias que não apenas permitem a identificação simples de objetos, mas também a realização de tarefas diárias a partir do uso intenso de *smartphones*, *laptops*, *global positioning system* (GPS) e redes.

### 2.3 Desempenho operacional

O DO está totalmente relacionado à capacidade de gerenciamento da cadeia de suprimentos e logística, e é um indicador de vantagem competitiva (Bowersox et al., 2014). Dessa forma, sua avaliação é indispensável para uma empresa que pretende permanecer no mercado, pois auxilia no controle das atividades operacionais, identifica problemas que necessitam da interferência dos gerentes, fornece *feedback* para orientar o planejamento, entre outras funções. Essa avaliação é comum nas rotinas diárias das empresas, mas não é uma tarefa simples, pois é necessário estabelecer o que se pretende mensurar e os parâmetros adequados que avaliem o que se quer medir (Paiva, Finger, & Teixeira, 2014). Sobre a importância dos indicadores de desempenho, Bititci (2015) retratou que eles são usados para medir o quanto a empresa está evoluindo em relação às metas estabelecidas no planejamento estratégico e para criar condições favoráveis para a eliminação de desperdícios.

O DO é um constructo multidimensional composto por vários aspectos operacionais, como custo, flexibilidade e qualidade, e pode ser comparado com a eficácia dos requisitos dos clientes e a eficiência das atividades (Duong & Paché, 2015). Para Ballou (2006), considerando as muitas dimensões do serviço ao cliente, encontrar uma medida suficientemente abrangente para garantir uma avaliação eficaz do desempenho não é uma tarefa simples.

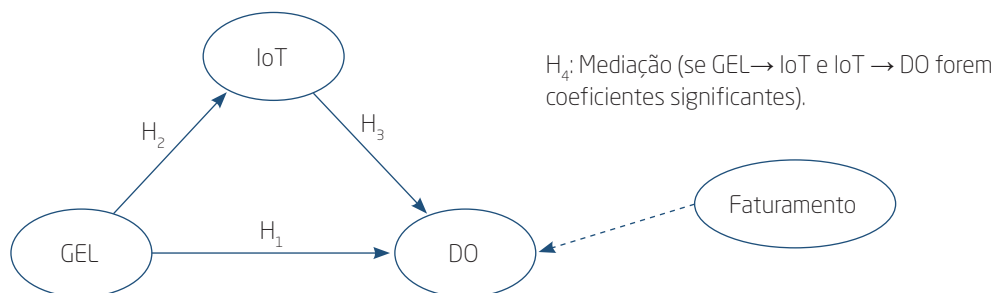
As medidas de desempenho mencionadas por Bowersox et al. (2014) que se encaixam no processo operacional foram custo, atendimento ao cliente,

produtividade e qualidade. Rodrigues, Lynch e Stank (2004) empregaram seis indicadores multidimensionais para avaliar o desempenho logístico: custo, prazo de entrega, confiabilidade da entrega, capacidade de compreensão de pedidos, rotatividade de estoque e satisfação do cliente. Os autores também concluíram que o gerente de logística parece ter dificuldade em lidar com a “confirmação da entrega em tempo real” e com a “alta taxa de devolução de mercadorias”, limitando o atendimento a diferentes clientes, destinatários e regiões.

## 2.4 Modelo conceitual e hipóteses

Considerando a diversidade de possibilidades da aplicação da IoT nos negócios, este estudo procurou entender como essa tecnologia pode ser usada para mediar o relacionamento entre GEL e DO. Além disso, os faturamentos foram inseridos no modelo como variável de controle, a fim de verificar se as empresas com faturamento maior ou menor apresentaram resultados diferentes, pois, com base no referencial teórico, a aplicação da IoT exige um investimento considerável em sensores por parte das empresas (Yu & Bai, 2013). Evdokimov et al. (2019) criaram um modelo de precificação para projetos de IoT e observaram que essa tecnologia gera vários benefícios para as organizações, fazendo com que uma empresa com alta receita tenha uma chance maior de implementar um projeto desse tipo. Assim, a variável de controle “faturamento” foi inserida no modelo para examinar essa força (Tu, 2018; Brous, Janssen, & Herder, 2019). O modelo-base, portanto, é representado na Figura 2.4.1.

(Figura 2.4.1)  
MODELO CONCEITUAL



Fonte: Elaborada pelos autores.



Com base no referencial teórico desta pesquisa, identificou-se que a GEL é composta por decisões tomadas para obter maior DO, as quais são divididas em curto, médio e longo prazos. No entanto, o DO pode não ser alcançado em sua totalidade, afetado, por exemplo, pela incompatibilidade exagerada na troca entre custo e melhor experiência do cliente – a busca por baixo custo pode levar a empresa a oferecer um serviço de baixa qualidade (Bowersox et al., 2014). Macaulay, Buckalew e Chung (2015) descobriram que o gerenciamento da logística requer maior transparência, controle de integridade, rastreamento detalhado de remessas e otimização constante dos ativos para gerar DO. O gerenciamento de transporte sempre foi um ponto de atenção para os gerentes, porque afeta diretamente a produtividade, a segurança e os custos operacionais (Machline, 2011). Kazimírová, Busa e Puskás (2015) complementaram as funções do gerente, que sempre buscou reduzir gastos com combustível e manutenção de veículos, além de oferecer um serviço de qualidade aos clientes. Esse esforço ocorre porque o transporte é a atividade classificada como uma das maiores em custos logísticos, o que representa uma proporção significativa do preço de venda dos produtos (Ting & Liao, 2013; Hübl, Altendorfer, & Jodlbauer, 2013). Considerando que a estratégia é um antecedente do desempenho, foi desenvolvida a seguinte hipótese:

- $H_1$ : GEL tem efeito positivo no DO.

A aplicação de tecnologias na GEL ocorre porque os processos de transporte e armazenamento afetam os custos e a qualidade do serviço prestado, portanto a logística inteligente (IoT aplicada em logística) é aplicada aos processos de gerenciamento para que seja capaz de imitar os recursos humanos: inteligência, percepção, aprendizado, raciocínio e solução autônoma de problemas (Yu & Bai, 2013). Além disso, combinando dados com a capacidade de controle remoto, é possível criar oportunidades de otimização para atividades logísticas (Porter & Heppelmann, 2015). No transporte de mercadorias, por exemplo, os sensores podem ser acoplados aos veículos para que os vendedores ou revendedores estejam cientes de sua localização – eles podem estimar o tempo de chegada da mercadoria para planejar suas vendas (Zhang, He, & Xiao, 2013). A IoT consiste não apenas em sensores que permitem a comunicação sem fio, mas também em comportamentos autônomos e proativos, resultados do compartilhamento de informações que permitem rastreabilidade de objetos, monitoramento e gerenciamento automatizado (Nassar & Horn, 2014; Chu et al., 2013; Zhang et al., 2013). Assim, a IoT oferece a capacidade de fornecer (mais) informações oportunas para a tomada de decisão, menor tempo de resposta, automação da tomada de decisão e





planejamento devido a *insights* criados por meio do volume de dados (Brous et al., 2019). Considerando esses fatos, foi desenvolvida a seguinte hipótese:

- $H_2$ : GEL tem efeito positivo na aplicação da IoT.

Giudice (2016) afirmou que a IoT gera DO porque fornece informações refinadas do mundo real, simplificando o processo de gerenciamento de negócios. Macaulay et al. (2015) afirmaram que a logística e a IoT são uma combinação perfeita, uma vez que a tecnologia conectou vários ativos correspondentes ao fluxo logístico e permitiu a análise dos dados gerados a partir dessas conexões, a fim de capturar novas ideias para alcançar níveis mais altos de DO. Porter e Heppelmann (2015) afirmaram que a IoT consiste em processamento de informações para agir e reagir a fim de maximizar o desempenho. Em uma expansão da escala de produção, que requer um rápido crescimento no gerenciamento de demanda e armazenamento, a IoT fortalece o controle de estoque, reduz os custos de logística e distribuição, e otimiza o processo de compra (Yu & Bai, 2013). Porter e Heppelmann (2015) contribuíram significativamente ao demonstrarem o relacionamento ao longo de uma cadeia de suprimentos antes da aplicação da IoT – as empresas tiveram que obter as informações verificando os pedidos emitidos, enviando questionários de satisfação e intenção aos clientes, e visitando fornecedores. Segundo Brous et al. (2019), a IoT permite a redução de custos operacionais, gera *insights* sobre novas formas de receita e aumenta a eficiência na comunicação com o cliente. Considerando esses fatos, foi desenvolvida a seguinte hipótese:

- $H_3$ : A aplicação da IoT tem efeito positivo no DO.

Porter e Heppelmann (2015) afirmaram que os dados gerados por sensores são valiosos, e esse valor aumenta exponencialmente quando integrados a outros dados, como histórico de serviços, localizações de inventário, padrões de tráfego e outros. Quanto aos aplicativos de IoT em logística (*internet of smart logistical* – IoSL), é possível aumentar a sinergia com todas as atividades de logística – sensores implantados em objetivos bem definidos e o envio de informações para *softwares* inteligentes podem reduzir o inventário e o tempo de resposta ao cliente, e melhorar a eficiência (Zhang et al., 2013). Segundo Galeale, Silva, Siqueira e Souza (2016, p. 437), a aplicação permitiu “maior e mais rápida adaptação às mudanças no ambiente, além de maior agilidade na tomada de decisões” – a aplicação de sensores que se comunicam com sistemas e equipamentos aprimora a qualidade e as informações para todas as atividades logísticas, que permite diversas aplicações,



como rastreabilidade da produção. O uso de sensores implica melhorias na prontidão de atendimento, velocidade, flexibilidade, redução dos custos de estoque e aumento na qualidade dos produtos e serviços (Bowersox et al., 2014). Em sua pesquisa, Tu (2018) mencionou que a IoT traz alguns benefícios, como redução da complexidade da integração da cadeia de suprimentos, informações detalhadas sobre o ciclo de vida do produto, melhoria no sistema de rastreamento e acesso às informações do produto. Hopkins e Hawking (2018) constataram em suas pesquisas que a aplicação da IoT no transporte permitiu entender e melhorar os comportamentos do motorista, além de monitorar os dados do sensor em tempo real da frota de veículos da empresa, capturando velocidade, localização, dados de frenagem e motor, a fim de desenvolver futuros programas de treinamento. Considerando esses fatos, foi desenvolvida a seguinte hipótese:

- $H_4$ : A aplicação da IoT medeia a relação entre GEL e DO.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Tipo de pesquisa, instrumento de coleta, amostra e sujeitos da pesquisa

Este estudo foi considerado de natureza descritiva do tipo quantitativo (Creswell, 2010), em que se verificou o grau de mediação do constructo IoT na relação entre GEL e DO. Para tanto, empregou-se um questionário composto por enunciados objetivos, segmentados em quatro blocos: 1. dados demográficos (rotatividade da empresa, número de funcionários e outros); 2. dez asserções do constructo GEL; 3. dez asserções do constructo IoT; e 4. dez asserções do constructo DO. Nos últimos três grupos, os entrevistados foram solicitados a marcar um “X” no grau de concordância ou discordância, em uma escala de 1 (DT = discordo totalmente) a 6 (CT = concordo totalmente). Os questionários foram validados por meio de um pré-teste com uma amostra de três gerentes de logística (definida por conveniência). Assim, puderam-se identificar e eliminar problemas relacionados à compreensão das questões e ao formato e à relevância das afirmações da escala. Após a validação, o questionário foi enviado via formulário eletrônico para 7.940 empresas. O tamanho da amostra foi definido com base no *software* G\*Power 3.1.9. Para cálculo, utilizaram-se o poder de 0,80,  $f^2$  mediana = 0,15 e dois preditores, uma vez que o constructo DO recebeu duas setas

(Hair, Anderson, Babin, Black, & Tatham, 2005). A amostra mínima calculada foi de 68 casos. O tamanho efetivo da amostra do presente estudo foi de 76 entrevistados. Entretanto, sabe-se que, em análises multivariadas, o tamanho da amostra é controverso. Do ponto de vista conceitual, Hair et al. (2005) argumentam, como regra geral, que existem cinco observações para cada variável independente e que, de preferência, o tamanho da amostra deve ser superior ou igual a 100, no entanto alguns pesquisadores propõem um mínimo de 20 casos. Do ponto de vista estatístico, Hair et al. (2005) argumentam que, para a aplicação da técnica de análise fatorial, o pesquisador deve garantir o seguinte: a matriz de dados deve ter correlações suficientes, o que pode ser verificado pelo teste de esfericidade de Bartlett ou pela medida de adequação da amostra (MAA), em que é possível quantificar o grau de intercorrelações entre variáveis e a adequação da análise fatorial. No entanto, o pesquisador pode empregar o conceito de poder estatístico do teste para especificar cargas fatoriais consideradas significativas para diferentes tamanhos de amostra. Assim, para um poder estatístico de teste de 80%, nível de significância de 0,05 e inflação proposta de erros padrão de cargas fatoriais, Hair et al. (2005, p. 107) sugerem um tamanho da amostra superior ou igual a 70 entrevistados, uma carga fatorial superior ou igual a 0,70 e poder de teste de 80%.

Após a definição do questionário, foram selecionadas empresas que aplicavam IoT em seus processos de gerenciamento logístico, atividades realizadas por diretores, gerentes, supervisores e coordenadores.

### 3.2 Tratamento dos dados e limitações do método

Os dados foram tratados com a utilização da estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) e da estatística multivariada (modelagem em equações estruturais). A estatística descritiva nos permitiu examinar os dados coletados, como dados ausentes, e identificar observações incomuns, erros de entrada de dados ou omissão de respostas. A modelagem de equações estruturais permitiu uma avaliação simultânea de várias equações relacionadas diferentes (Hair et al., 2005). Antes da aplicação da técnica de modelagem em equações estruturais, os dados foram submetidos à validação de medidas e escalas por meio de testes de validade convergente, alfa de Cronbach, confiabilidade composta (CC) e validade discriminante. Para validar o ajuste estrutural, utilizou-se o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), complementado pelas estatísticas  $Q^2$  (validade preditiva) e  $f^2$  (tamanho do efeito). Para estimar as relações estruturais do modelo, bem como verificar a signi-



ficância estatística, utilizou-se o método PLS-PM (modelo de equações estruturais), considerado o mais adequado para estudos que apresentam ausência de distribuições simétricas ou amostra de tamanho insuficiente para estimar o modelo (Ringle, Bido, & Silva, 2014). Finalmente, para verificar a mediação da IoT na relação entre GEL e DO, parcial, total ou inexistente, adotou-se o teste de Sobel (Baron & Kenny, 1986).

A principal limitação do método foi o tamanho da amostra, que pode levar ao uso de inferências estatísticas (Creswell, 2010). No entanto, esta pesquisa explorou um tópico recente e pouco conhecido nas empresas, fato confirmado nas mensagens enviadas pelos entrevistados durante a fase de coleta de dados dos questionários: eles relataram que não aplicavam a IoT, quando, na verdade, aplicavam-na (o que foi evidenciado em perguntas sobre seus processos logísticos), e que sabiam o que era, quando, na verdade, não sabiam.

## 4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram coletados no segundo semestre de 2018. Por *e-mail*, enviaram-se às empresas 7.940 questionários. Do total de questionários retornados, 76 (0,96%) foram considerados aptos para a pesquisa.

### 4.1 Perfil das empresas e dos respondentes da amostra

Quanto ao perfil das empresas, elas representavam as indústrias de transporte (42%), transporte e armazenagem (30%) e armazenagem (9%), e as demais (19%) eram híbridas, como varejo, varejo e armazenagem, armazenagem e transporte.

Quanto ao perfil dos entrevistados, a maioria era executiva ou ocupava cargo de gerência (65,58%), e 60,53% possuíam faturamento inferior ou igual a R\$ 90 milhões. Quanto à IoT, 55,26% a utilizavam havia mais de três anos; 23,68%, entre um e três anos; e 21,05%, havia menos de um ano.

### 4.2 Validação da escala de medição e modelo

Inicialmente, os dados coletados foram examinados por estatística descritiva (média, desvio padrão e análise de covariância) para identificar observações atípicas ou respostas extremas que pudessem influenciar a análise multivariada. Os valores médios obtidos foram do lado concordante da escala



de medida, com desvios padrão inferiores a 1 e coeficientes de variação inferiores a 0,20, ou seja, considerados médios (Gomes, 1985).

Após essa fase, os dados foram submetidos à análise fatorial para procurar erros e validar e definir a estrutura subjacente da matriz de dados. A matriz de dados mostrou-se adequada para a aplicação da análise fatorial com uma medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (*measure of sampling adequacy of Kaiser-Meyer-Olkin* – MSA/KMO) igual a 0,877 e um teste de esfericidade de Bartlett significativo (valor-p = 0,000). Para obter esse resultado, eliminaram-se quatro medidas por apresentarem baixos fatores de carga (inferiores a 0,7): duas medidas do constructo GEL, uma da IoT e uma do DO. Assim, de um total de 30 medidas, restaram 26 medidas, ou seja, oito medidas para o constructo GEL, nove para a IoT e nove para o constructo DO.

Uma vez identificada a estrutura inicial do modelo, realizou-se a validação estatística. O primeiro aspecto analisado foi a validade convergente, obtida pelas observações das variâncias médias extraídas (*average variance extracted* – AVE). Ela representou o total de dados que foi explicado por cada variável latente (VL), relacionados aos seus conjuntos de variáveis de mensuração, ou quando, em média, as variáveis se correlacionavam positivamente com seus respectivos constructos. Nesse caso, para admitir que o resultado seja satisfatório, elas devem ser maiores que 0,50 (Chin, 1998; Fornell & Larcker, 1981).

Após a análise da AVE, partiu-se para a observação dos valores da consistência interna, que foram baseados nas intercorrelações das variáveis. É válido salientar que esse indicador é sensível ao número de variáveis observadas. Em relação aos valores de referência para essa análise, podem-se considerar valores acima de 0,60 e 0,70 como adequados para pesquisas exploratórias (Hair, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2014). Simultaneamente, foi possível avaliar a confiabilidade composta do modelo, que, segundo Ringle et al. (2014), é mais adequada ao PLS-PM porque prioriza as variáveis de acordo com as suas confiabilidades, sem levar em consideração o número de variáveis observadas de cada constructo. Os valores de referência para admitir que as variáveis sejam satisfatórias são 0,70 e 0,90. Não obstante isso, os dois casos (alfa de Cronbach e CC) avaliaram se a amostra estava livre de vieses, ou seja, se as respostas eram confiáveis.

A análise da Figura 4.2.1 mostra que todas as construções tinham um valor de AVE > 0,60. O alfa de Cronbach dessas variáveis também foi maior que 0,90, bem como a CC, que também foi maior que o mínimo de 0,90. Após validar a relação das variáveis observadas (VO) com as respectivas VL,



foi necessário verificar a independência das VLs, isto é, verificar se as variáveis de mensuração apresentavam maior relação com seu constructo do que com outros. Uma das formas de efetuar a validade discriminante é por meio das cargas cruzadas (*cross loading*) – nesse caso, os indicadores precisavam ser mais altos nas suas respectivas VL (Chin, 1998). Para efeito de cálculo, o SmartPLS recalculou as cargas fatoriais de cada VO em todas as VL do modelo estrutural (Ringle et al., 2014). Como resultado, todas as variáveis apresentaram maior correlação com seus respectivos constructos.

O critério de Fornell e Larcker (1981) também foi utilizado para efetuar a validade discriminante. Nesse caso, as raízes quadradas dos valores das AVE de cada constructo foram comparadas com as correlações de Pearson entre as variáveis latentes – as raízes quadradas deviam ser maiores que as correlações apresentadas (Bido, Godoy, Araujo, & Louback, 2010). A Figura 4.2.1 mostra os resultados, por constructo, da estatística descritiva, da correlação bivariada, do número de medidas originais e purificadas, do alfa de Cronbach, da AVE, da CC e da raiz quadrada de AVE.

(Figura 4.2.1)

### ESTATÍSTICA DESCRITIVA, CORRELAÇÃO BIVARIADA E ÍNDICES DE VALIDAÇÃO

Constructo	Estatística descritiva			Correlação bivariada		
	Média	Desvio padrão	Coef. variação	GEL	IoT	DO
GEL	4,74	0,913	0,193	0,78	-	-
IoT	4,25	0,819	0,193	0,55**	0,79	-
DO	4,73	0,839	0,177	0,72**	0,66**	0,81
Quantidade de medidas originais			→	10	10	10
Quantidade de medidas finais			→	8	9	9
Alfa de Cronbach			→	0,91	0,92	0,93
Variância média extraída			→	0,62	0,63	0,65
Confiabilidade composta			→	0,93	0,94	0,94

\*\* Significância para  $\alpha \leq 0,01$ .

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 4.2.2 apresenta as cargas fatoriais das variáveis observadas que mostram, por medidas em seus respectivos constructos, as cargas fatoriais

(maiores que 0,7), as médias (no lado concordante da escala), o desvio padrão (mínimo de 0,871 e máximo de 1,327) e o coeficiente de variação (mínimo de 0,18 e máximo de 0,30), indicando que os dados têm uma dispersão média e dentro da faixa aceitável.

(Figura 4.2.2)

### CARGAS FATORIAIS, ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO À APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE FATORIAL

Constructos/variáveis/descrição	Cargas fatoriais			Estatísticas descritivas				
	GEL	IoT	DO	Média	Desvio padrão	Coef. variação		
<b>Minha empresa executa a gestão estratégica da logística com...</b>								
Gestão estratégica da logística	GEL1	Base no planejamento estratégico.	<b>0,76</b>	0,49	0,56	4,67	1,193	0,26
	GEL2	Sistemas de gerenciamento.	<b>0,80</b>	0,43	0,47	4,55	1,182	0,26
	GEL3	Integração entre as áreas da companhia.	<b>0,76</b>	0,44	0,47	4,54	1,194	0,26
	GEL4	Planejamento de distribuição.	<b>0,82</b>	0,45	0,61	4,80	1,083	0,23
	GEL5	Inspeção de qualidade.	<b>0,76</b>	0,47	0,54	4,63	1,231	0,27
	GEL6	Flexibilidade.	<b>0,76</b>	0,50	0,56	4,71	1,175	0,25
	GEL7	Disciplina.	<b>0,83</b>	0,36	0,66	4,72	1,239	0,26
	GEL8	Foco nas necessidades dos clientes.	<b>0,78</b>	0,29	0,60	5,26	1,012	0,19
<b>Minha empresa aplica IoT nos processos logísticos e isso...</b>								
Internet das coisas	IoT1	Auxilia na tomada de decisão.	0,42	<b>0,74</b>	0,47	4,84	1,108	0,23
	IoT2	Identifica erros antes que ocorram (proativa).	0,27	<b>0,77</b>	0,52	4,39	1,327	0,30
	IoT3	Interconecta recursos.	0,48	<b>0,88</b>	0,60	4,79	1,181	0,25
	IoT4	Permite o monitoramento das atividades.	0,54	<b>0,89</b>	0,54	5,13	1,024	0,20
	IoT5	Automatiza o gerenciamento.	0,52	<b>0,85</b>	0,51	4,93	1,075	0,22
	IoT6	Ajusta-se a qualquer mudança na rotina.	0,43	<b>0,74</b>	0,55	4,33	1,171	0,27
	IoT7	Permite o controle remoto das atividades.	0,47	<b>0,78</b>	0,44	4,71	1,242	0,26
	IoT8	Gera informações aos clientes.	0,35	<b>0,73</b>	0,43	5,08	1,080	0,21
	IoT9	Elimina os erros dos colaboradores.	0,37	<b>0,73</b>	0,58	4,49	1,183	0,26

(continua)

**(Figura 4.2.2 (conclusão))**

## CARGAS FATORIAIS, ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO À APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE FATORIAL

Constructos/variáveis/descrição		Cargas fatoriais			Estatísticas descritivas			
		GEL	IoT	DO	Média	Desvio padrão	Coef. variação	
Minha empresa se apresenta nos últimos dois anos, relacionada ao desempenho operacional logístico...								
Desempenho operacional	D01	Mais eficiente na execução dos processos.	0,55	0,55	<b>0,72</b>	4,51	1,101	0,24
	D02	Com baixo índice de reclamação.	0,50	0,40	<b>0,77</b>	4,59	1,246	0,27
	D03	Com baixo índice de falhas nos processos.	0,49	0,41	<b>0,77</b>	4,32	1,134	0,26
	D04	Melhor na qualidade do serviço de entrega.	0,69	0,57	<b>0,87</b>	4,96	0,871	0,18
	D05	Mais flexível no atendimento das entregas.	0,57	0,57	<b>0,80</b>	4,76	1,069	0,22
	D06	Mais ágil nos processos logísticos.	0,64	0,51	<b>0,84</b>	4,92	1,043	0,21
	D07	Com alto índice no cumprimento dos prazos.	0,56	0,58	<b>0,82</b>	4,99	0,916	0,18
	D08	Com alto índice de atendimento às demandas.	0,57	0,62	<b>0,84</b>	4,87	0,971	0,20
	D09	Com alto índice de produtividade dos recursos.	0,58	0,51	<b>0,81</b>	4,66	1,040	0,22

Medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin = 0,877.

Teste de esfericidade de Bartlett: aprox. qui-quadrado = 1566,986; df = 325; Sig. = 0,000. As asserções foram medidas pela escala de discordância/concordância, com seis graus de importância, variando de discordo totalmente (DT = 1) a concordo totalmente (CT = 6).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após validação das medidas e escalas de cada constructo, analisaram-se as significâncias estatísticas e os ajustes do modelo de mensuração.

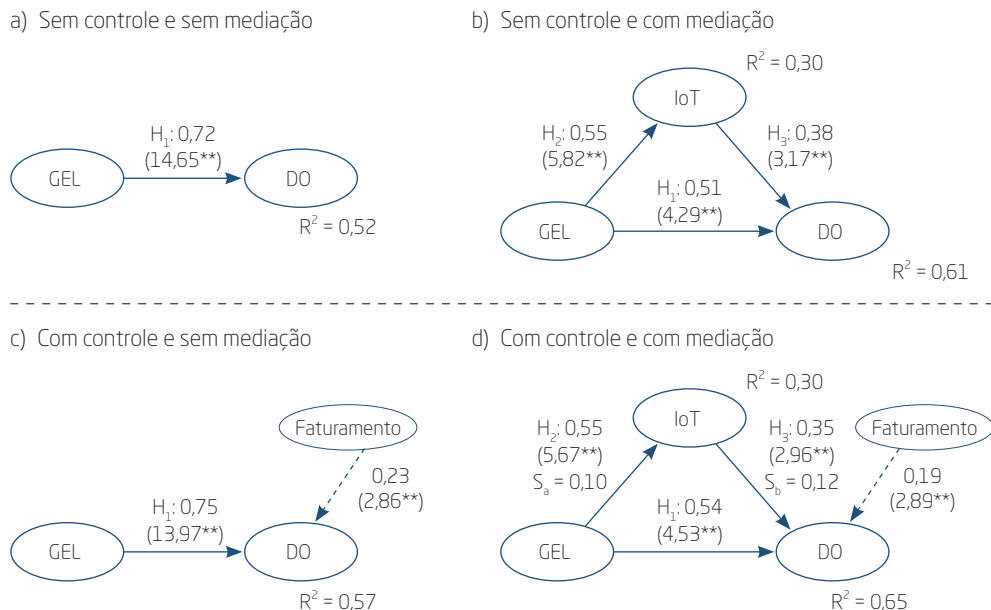
### 4.3 Avaliação das relações estruturais do modelo de medição

O *software* SmartPL3.0 com a técnica PLS-PM, reamostragem para uma amostra de 76 respondentes e cinco mil repetições, resultou na Figura 4.3.1, em que se avaliam a significância estatística das relações estruturais e o ajuste do modelo de medição.



(Figura 4.3.1)

MODELO ESTRUTURAL E VARIÁVEL DE CONTROLE DO MODELO DE MEDIAÇÃO



\*\* Significância para  $\alpha \leq 0,01$ ;  $S_a = S_b$  = erro padrão; (estatística t) nos parênteses.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para verificar o comportamento da variável mediadora (IoT) na relação entre GEL e DO, o modelo de medição foi examinado: 1. sem a presença da variável de controle e sem a presença da IoT (Figura 4.3.1a); 2. sem a presença da variável de controle e com a presença da IoT (Figura 4.3.1b); 3. com a presença da variável de controle e sem a presença da IoT (Figura 4.3.1c); e 4. com a presença da variável de controle e com a presença da IoT (Figura 4.3.1d). No caso do modelo de medição sem a presença da variável de controle (figuras 4.3.1a e 4.3.1b), a GEL influenciou o DO em 0,72 ( $t = 14,65^{**}$ ) (Figura 4.3.1a). No entanto, quando submetido à IoT, o efeito da GEL no DO diminuiu para 0,51 ( $t = 4,29^{**}$ ), denotando a influência da IoT como uma variável mediadora na relação entre GEL e DO. Ainda, é possível verificar que, na ausência da variável mediadora, a variável de controle reduziu a resistência ao impacto da GEL no DO em 4,64% [ $((14,65-13,97) / 14,65) = 0,464$ ].

Procedeu-se à verificação do comportamento da variável mediadora (IoT) na relação entre GEL e DO, na presença do faturamento como variável

de controle, de acordo com os modelos mostrados na Figura 4.3.1c (sem a presença da IoT) e na Figura 4.3.1d (com a presença da IoT).

No modelo mostrado na Figura 4.3.1c, a GEL influenciou o DO em 0,75 ( $t = 13,97^{**}$ ) e apoiou a hipótese H1. No modelo mostrado na Figura 4.3.1d, os testes de hipóteses são representados pelos coeficientes estruturais; entre parênteses, os valores da estatística  $t$  dos relacionamentos [GEL  $\rightarrow$  DO], [GEL  $\rightarrow$  IoT] e [IoT  $\rightarrow$  DO]. Além disso, os erros padrão dos relacionamentos [GEL  $\rightarrow$  IoT] e [IoT  $\rightarrow$  DO] são representados.

O constructo GEL teve um efeito direto no DO com um coeficiente estrutural de 0,54 ( $t = 4,53^{**}$ ) e apoiou a hipótese H1. O efeito indireto foi igual a 0,19 [ $0,55 * 0,35 = 0,19$ ]. O efeito total foi igual a 0,73 [ $0,54 + 0,55 * 0,35 = 0,73$ ]. A proporção de mediação da IoT na variação do DO explicada, direta e indiretamente, pela GEL foi de 26,3% [ $(0,55 * 0,35) / ((0,55 * 0,35) / ((0,55 * 0,35) + 0,54) = 0,263$ ]. O constructo GEL teve um efeito direto na IoT com um coeficiente estrutural igual a 0,55 ( $t = 5,67^{**}$ ) e apoiou a hipótese H2, que, por sua vez, influenciou o DO com um coeficiente estrutural igual a 0,35 ( $t = 2,96^{**}$ ) e apoiou a hipótese H3.

O modelo também mostrou que a variável mediadora, mesmo com a variável controle, continuou a ter efeito parcial, uma vez que todas as relações tinham valor  $t$  superior a 2,56 ( $\alpha \leq 0,01$ ). Quanto à relação entre as variáveis GEL e DO, o impacto da introdução da IoT, comparando os dois modelos (figuras 4.3.1c e 4.3.1d), provocou uma redução de 65,4% [ $(13,97 - 4,53) / (13,97) * 100 = 65,4\%$ ], o que levou à evidência de que a variável mediadora teve efeito na relação entre GEL e DO, apoiando a hipótese H4.

Uma vez que os testes de hipóteses (H1, H2 e H3) são estatisticamente significativos no nível ( $\alpha \leq 0,01$ ), além de reduzir a influência da IoT na relação entre GEL e DO, destacando o efeito mediador do uso da IoT no relacionamento entre GEL e DO, continuamos a classificar esse efeito, ou seja, se ele foi parcial ou total. Para tanto, utilizamos o teste de Sobel (Baron & Kenny, 1986) para compararmos a força do efeito indireto da variável independente na variável dependente, na qual a hipótese nula é o efeito igual a zero, dado por:

$t_{\text{Sobel}} = \frac{a \times b}{\sqrt{b^2 S_a^2 + a^2 S_b^2}}$  em que a letra “a” se refere ao coeficiente

do caminho entre a variável independente (GEL) e a variável mediadora (IoT), e “b” refere-se ao coeficiente do caminho entre o mediador e a variável dependente (DO). Finalmente, “Sa” e “Sb” são os erros padrão dos respectivos coeficientes do caminho. Nesse caso, foram assumidos os seguintes valores: 0,55, (Sa): 0,10 e 0,35, (Sb): 0,12. O valor de referência para  $z$  é  $\pm 1,96$ , para rejeitar a hipótese de que o efeito é nulo. O resultado para o

modelo em questão foi  $z = 2,58$ , o que comprovou a significância da mediação no modelo final proposto (Baron & Kenny, 1986; Iacobucci, Deng, & Saldanha, 2007). Em outras palavras, a aplicação da IoT confirmou a redução da influência direta da GEL no DO, apoiando, mais uma vez, a hipótese H4 da pesquisa.

Quanto à adequação do modelo estrutural, a primeira análise foi do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Cohen (1988) definiu que, para o campo das ciências sociais e comportamentais, um  $R^2$  de 2% é classificado como efeito pequeno,  $R^2$  de 13%, como efeito médio e  $R^2$  de 26%, como efeito grande. O teste de adequação ( $R^2$ ) foi aplicado ao modelo que não o considerava e ao modelo que considerou a variável de controle (faturamento), para verificar seu efeito. A adequação do modelo foi satisfeita nos dois casos, cujos valores obtidos foram  $R^2 = 0,52$  e a média de 0,46 [ $0,30 + 0,61 / 2 = 0,46$ ], denotando um grande efeito.

Além disso, outros dois indicadores de qualidade do ajuste do modelo foram avaliados: relevância ou validade preditiva ( $Q^2$ ) ou indicador Stone-Geisser e tamanho do efeito ( $f^2$ ) ou indicador Cohen. O valor de referência de  $Q^2$  deve ser maior que zero e  $f^2$ : 0,02, 0,15 e 0,35, considerados como tamanho de efeito pequeno, médio e grande, respectivamente (Hair et al., 2014). Os resultados são mostrados na Figura 4.3.2.

(Figura 4.3.2)

### AJUSTE DO MODELO: VALIDADE PREDITIVA E TAMANHO DO EFEITO

Constructos	$Q^2$	$f^2$
GEL	-	0,45
IoT	0,16	0,50
DO	0,35	0,50

Fonte: Elaborada pelos autores.

Portanto, os dados de estimativa do modelo de medição mostraram ter uma excelente capacidade preditiva ( $Q^2$ ), e o indicador  $f^2$  demonstrou que todas as variáveis têm um efeito altamente representativo no modelo.

## 4.4 Resultados da pesquisa

A pesquisa mostrou que o uso da IoT desempenha um papel mediador na relação entre GEL e DO. Além disso, a estimação do modelo de mensuração



possibilitou verificar o impacto da variável de controle “faturamento”, percebida porque houve um aumento significativo no ajuste do modelo ( $R^2$ ) quando incluído. O resultado indicou que as empresas com maiores faturamentos têm maior probabilidade de aplicar a IoT, pois requer um alto investimento em estruturas tecnológicas e treinamento de pessoas (Yu & Bai, 2013; Evdokimov et al., 2019). Considerando o objetivo geral desta pesquisa, que foi verificar a influência mediadora da aplicação da IoT entre GEL e DO nas áreas de transporte e armazenamento de fornecedores de logística e empresas de varejo, os resultados mostraram:

- Havia uma relação mediadora da aplicação da IoT entre GEL e DO, ou seja, a aplicação da IoT na GEL influenciou e mediou o DO. O efeito mediador da aplicação da IoT ocorreu com o auxílio da tomada de decisão (Galeale et al., 2016), da proatividade (Hopkins & Hawking, 2018), da interconectividade de recursos (Presser & Gluhak, 2009; Porter & Heppelmann, 2015; Tu, 2018), da automação (Hopkins & Hawking, 2018), do dinamismo (Galeale et al., 2016), da geração de informações para clientes (Zhang et al., 2013) e da eliminação de erros (Porter & Heppelmann, 2015). Assim, foi apoiada a hipótese H4 definida para esta pesquisa.
- A GEL teve um efeito positivo no DO. Em outras palavras, para alcançar o desempenho, é necessário executar a GEL. A GEL foi realizada com base no planejamento estratégico da empresa (Ballou, 2006) e com sistemas para a integração de atividades logísticas (Macaulay et al., 2015). Além disso, eles realizavam planejamento de distribuição (Machline, 2011; Kazimírová et al., 2015), inspeção (Macaulay et al., 2015) com base na flexibilidade (Ting & Liao, 2013; Hübl et al., 2013) e disciplina, e focavam o cliente (Ting & Liao, 2013; Hübl et al., 2013; Bowersox et al., 2014). Assim, a hipótese H1 desta pesquisa foi atendida.
- A GEL teve um efeito positivo na aplicação da IoT. Os modelos estruturais permitiram concluir que a aplicação da IoT ocorre por causa dos problemas explorados nos resultados da hipótese 1. O curioso é que a IoT foi aplicada para obter informações sobre os processos, mas não com o objetivo de deixar o processo autônomo, contradizendo Chu et al. (2013), Zhang et al. (2013) e Nassar e Horn (2014). Mas as outras variáveis confirmaram a hipótese H2.
- A aplicação da IoT teve um efeito positivo no DO. O DO foi beneficiado pela aplicação da IoT em suas operações de transporte e armazenamento, principalmente ao considerar os indicadores relacionados a eficiência

(Duong & Paché, 2015), baixa taxa de reclamações, baixa taxa de falhas, qualidade, flexibilidade, velocidade, cumprimento de prazos, atendimento à demanda e produtividade (Bowersox et al., 2014; Paiva et al., 2014). Assim, a hipótese H3 desta pesquisa foi atendida.

## 5. CONCLUSÃO, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A pesquisa quantitativa orientou a resposta ao problema de pesquisa proposto: “A aplicação da IoT medeia a relação entre GEL e DO?”. A resposta a essa pergunta foi sim, a IoT desempenha um papel mediador, mas parcial, na relação entre GEL e DO. A mediação parcial sugeriu que a aplicação da IoT pode reduzir o efeito da GEL no DO, mas isso não é capaz de combater esse efeito. Além disso, quando se inclui o faturamento no modelo, é possível ver que ele é capaz de reduzir a significância da estatística t de 3,17 para 2,96 do impacto da aplicação da IoT no DO em 6,62% [ $((3,17-2,96) / 3,17) = 0,0662$ ]; e aumentar a significância da estatística t de 4,29 a 4,53 do impacto da GEL no DO em 5,59%, [ $(4,53-4,29) / 4,29 = 0,0559$ ]; em outras palavras, a aplicação da IoT foi mais sensível à variável de controle do que a GEL.

Com relação às práticas de gerenciamento, os executivos de transporte, armazenamento e varejo podem extrair algumas ideias deste estudo. O principal *insight* é que a aplicação da IoT afeta positivamente o DO. A implementação da IoT – que permite decisões proativas, interconecta recursos, automatiza, simplifica e gera informações do cliente, e elimina erros – pode proporcionar melhor eficiência, reduzir taxas de reclamações e falhas no processo, melhorar a qualidade, flexibilidade e produtividade dos serviços de armazenamento e transporte, além de auxiliar no cumprimento dos prazos de entrega, por mais incomuns que sejam.

A revisão bibliométrica permitiu concluir que os estudos sobre a aplicação de tecnologias inerentes à indústria 4.0 ainda são escassos na área de negócios, portanto este estudo pode motivar o desenvolvimento de pesquisas sobre esse tema, principalmente sobre a aplicação em atividades logísticas. Para os pesquisadores que desejam estudar a aplicação da IoT, esta pesquisa contribuiu para o desenvolvimento de um plano de medição, além de explorar aplicações práticas da IoT em logística e demonstrar seu efeito na relação entre GEL e DO.



## 5.1 Sugestões para pesquisas futuras

Para continuar a pesquisa nessa área, sugere-se aumentar o tamanho da amostra para ampliar o poder de generalização das correlações. Também se propõe a realização de pesquisas longitudinais para verificar o comportamento do modelo proposto ao longo do tempo. Além disso, sugere-se comparar os resultados obtidos com outras empresas de diferentes segmentos econômicos e realizar estudos em empresas modelo para buscar responder o “porquê” de terem adotado a IoT, verificando se as expectativas foram alcançadas e se houve retorno financeiro.

## THE ROLE OF IoT IN THE RELATIONSHIP BETWEEN STRATEGIC LOGISTICS MANAGEMENT AND OPERATIONAL PERFORMANCE

### ABSTRACT

**Purpose:** Against the backdrop of the transaction costs and theoretical strands of thought in authors of the strategic logistics management (SLM), operational performance (OP) and the internet of things (IoT), the purpose of this study is to verify if the IoT performs a mediating effect on the relationship between SLM and OP.

**Originality/value:** The bibliometric study indicated that studies on the IoT aimed at the business area are still scarce. Therefore, there is a prospect of expansion of the knowledge frontier of the administration field. This article seeks to show whether the IoT has a mediating influence on the relationship between SLM and OP, in addition to highlighting the most significant variables of each construct. This study can help business managers and researchers to identify the benefits of adopting IoT.

**Design/methodology/approach:** For that, a quantitative research was carried out. The research collected data through a semi-structured questionnaire with a sample of 76 companies. Data were treated by descriptive statistics and multivariate statistics with the modeling technique in structural equations. Before the application of the modeling technique in structural equations, data were submitted to tests of convergent and discriminant validity.



**Findings:** The IoT plays a mediating but partial role in the relationship between SLM and OP. Implementing the IoT provides better efficiency by enabling proactive decisions, interconnecting resources, automating, streamlining, remotely controlling, generating customer information, and eliminating errors.

## KEYWORDS

Strategic logistics management. Internet of things. Operational performance. Structural equation modeling. Measurement scale.

## REFERÊNCIAS

- Abersfelder, S., Bogner, E., Heyder, A., & Franke, J. (2016). Application and validation of an existing industry 4.0 guideline for the development of specific recommendations for implementation. *Advanced Materials Research*, 1140, 465–472. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1140.465
- Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” thing. *RFID Journal*. Recuperado de <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial* (5a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182. doi:10.1037//0022-3514.51.6.1173
- Bido, D. S., Godoy, A. S., Araujo, B. F. V. B., & Louback, J. C. (2010). A articulação entre as aprendizagens individual, grupal e organizacional: Um estudo no ambiente industrial. *Revista de Administração Mackenzie*, 11(2), 68–95. doi:10.1590/S1678-69712010000200004
- Bititci, U. S. (2015). *Managing business performance: The science and the art*. Chichester, UK: John Wiley & Sons. doi:10.1002/9781119166542.ch11
- Bowersox, D. J., Bowersox, J. C., Closs, J., & Cooper, M. B. (2014). *Gestão logística da cadeia de suprimentos* (4a ed.). Porto Alegre: AMGH.



- Brous, P., Janssen, M., & Herder, P. (2019). The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*, 51, 1–17. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008
- Chin, W. W. (1998). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22(1), vii–xvi.
- Chu, L., Chen, X., & Dang, S. (2013). Design and implementation of supply chain integrated system based on Internet of Things. *Applied Mechanics and Materials*, 433–435, 2395–2400. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.433-435.2395
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York: Lawrence Erlbaum Associates. doi:10.1016/C2013-0-10517-X
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto* (3a ed.). (M. F. Lopes, Trad.). Porto Alegre: Artmed. doi:10.26512/les.v13i1.11610
- Duong, H., & Paché, G. (2015). Intégration informationnelle et relationnelle au sein de la dyade chargeur/PSL: Une exploration dans le contexte vietnamien. *Actes de la 5ème Conférence ATLAS-AFMI*, Hanoi, Vietnam.
- Evdokimov, I. V., Alalwan, A. R. J., Tsarev, R. Y., Yamskikh, T. N., Tsareva, O. A., & Pupkov, A. N. (2019). A cost estimation approach for IoT projects. *Journal of Physics*, 1176, 1–8. doi:10.1088/1742-6596/1176/4/042083
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. doi:10.1177/002224378101800104
- Galegale, G. P., Silva, C. B. H., Siqueira, E., & Souza, C. A. (2016). Internet das coisas aplicada a negócios: Um estudo bibliométrico. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 13(1), 423–438. doi:10.4301/s1807-17752016000300004
- Gartner Group (2017). Gartner says 8.4 billion connected “Things” will be in use in 2017, up 31 percent from 2016. Recuperado de <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>
- Giudice, M. D. (2016). Discovering the Internet of Things (IoT) within the business process management: A literature review on technological revitalization. *Business Process Management Journal*, 22(2), 263–270. doi:10.1108/BPMJ-12-2015-0173
- Gomes, F. P. (1985). *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Piracicaba: Nobel.



- Hair, J. F., Anderson, R. E., Babin, B. J., Black, W. C., & Tatham, R. L. (2005). *Análise multivariada de dados* (5a ed.). (A. S. Sant'Anna, Trad.). Porto Alegre: Bookman.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2014). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Los Angeles: Sage.
- Hopkins, J., & Hawking, P. (2018). Big Data Analytics and IoT in logistics: A case study. *International Journal of Logistics Management*, 29(2), 575–591. doi:10.1108/IJLM-05-2017-0109
- Hübl, A., Altendorfer, K., & Jodlbauer, H. (2013). Influence of dispatching rules on average production lead time for multi-stage production systems. *International Journal of Production Economics*, 144, 479–484. doi:10.1016/j.ijpe.2013.03.020
- Iacobucci, D., Deng, X., & Saldanha, N. (2007). A mediation on mediation: Evidence that structural equation models perform better than regression. *Journal of Consumer Psychological*, 7(2), 140–154. doi:10.1016/S1057-7408(07)70020-7
- Kazimírová, J., Busa, M., & Puskás, E. (2015). Structure of corporate logistics costs. *The International Journal of Transport & Logistics*, 15, 1–11.
- Macaulay, J., Buckalew, L., & Chung, G. (2015). *Internet of Things in logistics*. Troisdor: DHL Trend Research, Cisco Consulting Services. Recuperado de [http://www.dhl.com/content/dam/Local\\_Images/g0/New\\_aboutus/innovation/DHLTrendReport\\_Internet\\_of\\_things.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/Local_Images/g0/New_aboutus/innovation/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf)
- Machline, C. (2011). Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, 51(3), 227–231. doi:10.1590/S0034-75902011000300003
- Marques, F. (2017). O Brasil da internet das coisas. *Pesquisa Fapesp* (ed. 259). Recuperado de <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/09/21/o-brasil-da-internet-das-coisas/>
- Marquez, F. P. G., Nieto, M. R. M., & Pardo, I. P. G. (2015). Competitiveness based on logistic management: A real case study. *Annals of Operations Research*, 233(1), 157–169. doi:10.1007/s10479-013-1508-z
- Martello, L. L., & Dandaro, F. (2015). Planejamento e controle de estoque nas organizações. *Revista Gestão Industrial*, 11(2), 170–185. doi:10.3895/gi.v11n2.2733
- Nassar, V., & Horn, V. M. L. (2014). A internet das coisas com as tecnologias RFID e NFC. *11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*, São Paulo, SP, Brasil. doi:10.5151/designpro-ped-00043



- Paiva, E. L., Finger, A. B., & Teixeira, R. (2014). Novas tecnologias e desempenho operacional: Um estudo internacional comparativo. *Revista Administração de Empresas*, 54(2), 126–140. doi:10.1590/S0034-759020140202
- Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things – IoT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 6122–6131.
- Pathak, P. B. (2016). Internet of Things: A look at paradigm shifting applications and challenges. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 7(2), 49–51. doi:10.26483/ijarcs.v7i2.2630
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 96–112. Recuperado de <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>
- Prasad, G., & Singh, Y. N. (2015). Logistic management: A case study with special reference on physical infrastructure. *Anusandhanika – Research Journal of Commerce & Business Management*, 7(1), 100–104.
- Presser, M., & Gluhak, A. (2009) The Internet of Things: Connecting the real world with the digital world. *EURESCOM mess@ge – The Magazine for Telecom Insiders*, 2.
- Ringle, C. M., Bido, D., & Silva, D. (2014). Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. *Revista Brasileira de Marketing*, 13(2), 56–73. doi:10.5585/remark.v13i2.2717
- Rodrigues, A., Lynch, D., & Stank, T. (2004). Linking strategy, structure, process, and performance in integrated logistics. *Journal of Business Logistics*, 25(2), 65–94. doi:10.1002/j.2158-1592.2004.tb00182.x
- Saurin, G., Raupp, M., & Trento, F. C. (2014). Gestão de estoques: Controle da matéria-prima em uma empresa produtora de aditivos para alimentos. *Revista Thêma et Scientia*, 4(2), 8–21.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial* (D. M. Miranda, Trad.). São Paulo: Edipro.
- Ting, C.-K., & Liao, X.-L. (2013). The selective pickup and delivery problem: Formulation and a memetic algorithm. *International Journal of Production Economics*, 141, 199–211. doi:10.1016/j.ijpe.2012.06.009
- Tu, M. (2018). An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management. *Department of Transportation Science*, 29(1), 131–151. doi:10.1108/IJLM-11-2016-0274

- Williamson, O. E. (2007). Transaction cost economics: An introduction. *Economics Discussion Papers*, 1(2007–3), 1–32. doi:10.2139/ssrn.1691869
- Yu, X., & Bai, Y. (2013). Internet of Things and its application in intelligent logistics. *Applied Mechanics and Materials*, 241–244, 3201–3204. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.241-244.3201
- Zhang, F., He, H., & Xiao, W. (2013). Application analysis of Internet of Things on the management of supply chain and intelligent logistics. *Applied Mechanics and Materials*, 411–414, 2655–2661. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.411-414.2655

## NOTAS DOS AUTORES

**Yan M. Lopes**, mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas (PPGA), Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM); **Roberto G. Moori**, doutor pelo Departamento de Engenharia da Produção, Universidade de São Paulo (USP).

Yan M. Lopes é agora doutorando do PPGA-UPM; Roberto G. Moori é agora professor titular do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA) da UPM.

Correspondências sobre este artigo devem ser enviadas para Yan M. Lopes, Rua da Consolação, 896, Prédio 45, Consolação, São Paulo, São Paulo, Brasil, CEP 01302-907.

E-mail: yanlopes152@gmail.com

### CORPO EDITORIAL

Editor-chefe  
Gilberto Perez

Editor associado  
Maurício Reinert do Nascimento

Suporte técnico  
Vitória Batista Santos Silva

### PRODUÇÃO EDITORIAL

Coordenação editorial  
Jéssica Dametta

Preparação de originais  
Carlos Villarruel

Revisão  
Paula Di Sessa Vavlis

Diagramação  
Emap

Projeto gráfico  
Libro