

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO

THE IMPORTANCE OF THE INFORMATION TECHNOLOGY IN ROAD TRANSPORTE

Silvio César Furlaneti, FATEC (Americana), silviofurlaneti@yahoo.com.br

Maria Cristina Aranda, FATEC (Americana), mcrisaranda@gmail.com

RESUMO:

Este estudo é uma revisão sistemática de literatura caracterizada como uma pesquisa do tipo bibliográfica de abordagem qualitativa. O objetivo geral foi investigar a influência da tecnologia da informação como vantagem competitiva nas empresas que utilizam o modal rodoviário e contou com dois objetivos específicos: verificar quais são as tecnologias mais utilizadas; e identificar como e, se elas contribuem para o aumento da competitividade e da produtividade durante a distribuição física. A fundamentação teórica foi baseada nas estratégias, nas variáveis relacionadas às atividades logísticas e nos indicadores que confirmaram a importância do uso das tecnologias para a compreensão, interpretação e simulação de cenários prospectivos no setor de transporte rodoviário de cargas. Dentre as ferramentas mais utilizadas no transporte rodoviário, pôde-se verificar que as que estão ligadas à Inteligência Artificial, como o Machine Learning, o Big Data e os atuais sistemas de roteirização, como o GPS, a RFID e a telemetria, podem ser considerados os mais promissores para a área.

Palavras-chave: Logística, Transporte rodoviário, Tecnologia da Informação.

ABSTRACT:

This study is a systematic review of the literature characterized as a bibliographic research with a qualitative approach. The general objective was to investigate the influence of information technology as a competitive advantage in companies that use the road modal and had two specific objectives: to verify which are the most used technologies; and to identify how and if they contribute to the increase in competitiveness and productivity during the physical distribution. The theoretical framework was based on strategies, variables related to logistics activities and indicators that confirmed the importance of using technologies for understanding, interpreting and simulating prospective scenarios in the road freight transport sector. Among the most used tools in road transport, it was verified that those linked to Artificial Intelligence, such as Big Data, Machine-learning and current routing systems, such as GPS, RFID and telemetry, can be considered the most promising for the area.

Keywords. Logistics; Road transport; Information Technology.

1. introdução

"A logística é um assunto vital. É um fato econômico que tanto os recursos quanto os consumidores estão espalhados numa ampla área geográfica"
(Ronald Ballou)

Essa concepção de logística definida por Ballou (1993), sobre as atividades está relacionada à ascensão do pensamento na logística empresarial e envolve o planejamento para a implementação, para a armazenagem e para o controle dos fluxos dos produtos e serviços.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Analisando sob este ponto de vista, a logística é uma atividade que agrega valor à cadeia suprimimentos para a eficiência nas organizações e, de acordo com Lepchak e Voese (2020), inclui desde o processo inicial (produção) até o processo final (entrega do produto) considerando a localização, o tempo e as expectativas dos consumidores.

Ademais, a circulação dos produtos dentro do território brasileiro e a infraestrutura do transporte são pensadas a partir de dois aspectos destacados por Silveira (2018): 1) a logística de Estado para aprimorar o planejamento territorial e a movimentação de cargas; e 2) a logística corporativa direcionada à otimização do processo de custos dos transportes para a distribuição e o armazenamento dos produtos.

A logística de Estado para o transporte teve início em 1993 por meio do Programa de Concessões de Rodovias Federais gerenciado pelo Ministério dos Transportes. A partir de 2001, a lei nº 10.233 atribui à ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres) o estudo, o planejamento e a concessão de rodovias que, até 2019 contava com 21 concessões de rodovias de aproximadamente 10.134 km interligando trechos dessas rodovias em diversos estados brasileiros (ANTT, 2019).

Por isso, o transporte rodoviário de cargas, objeto de estudo deste trabalho, tornou-se predominante no Brasil. Diante desse contexto de infraestrutura territorial para os transportes e adoção de estratégias para o escoamento desses produtos, a tecnologia conforme, Dalla Santa, Mussi e Nascimento (2016) converteu-se como um elo intermediário para as práticas comerciais e industriais. Tem-se como hipótese, que o levantamento de dados sobre o produto e sobre o cliente aliados ao uso de tecnologias como mais um recurso para auxiliar nesse diagnóstico, *check-up* e representação de cenários, pode auxiliar na tomada de decisão aumentando assim a vantagem competitiva.

Dessa forma, a questão norteadora desse estudo se apresenta da seguinte forma: Qual a influência da tecnologia da informação como uma das vantagens competitivas nas empresas que utilizam o modal rodoviário?

O objetivo geral do estudo foi investigar a influência da tecnologia como vantagem competitiva nas empresas que utilizam o modal rodoviário e contou com dois objetivos específicos: 1) verificar quais são as tecnologias mais utilizadas; e 2) identificar como e se, elas contribuem para o aumento da competitividade e da produtividade durante a distribuição física.

Buscando verificar esse processo, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo bibliográfica, baseada, em bases acadêmicas que abordam o tema. A relevância do tema destaca-se pela importância da integração entre atividades logísticas, operadores logísticos e ambientes de cada organização. O uso da tecnologia da informação para a interpretação e construção de cenários poderá agregar conhecimentos no nível operacional, tático e estratégico para reestruturação das organizações.

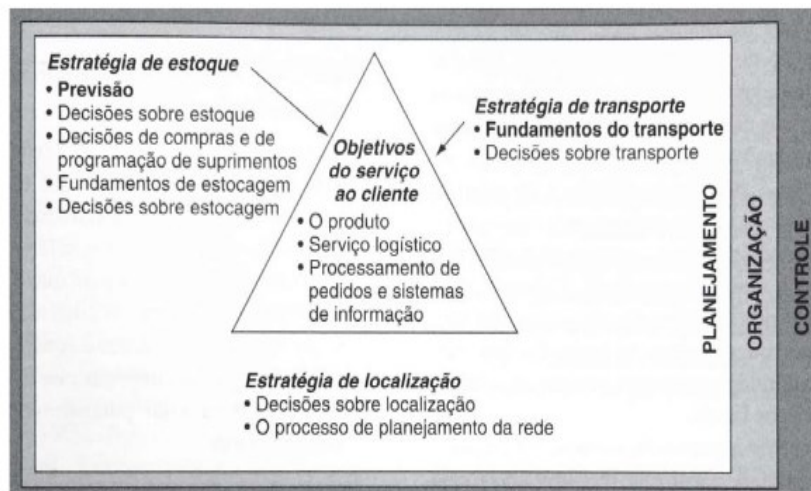
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo produtivo das organizações com foco no consumidor é baseado no conhecimento das estratégias organizacionais auxiliando o gestor durante sua atuação para a tomada de decisões em diferentes níveis, buscando a eficiência, diminuição de custos e o aumento da produtividade (LEPCHAK; VOESE, 2020).

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

A implementação das atividades essenciais à logística e ao gerenciamento do desempenho a partir da cadeia de suprimentos para o transporte rodoviário de cargas está relacionada às três principais tarefas: planejamento, organização e controle, conforme representado na figura 1.

Figura 1 – Triângulo do planejamento das atividades logística



Fonte: Ballou (2008, p.45)

Com o processo de globalização e da indústria 4.0, aumentou-se a eficiência nos serviços logísticos evidenciando a importância dos sistemas de transportes com sinergia às tecnologias que possibilitam a análise dessas estratégias mencionadas por Ballou (2008) - de estoque, de transporte e de localização para a tomada de decisões, administrando assim, as variáveis tempo e custo para a concretização dos lucros e aumento na competitividade dos serviços.

Desta forma, a importância da tecnologia da informação e da comunicação para os transportes, segundo Bowersox e Closs (2011), considerando as estratégias já citadas, está relacionada tanto aos custos operacionais como aos custos de capital. De acordo com Dalla Santa e Mussi (2016), envolvem o compromisso com prazos, ofertas, disponibilidade e ajustes para atender as necessidades do cliente. Além disso, os autores, acrescentam outros itens a serem avaliados, apoiando-se no estudo de caso realizado por Rodrigues *et al.* (2011), sendo eles: i) as avarias, perdas e extravios, ii) os acidentes de trânsito; iii) atrasos na coleta; iv) entregas no prazo; v) roubo de cargas; vi) ocorrências de cargas e vii) horas de treinamento para funcionários (DALLA SANTA; MUSSI, 2016, p. 219).

As tecnologias mais utilizadas conforme Correa *et al.* (2020) descrevem três momentos importantes na logística: a logística 1.0 entre o século XIX e XX, era da mecanização e da máquina a vapor; a logística 2.0 no final do século XX, que foi a era da automatização e da produção em larga escala; a logística 3.0 em meados de 1980 com a produção de computadores e de novas tecnologias de manufatura, compartilhando informações para a organização e controle dos processos produtivos que resultaram em uma nova visão dos procedimentos e estratégias para a tomada de decisões denominada logística 4.0.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

As tecnologias emergentes utilizadas na logística como uma ferramenta facilitadora na aplicação de recursos mais eficientes, ágeis e confiáveis ao processo de planejamento e gestão do transporte rodoviário tem sido apontadas na literatura de acordo com Correa *et. al.* (2020) a partir dos autores Lu, Papagiannidis e Alamano (2018); Zanella *et. al.* (2014); Macaulay, Buckalew e Chung (2015); Tu (2018); Richey Junior *et. al.* (2016) e Wang *et. al.* (2016) como:

a. A Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*), que tem como finalidade conectar tudo e todos, independente da hora e lugar, possibilitando o: gerenciamento do armazém, centralizando informações e compartilhando o espaço físico entre várias empresas; o monitoramento do tráfego através da comunicação entre os dispositivos de rede os dispositivos de *Global Positioning System* (GPS) conectados no veículo; a gestão da frota para reduzir custos e tempo com a atualização constante das informações e a visibilidade com a integração dos dados da cadeia de suprimentos, aumentando a confiabilidade das informações.

b. O *Big Data*, como o próprio nome sugere, relaciona-se à gestão de grande quantidade de dados e processamento de informações a partir de cinco conceitos: volume para a quantidade de dados; velocidade para a deliberação na decisão; variedade para a diversidade de dados; veracidade para a autenticidade dos dados e valor pela integridade da informações;

c. A *Radio Frequency Identification and Detection* (RFID), tecnologia de identificação automática conectada a um servidor que, captura por meio de ondas eletromagnéticas, *microchips*, dispositivos leitura e etiquetas, informações referente à localização física ao código do produto/fabricante/fornecedor com o intuito de melhorar o controle e a fiscalização dos produtos bem como, os demais processos logísticos do transporte: recebimento, separação, estoque e armazenagem em um alto nível de detalhamento dessas informações que, conseqüentemente reduz o tempo de trabalho pela rastreabilidade do produto e a visibilidade da cadeia de suprimentos e o custo dos mesmos (PINHEIRO, 2006; OLIVEIRA; TACO, 2018).

d. A Telemetria é definida por Carvalho e Mário (2019) “[...] como uma técnica de obtenção de dados à distância, com a transferência de dados coletados para o monitoramento, medição e controle em veículos com um computador de bordo e vários sensores”. Para os dados coletados de forma analógica são utilizados cabos entre os sensores do veículo e, a digitalização desses dados é capturada com o barramento CAN (*Controller Area Network*) também presente nos veículos modernos e são armazenadas em um banco de dados (*data warehousing*) que fica disponível na empresa ou as empresas recorrem ao *cloud computing* (computação nas nuvens) onde todo o trabalho é feito por servidores de outras empresas que são acessados através da Internet. A utilização da telemetria maximiza os lucros reduzindo os custos relacionados ao consumo do combustível, a manutenção preventiva e corretiva do veículo e o custo dos pneus.

e. O Rastreador via satélite é um sistema conhecido como GPS (*Global Positioning System*) com o objetivo de facilitar o cotidiano dos motoristas e criar uma *interface* para a comunicação dos motoristas e usuários finais (BURIN; DENARDI, 2019). O monitoramento via dispositivo GPS recebe coordenadas/informações de satélite e tem a função de “oportunizar as empresas e pessoas que fazem uso das tecnologias em questão, eficácia na

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

dinâmica do processo de embarque e desembarque de pessoas e coleta e entrega de produtos, para maior qualidade nos serviços prestados" por elas (SOUZA; QUERINO FILHO, 2018).

f. Os veículos autônomos que podem possuir uma dimensão de 20 cm de largura por 30 cm de altura operando sem a ajuda de um motorista são apresentados por Valmorbidia *et al.* (2018), e também largamente pesquisados na Universidade de São Paulo (USP, 2016). Eles já estão operando nos EUA em dois grandes projetos: o veículo autônomo do Google o "self-driving cars" da Tesla Motors. Se destacam por utilizar uma visão computacional e pela utilização de um *hardware* livre, conectado a um computador *Raspberry Pi3* que reconhece e processa o algoritmo da linha/rota, capturando imagens via câmera Pi de 15 *frames* por segundo através da biblioteca Open C e da linguagem de programação Python para acionar os motores indicando as rotas e direção do veículo.

g. Uso de *Machine-Learning* para a geração de cenários inteligentes com estratégias de ordenamento de espaço viário e de tráfego. Coimbra e Seco (2020) ressaltam a importância de aumentar a acessibilidade para resolver questões ligadas ao congestionamento para a agilidade dos serviços tornando-os mais competitivos e atrativos, além de aumentar sua capacidade e reduzir o tempo nos percursos realizados.

h. Os sistemas de roteirização e programação de veículos são "sistemas computacionais que, através de algoritmos, geralmente, heurísticos e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções" e é parte da estratégia empresarial para rotas que representam avanços significativos na qualidade e prazos de entrega como vantagem competitiva, confiabilidade, velocidade e flexibilidade nos canais de distribuição (MELLO; FERREIRA FILHO, 2001, p. 224). Na pesquisa desenvolvida por Santos, Simões e Vasconcelos (2018) aplicada ao setor de encomendas em uma transportadora e o planejamento do roteiro de entregas com o auxílio do Google Maps e do *software* Logware otimizaram tempo, reduziram os espaços e custos. Já no caso do uso do algoritmo do Caixeiro Viajante citado por Araripe e Kloeckner (2017) o problema de traçar uma rota com um menor percurso é comparado ao planejamento da cadeia de suprimentos, comparando à demanda e à forma de se relacionar com o cliente, ou seja, a eficiência na distribuição dos produtos agregando valor ao cliente e diminuindo os custos.

i. O *Blockchain* – tecnologia conhecida pelo *Bitcoin* (moeda digital) que está iniciando seu processo logístico para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Seu grande destaque está no processo de verificação que garante a confiabilidade, a rastreabilidade e a autenticação das informações, além da atualização constante para o gerenciamento dos contratos inteligentes. Possui uma estrutura aberta durante a interpretação e o desenvolvimento, porém as redes das cadeias de suprimentos podem exigir um blockchain fechado, privado e restrito a alguns participantes, sendo esta uma decisão final.

Se diferencia das demais cadeias de suprimentos por que faz uso de registradores para a autenticação dos participantes e para a visualização dos produtos garantindo a transparência; organiza os padrões priorizando a sustentabilidade "com bancos de dados distribuídos, imutáveis, transparentes e confiáveis, compartilhados por uma comunidade" (SABERI *et. al.* 2019, p.2122); utiliza os certificadores autorizados pelo auditor visando a integridade do sistema por meio do perfil digital para as transações financeiras que ocorrem na rede.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

A comparação entre as estratégias para o planejamento do processo logístico utilizado pelas tecnologias destacadas pode ser observada na tabela a seguir.

Tabela 1 – Comparação entre estratégias e vantagens no uso das tecnologias

Tecnologias	Estratégias utilizadas	Vantagens	Preocupações
Internet das Coisas (IoT – <i>Internet of Things</i>)	Controle de estoque, transporte e localização por meio da centralização das informações.	- Acesso constante às informações garantindo maior visibilidade e confiança; - Monitoramento para o gerenciamento da frota e redução do tempo e do custo;	- Segurança dos dispositivos; - Privacidade das informações.
<i>Big Data</i>	Controle de estoque, transporte e localização possibilitando o gerenciamento e o processamento das informações desde o processo inicial até o final;	- Organiza e agiliza os processos dentro da cadeia de suprimentos; - interpreta e analisa dados não-estruturados; - verifica, registra e certifica as informações aumentando a competitividade.	- Custos elevados de implementação; - Privacidade dos dados; - Possibilidade de erros devido grande volume de dados a serem analisados.
Radio Frequency Identification and Detection (RFID)	Organização e controle mediante a localização dos atores envolvidos no processo logístico.	- controle dos processos relacionados ao estoque e a armazenagem para a tomada de decisões sobre o transporte e a localização; - rastreamento dos produtos; - Eficácia e redução de custo;	- Custo elevado;

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Telemetria	Planejamento, organização e controle do estoque, transporte e principalmente da localização.	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidade para o atendimento das demandas; - Maximização dos lucros - melhora da qualidade e da competitividade; - Diminuição dos custos sobre o veículo desde a manutenção até o abastecimento de combustível. 	
Rastreador via satélite é um sistema conhecido como GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Controle do transporte e localização por meio do monitoramento .	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de comunicação mais efetiva entre a empresa/funcionário/consumidor; - Eficácia durante processo de localização e agilidade na entrega. 	
Veículos autônomos	Controle do transporte e da localização da rota.	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência e agilidade nos processos; - Diminuição de custos operacionais; - Maximização dos lucros. 	Encontra-se em testes de desenvolvimento sobre o tempo adequado as operações.
<i>Machine-Learning</i>	Planejamento, organização e controle sobre o estoque, o transporte e a localização.	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de cenários inteligentes analisando eventos – uso da inteligência artificial; - Agilidade dos serviços; - Aumento da competitividade e da capacidade de produção; - Redução do tempo nos percursos; - Diminuição dos custos. 	
Os sistemas de roteirização e programação de veículos	Planejamento, organização e controle do transporte.	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso constante das informações auxilia na tomada de decisões; - Aumento da qualidade - confiabilidade; - Agilidade na entrega – vantagem competitiva; - Diminuição dos custos. 	
<i>Blockchain</i>	Planejamento, organização e controle do estoque, transporte e localização.	<ul style="list-style-type: none"> - rastreamento, verificação e autenticação das informações; - Uso de registradores; - Foco na sustentabilidade; - Uso de certificadores para identificar perfil digital. 	<ul style="list-style-type: none"> - Está em estágio inicial de desenvolvimento; - Desafios para integrar práticas de sustentabilidade á cadeia de suprimentos.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Percebe-se portanto, que a potencialidade das tecnologias estão no processo de rastreamento conferindo maior visibilidade e controle do processo logístico para a tomada de decisões. As tecnologias que mais se destacam pela sua eficiência priorizam a estratégia de localização levando em conta as variáveis tempo e custo, considerando como foco principal na cadeia de suprimentos o atendimento aos objetivos do cliente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Considerando a pergunta inicial sobre a influência da tecnologia da informação pode interferir na vantagem competitiva das empresas que utilizam o modal rodoviário, este estudo, baseado na revisão sistemática da literatura, mostra esta benéfica interferência. Foi feita uma investigação de abordagem qualitativa, tendo como foco em dados descritivos encontrados em artigos, livros e documentos, caracterizando-a do tipo bibliográfica já que se propõe a explorar referências teóricas com o objetivo de "[...] permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente" (GIL, 2008, p. 50).

A técnica utilizada para a coleta de dados conforme destaca Gerhardt e Silveira (2009, p. 68), ou seja, "[...] a busca por informações para a elucidação do fato ou fenômeno que o pesquisador quer desvendar" foi realizada por meio das palavras-chaves: transporte rodoviário, tecnologias e logística, através das plataformas Spell e SciELO e no Google Acadêmico. Foram consultadas bibliotecas eletrônicas multidisciplinares de periódicos científicos brasileiros, a BIREME que disponibiliza produções científicas das áreas de Administração, Contabilidade e Turismo.

Findado esse processo, definiu-se um conjunto de 22 artigos para leitura integral, anotação das informações relevantes e a identificação das relações entre os pontos convergentes/divergentes de cada um deles.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o dicionário Michaelis (2020), o termo tecnologia pode ser definido como: i) conjunto de processos, métodos, técnicas e ferramentas relativos à arte, indústria, educação. ii) conhecimento técnico e científico e suas aplicações a um campo particular; iii) tudo o que é novo em matéria de conhecimento técnico e científico; iv) linguagem peculiar a um ramo determinado do conhecimento, teórico ou prático e v) aplicação dos conhecimentos científicos à produção geral. Essas definições evidenciam o estudo de técnicas e ferramentas para a aplicação a um determinado campo, no caso deste trabalho, a produção de bens e serviços.

A investigação da influência da tecnologia como vantagem competitiva nas empresas que utilizaram o modal rodoviário apresentaram o uso de técnicas, métodos e ferramentas para avaliar as atividades logísticas tanto de forma qualitativa quanto quantitativa a partir das variáveis de entrada e saída. Nos estudos de Lepchak e Voese (2020), foi utilizada a

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

técnica (DEA)¹ da contabilidade gerencial para analisar a eficiência das atividades logísticas dos modais que envolvem o transporte e a movimentação de cargas no Brasil. Partindo das variáveis de entrada (insumos) e de saída (produtos), optou-se pela eficiência alocativa (EA) já que o uso dos recursos sem desperdícios aumenta as proporções de produção e quando são distribuídos geograficamente favorecem a competitividade na medida em que possibilitam oferecer melhores preços aos consumidores e uma melhor ocupação da empresa no mercado.

Desta forma, para comparar cada modal de transporte à sua eficiência logística mediante as suas especificidades Bowersox e Closs (2011), descreve cinco elementos que inferem diretamente nas variáveis custo e tempo organizadas no quadro 1.

Quadro 1- Variáveis da eficiência logística

Elementos	Referência	Modal indicado como mais eficiente
Velocidade	Tempo de movimentação em determinada rota	Aéreo
Disponibilidade	Capacidade de atender qualquer destino	Rodoviário
Confiabilidade	Possibilidade de alterar, se necessário, programações de entregas	Rodoviário/Hidroviário
Capacidade	Possibilidade de lidar com qualquer tipo de carga e de tamanhos variados	Hidroviário/Ferrovário
Frequência	Quantidade da movimentação de cargas	Hidroviário

Fonte: Adaptado pelos autores de Lepack e Voese (2020) e de Bowersox e Closs (2011).

Os escores das atividades de cada modal apontaram como mais eficiente: o transporte aéreo embora a geração de lucros seja limitada ao tamanho do avião; como mais utilizado o transporte rodoviário e por último, o transporte ferroviário/hidroviário mesmo com uma cobrança menor de fretes quando comparada ao transporte rodoviário.

Levando em consideração esses outros elementos destacados por Bowersox e Closs (2011), Ribeiro *et al* (2019) ressaltam sobre a cobrança de taxas no serviço público brasileiro que circundam o Transporte Rodoviário Internacional de Cargas (TRIC) por algumas entidades públicas brasileiras que encontram dificuldades em especificar um valor único baseado no custo ou potencial do serviço utilizado. Por esse motivo, desenvolveram um método de cálculo para as taxas do transporte rodoviário internacional de cargas baseado na técnica MIVE (método de identificação de valores de emolumentos) desenvolvidas pela ANTT por meio da identificação as atividades, do tempo, dos gastos e dos custos.

Em continuidade a esse estudo, Ribeiro, Peixoto e Pinto (2019) postularam a necessidade de uma harmonização das normas para esse transporte por parte de cada Estado para garantir o acesso entre países da América do Sul a fim de assessorar negociações internacionais na regulamentação de pesos e dimensões do TRIC. Para isso, Silveira (2018) propõe uma integração entre a logística de Estado e a logística corporativa alinhando os

¹ A técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA) é um método não paramétrico para processar fatores e estabelecer as atividades logísticas eficientes, por meio de escores (LEPCHAK; VOESE, 2020).

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

objetivos de ambas para a reconfiguração do espaço e ampliação da produtividade e competitividade.

Dada as estratégias para a gestão do transporte rodoviário relativas à infraestrutura, como rodovias, portos e pontos de apoio; aos veículos e tipos de cargas e a integração de outros elementos que da mesma maneira se conectam como as transportadoras, seguradoras, fiscais, sindicatos, operadores logísticos etc., Dalla Santa, Mussi e Nascimento (2016) pesquisaram a influência do uso da tecnologia da informação tendo como parâmetro o desempenho das atividades no transporte rodoviário e consideram que essa complexidade entre os elementos e a concorrência que recai diretamente sobre os custos pode afetar o melhor funcionamento dos serviços. Logo, o uso de tecnologias, "representado pelas áreas de TMS, SCE, FFA e FFM² influencia o desempenho de serviço de transporte de carga, em especial: custos, velocidade, precisão, segurança, comunicação, coordenação interorganizacional e vantagem competitiva".

Vale destacar que, sua contribuição depende do estudo das características de cada empresa e do planejamento de estratégias sem considerar apenas as variáveis financeiras pois, deve incluir principalmente a perspectiva das empresas privadas e o ponto de vista dos gestores. Posto isto, a gestão desse processo envolve as quatro áreas principais: 1) Gerenciamento de Transportes (Transportation Management) incluindo o planejamento, a organização e a execução utilizando um ERP (Enterprise Resource Planning) no gerenciamento de transportes integrados aos SIG (Sistema de Informações Geográficas) associadas a um mapa; 2) Supply Chain Execution (SCE) para a execução da cadeia de suprimentos como meio de gerenciar e automatizar a troca de informações em cada momento das etapas de distribuição com o EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados) e *site*; 3) Field Force Automation (FFA) para a automação da força de campo por meio da integração entre tecnologia móvel e de apoio no trabalho remoto e em processos de negócios corporativos com o uso de *wi-fi*, celulares, sistemas de satélites e RFID (Radio Frequency Identification) e 4) Fleet and Freight Management (FFM) para a gestão de frota e fretes a partir de relatório elaborado pelos gestores, referente ao tempo de: viagem dos veículos, de serviço, pontos de entrega visitados e temperatura da carga com câmeras para a captura e transferência de dados em banda larga em rede de dados fixos.

Para tanto, Dalla Santa Mussi e Nascimento (2016) e Dalla Santa e Mussi (2016) destacam que as variáveis teóricas e alguns indicadores sob a influência do uso dessas tecnologias na visão dos prestadores de transportes podem apresentar alguns resultados, como por exemplo: os custos podem ter o aprimoramento no uso dos recursos, otimizando assim o nível operacional devido à integração e padronização do controle desses processos; a velocidade considerando o aumento no número de entregas que também pode reduzir o tempo pela disponibilidade de acesso às informações referentes aos pedidos ao acessar dados do cliente; a precisão pode garantir a redução de erros humanos com os sistemas de alerta via sistema e o uso de leitor de código de barras; a segurança por meio do rastreamento de frotas e mercadorias contribuindo para a prevenção de roubos, redução de avarias e indenizações; a comunicação integrada e padronizada de processos e a troca de informações em tempo real para a previsibilidade das operações e agilidade nas

² TMS (transport Management System); SCE (Supply Chain Execution); FFA (Field Force Automation); FFM (Fleet and Freight Management).

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

comunicações; a coordenação inter organizacional encurtando as distâncias relacionadas aos espaços geográficos, facilitando a comunicação e integração com o cliente e a vantagem competitiva que não acarreta desvantagens em relação à concorrência mas, em alguns casos, o custo-benefício dependendo da característica da empresa pode não compensar.

Bartholomeu e Caixeta-Filho (2016) avaliaram as estratégias logísticas do ponto de vista ambiental para a redução das emissões de CO₂ no transporte rodoviário de cargas e sugerem,

[...] a partir de investimentos da indústria fabricante de caminhões direcionados ao desenvolvimento de tecnologias voltadas ao aumento da eficiência dos veículos (tais como tecnologias "on-board", redução de peso do veículo, melhoria na eficiência do motor, redução da resistência ao rolamento, por exemplo) e também pelos gestores de frotas, através da inserção de sistemas de gestão, adoção de manutenção preventiva ou realização de treinamentos de motoristas). Particularmente para o caso de combustível. Caso contrário, o enorme esforço que vem sendo despendido em favor dos benefícios ambientais esperados do biodiesel, considerado um combustível limpo e renovável, acabará sendo questionado. (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO, 2016, p.19).

Blois e Martins (2017) buscando identificar oportunidades (eventos) e minimizar os riscos (incertezas) desenvolveram um modelo de criação e análise de cenários do transporte rodoviário de cargas na região do Rio Grande do Sul com probabilidade de acontecer entre 1 de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2020 integrando duas ferramentas para a tomada de decisões: o método Grumbach e a modelagem hard.

Os cenários possibilitaram uma visão qualitativa a partir da técnica de *brainstorming* e das contribuições de dez especialistas do transporte de cargas sendo: dois representantes do setor; um do sindicato; um do governo; três empresários e três professores/pesquisadores em vinte e cinco eventos macroeconômicos, regionais e setoriais com probabilidade de ocorrer entre 2016 e 2020 maior ou igual a 60% e com relevância maior ou igual a 7.

A construção desses cenários deu-se através de uso de um *software*, alinhado às ferramentas de previsão – o Método Grumbach para a previsão de cenários com intervalos nos eventos disponibilizados pela ferramenta Delphi. A quantificação dos eventos deu-se por meio de um sistema dinâmico de (modelagem *hard*)³ junto ao *software* IThink, do grupo Stella introduzindo a análise multivariada dos peritos a cada inserção de um novo evento a uma variável independente ou uma variável dependente ao se encontrar correlações integradas à estatística que foi avaliada no modal de transporte rodoviário.

Em outro estudo desenvolvido por Blois e Finamore em 2018 sobre o planejamento estratégico setorial e regional na mesma região pesquisada por Blois e Martins em 2017, o modelo de integração seguiu com o método Grumbach e a utilização do *software* - Puma (*Pointwise Unconstrained Minization Approach*) para a apuração de cenários mediante a

³ Método Grumbach criado por Marcial e Grumbach em 2012. Gera cenários de interpretação por meio da demonstração da probabilidade e improbabilidade de ocorrências em eventos futuros.

Dinâmica de Sistemas (modelagem hard), técnica de simulação da análise multivariada de especialistas em diferentes áreas de conhecimento do meio acadêmico na *Harvard Business Review*.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

interpretação da probabilidade dos eventos acontecerem nos próximos cinco anos a contar de 1 de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2020 e a observação das evidências para previsões/alterações futuras. Pode-se identificar informações referentes às "oportunidades e ameaças do ambiente externo, pontos fortes e fracos do ambiente interno, fundamentando decisões estratégicas e operacionais no presente" (BLOIS; FINAMORE, 2018, p.189).

Brighenti e Silva (2016) a partir de seus estudos atribuíram às incertezas do ambiente às rodovias e a gestão de risco à percepção dos gestores alegando que "o mapeamento das áreas de risco, a probabilidade e impacto de ocorrência, os pacotes de *software* e a análise de eventos passados, [que] são utilizados pelas empresas investigadas para lidar com os riscos relacionados as rodovias" como "[o rastreamento via satélite, a adoção de seguros de cargas de veículos, a análise de frota e a instrução de treinamento aos colaboradores" (BRIGHENTI; SILVA, 2016, p.213).

Sendo assim, de acordo com Dalla Santa e Mussi (2016) sob a ótica dos prestadores de serviço o uso da Tecnologia da Informação influenciam diretamente o desempenho do serviço de transporte potencializando algumas vantagens competitivas relacionadas às variáveis: "custos, velocidade, precisão da informação, segurança, comunicação intra e inter organizacional e coordenação interorganizacional" podendo ainda melhorar por exemplo, o indicador de *performance* de não conformidade concretizado em "velocidade, precisão, comunicação e segurança" (DALLA SANTA; MUSSI, 2016, p. 244).

Dentre as barreiras destacadas pelos pesquisadores aqui citados, as barreiras internas, ou seja, os pontos fracos dizem respeito à insegurança dos gestores na adoção de novas tecnologias; ao investimento tanto da aquisição dessa nova tecnologia como a capacitação e as ameaças (barreiras externas) à mudança de integrantes da cadeia; a falta de capacitação de pessoal e de comunicação em algumas cidades impossibilitando a eficácia do sistema.

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista a influência da tecnologia como uma vantagem competitiva nas empresas que utilizam o modal rodoviário, baseada na integração das atividades ao fluxo de produtos e serviços, pode-se observar o uso tanto de ferramentas tecnológicas como o uso de *softwares*.

O uso da tecnologia da informação e o desempenho de serviço no transporte rodoviário apresentados nos estudos desenvolvidos confirmaram a hipótese inicial sobre sua contribuição como uma vantagem competitiva para as empresas na medida em que o levantamento de dados sobre o produto e o cliente corroboram para a redução de custos a otimização dos recursos.

A inclusão das tecnologias na estrutura organizacional possibilitou um diagnóstico por meio da interpretação, do *check up* e da simulação de situações a partir dos contextos auxiliando na negociação das práticas comerciais e industriais.

A partir da visão aqui exposta, foi possível observar que as TIC's (Tecnologias da Informação e da Comunicação) são utilizadas tanto no nível operacional para o acompanhamento e rastreamento da mercadoria pelos clientes quanto no gerencial, oferecendo assim informações que, após a análise dos gestores transformam-se em indicadores que

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

podem contribuir para a competitividade nas empresas avaliadas. As quatro áreas priorizadas pelos gestores são a organização e o gerenciamento do transporte por meio de mapas de localização, troca de informações em tempo real e as tecnologias *on-board* para o rastreamento dos veículos e produtos.

As tecnologias mais utilizadas são ERP, SIG, SCE, EDI, FFA e a RFID. Dentre as tecnologias emergentes encontramos a IoT, o Big Data, a telemetria, os veículos autônomos, o Machine-learning e os sistemas de roteirização dos veículos.

Como foi identificada uma restrição na participação da comunicação pública, ou seja, no oferecimento dos mesmos recursos para as pequenas cidades e grandes centros, recomenda-se a definição de métricas para as variáveis relacionadas ao desempenho do serviço de transporte em pesquisas futuras.

Destaca-se uma lacuna nas pesquisas relacionadas aos caminhões autônomos e por isso, sugere-se novas pesquisas relacionadas ao tema. Chegou-se à conclusão de que as variáveis que podem agregar valor à cadeia de suprimentos é o tempo e os custos dos modais e, que a utilização das tecnologias como ferramentas de apoio e como estratégia organizacional, a logística pode contribuir de forma significativa na eficiência dos processos.

A escolha da tecnologia a ser utilizada depende das variáveis analisadas

Referências

ANTT, A. -. ANTT. **ANTT - Histórico das concessões rodoviárias**. 2019. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/concessoes-rodoviaras->. Acesso em 24 abr. 2020.

ARARIPE, Raynner Braga; KLOECKNER; Natália Varela da Rocha. Problema do caixeiro viajantes (PCV) aplicado a otimização de uma distribuidora de óleo lubrificante a granel em Fortaleza e região metropolitana. **Revista de Engenharia da UNI7**, Fortaleza, v. 1, n.1, p. 137-185, jul./dez. 2017.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; PÉRA, Thiago Guilherme; CAIXETA-FILHO, José Vicente. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO2 no transporte rodoviário. **The Journal of Transport Literature**, vol. 10, n. 3, p. 15-19, jul. 2016.

BLOIS, Henrique Dias; FINAMORE, Eduardo Belisario Monteiro de Castro. Planejamento setorial e regional: um modelo de integração entre ferramentas de previsão aplicado ao transporte rodoviário de cargas. **Revista Eletrônica Desenvolvimento em Questão**, Editora Unijuí, v. 16, n. 45, p.170-190, out./dez. 2018.

BLOIS, Henrique Dias; MARTINS, Ricardo Silveira. A model of integration among prediction tools: applied study to road freight transportation. **Revista de Administração da USP**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 3-14, mar. 2017.

BOWERSOX, David J.; CLOSS, Donald J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos**. Tradução Equipe do Centro de estudos em logística, Adalberto das Neves; coordenação de Paulo Fernando Fleury, Cesar Lavalle. – 1ª ed. – 10. Reimp. São Paulo, Atlas, 2011.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

BRIGHENTI, Josiane; SILVA, MARCIA Zanievicz. Percepção da incerteza do ambiente e gestão de risco: um estudo em organizações prestadoras de serviço de transporte rodoviário de cargas. **Revista Base (Administração e Contabilidade) da UNISINOS**, v. 13, n. 3, jul./set. 2016.

BURIN, Ana Clara; DENARDI, Davi Frederico do Amaral. Desenvolvimento de telas para GPS destinado a transporte de cargas: design digital. SATC- Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <http://repositorio.satc.edu.br/bitstream/satc/353/2/ANA%20%20CLARA%20BURIN.pdf>. Acesso em: 05 out. 2020.

CARVALHO, Anderson Fernando de Medeiros; MARIO, Poueri do Carmo. A influência da telemetria nos custos operacionais de uma empresa do segmento de transporte urbano de cargas. **Anais Eletrônicos do XXVII Congresso Brasileiro de Custo (2019)**. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4591>

COIMBRA, Luís; SECO, Álvaro. Alocação ótima de espaço canal rodoviário a diferentes modos: novas ferramentas de análise. Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente (CITTA). Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Portugal, p. 1-10, 2020. Disponível em: http://www.crp.pt/docs/A54S218-9CRP_Artigo_64.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

CORREA, Jobel Santos *et. al.* IoT e BDA no cenário brasileiro de logística futura 4.0. *Production*, v. 30, p. 1-14, São Paulo, mar. 2020.

DALLA SANTA, Edson Donizetti; MUSSI, Clarissa Carneiro. Desempenho no transporte rodoviário de cargas: potencialidade e limitadores no uso da tecnologia da informação e comunicação (TIC). **Revista Gestão e Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 16, n. 1, p. 210-233, jan./abr. 2016.

DALLA SANTA, Edson Donizetti; MUSSI, Clarissa Carneiro; NASCIMENTO, Edson. Uso da Tecnologia da informação e desempenho do serviço de transporte rodoviário de cargas. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 184-207, set./dez. 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEPCHAK, Alessandro; VOESE, Simone Bernardes. Avaliação da eficiência das atividades logísticas utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 27, n. 12, p.1-20, mar.2020.

LU, Y.; PAPAGIANNIDIS, S.; ALAMANOS, E. Internet of things: a systematic review of the business literature from the user and organizational perspectives. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 285-297, 2018.

MACALAY, J.; BUCKALEW, L.; CHING, G. Internet of Things in logistics. **DHL Trend Research**, v. 1, p.1-27, 2015.

MELO, André Cristiano da Silva; FERREIRA FILHO, Virgílio Martins Ferreira. Sistemas de roteirização e programação de veículos. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 2, p. 223-232, jul./dez.2001.

OLIVEIRA, Carlos Magno da Silva; TACO, Pastor Willy Gonzales. Big Data e Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV: aplicações para o setor de concessão de rodovias no Brasil. IN: 32 Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET, Gramado, 04 de novembro a 07 de novembro de 2018. **Anais eletrônicos [...]** Brasília: Programa de Pós-Graduação em Transportes de Brasília –UNB, 2018. Disponível em: http://www.anpet.org.br/anais32/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Trafego%20em%20Rodovias%20I/6_601_RT.pdf. Acesso em 05 out. 2020.

PINHEIRO, José Maurício dos Santos. Identificação por Radiofrequência: aplicações e vulnerabilidades da tecnologia RFID. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 1, n.2, nov. 2006, pp. 18-32. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/889>. Acesso em 05 out. 2020.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

RIBEIRO, Hugo Alves Silva *et. al.* Método para cálculo de emolumentos de serviços públicos: uma aplicação ao transporte rodoviário internacional de cargas. **Revista Serviço Público Brasília**, v. 70, n.3, p. 402-428, jul./set.2019.

RIBEIRO, Hugo Alves Silva; PEIXOTO, Nathane Eva Santos; PINTO, Kleber Carlos Ribeiro. Harmonização de normas para o transporte rodoviário internacional de cargas entre países da América do Sul. **Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais**, v. 4, n. 1, julho/2019, p. 131-151.

RICHEY JUNIOR, R. C. *et.al.*A global exploration of Big Data in the supply chain. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 46, p. 710-739, 2016.

[RODRIGUES, Enio Fernandes *et.al.*Utilização de indicadores da qualidade para a análise de eficiência dos processo em empresas de transporte rodoviário de cargas.**Inovação, Gestão e Produção**, v.3, n.9, p. 001-003, 2011.](#)

[SABERI, Sara *et.al.* Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, 2019, p. 2117-2135.](#)

SANTOS, Williane Lopes; SIMÕES, Igor Gírlan Nunes; VASCONCELOS, Cleiton Rodrigues. Aplicação da ferramenta do software Logware com o módulo Rouseteq. Estudo de caso: roteirização de entrega de encomendas em uma empresa e transporte rodoviário. São Cristóvão, **Anais Eletrônico do X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (2018)**, p. 231-245. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1mOw6oPFs7YOSZkWjGIH7fUTsSOEq-KQC/edit>. Acesso em 05 out. 2020.

SILVEIRA, Marcio Rogério. Transportes e a logística frente à reestruturação econômica no Brasil. **Mercator** (Fortaleza) [online]. vol.17, P. 1-20, 2018. DOI: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/e17008>

SOUZA, Clodoaldo José de; QUERINO FILHO, Luis Carlos. Plataforma embarcada: um rastreador de veículos de transporte terrestre. **Revista Eletrônica eF@tec**, Garça, v. 8, n.1, p.2-9, dez. 2018.

TECNOLOGIA. *In*: MICHAELLIS, Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. Melhoramentos: 2020. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/tecnologia/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

TU, M. Na exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management – a mixed research approach. **The International Journal of Logistics Management**, p.1-10, 2018.

VALMORBIDA, Julia *et al.* Veículo autônomo por uma visão computacional. *In*: Anais da XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI), **Anais eletrônicos [...]** São Bento do Sul, v. 1, n.1, 2018. Disponível em: <http://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/micti/article/view/921/760>. Acesso em 05 out. 2020.

WANG, G.; GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T.; PAPADOPOULOS, T. Big Data analytics in logistics and supply chain management: certain investigations for research and application. **International Journal of Productions Economics**, v. 176, p. 98-110, 2016.

ZANELLA, A. *et.al.*Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things Journal**, v.1, p. 22-32, 2014.

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Silvio Cesar Furlaneti

A importância da Tecnologia da Informação no Transporte Rodoviário

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Logística pelo Centro Paula Souza – FATEC Faculdade de Tecnologia de Americana.

Área de concentração: Tecnologia no transporte rodoviário.

Americana, 11 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:

Dr. Maria Cristina Aranda

Ms. Mauro Roberto Schluter

Ms. Felipe Pereira Lucio Martins