

MODELO DE LOCALIZAÇÃO E ALOCAÇÃO DE PRODUTOS DE *E-COMMERCE*: UM ESTUDO DE CASO

MODEL OF LOCATION AND ALLOCATION OF E-COMMERCE PRODUCTS: A CASE STUDY

Versão do autor aceita publicada online: 28 jun. 2021

Publicado online: 25 jun. 2021

Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA): Kloeckner, N. V. da R. (2021). Modelo de localização e alocação de produtos de *e-commerce*: um estudo de caso. *Exacta*. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.19244>.

Natalia Varela da Rocha Kloeckner

natalia.kloeckner@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7789-2295>

<http://lattes.cnpq.br/3262318095760402>

Universidade de São Paulo

Economista pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Administradora pela Universidade Estácio de Sá/RJ (UNESA). MBA em Varejo e Mercado de Consumo pela Universidade de São Paulo (USP). Mestrado em Gestão Logística e Pesquisa Operacional pela UFC. Atualmente é doutoranda em Administração, área de operações, na USP.

Resumo

A distribuição de produtos de *e-commerce* apresenta na literatura uma lacuna no que diz respeito a modelos matemáticos que tratam dessa instância sob o enfoque de otimização combinatória de alocação em instalações multicapacitadas. Este estudo tem como objetivo desenvolver um modelo matemático de programação linear inteira, capaz de otimizar a localização e alocação de produtos provenientes de *e-commerce*. O método, para o desenvolvimento e aplicação do modelo, apoiou-se no estudo de caso de uma empresa que atua na venda de redes de descanso, presente no comércio eletrônico B2C (*Business to Consumers*). Os principais resultados obtidos foram: uma média de otimização de 39,1% no cenário real da empresa, e a ausência de falhas na geração de relatórios no dia a dia de operação. Conclui-se que o modelo apresentou soluções consistentes e sugere-se que ele possa ser aplicado em instâncias similares, bem como incluído de novas características em estudos futuros.

Palavras-chave: Distribuição. Localização-alocação. E-commerce. Programação inteira.

Abstract

The distribution of *e-commerce* products presents a gap in the literature with regard to mathematical models that deal with this instance under the focus of combinatorial allocation

optimization in multicapacitated facilities. This study aims to develop a mathematical model of integer linear programming, capable of optimizing the location and allocation of products from e-commerce. The method, for the development and application of the model, was based on the case study of a company that operates in the sale of hammocks, present in electronic commerce B2C (Business to Consumers). The main results obtained were: an average of 39.1% optimization in the company's real scenario, and the absence of flaws in the generation of reports in the day-to-day operation. It is concluded that the model presented consistent solutions and it is suggested that it can be applied in similar instances, as well as including new features in future studies.

Keywords: Distribution. Location-allocation. E-commerce. Integer programming.

1 Introdução

A intensa globalização e as transformações tecnológicas têm impulsionado clientes a demandarem produtos e serviços localizados em diferentes locais do mundo. Por esse motivo tais clientes tornaram-se mais exigentes quanto a prazo, preço, qualidade e lugar de disponibilização dos itens a serem comprados (Liu, Peng, & Chen, 2015).

Nesse cenário, o comércio eletrônico, também conhecido por *e-commerce*, tem se consolidado no varejo mundial como um importante canal de vendas. Em 2019, tal canal atingiu globalmente U\$\$ 3,5 trilhões em faturamento, representando um aumento de 18,5% em relação ao ano anterior (Statista, 2020). No Brasil, em 2019, o percentual de vendas exclusivamente por *e-commerce* cresceu 16,3% em relação a 2018, faturando R\$ 61,9 bilhões. Esse montante foi obtido por meio de 148,4 milhões de consumidores digitais (Ebit, 2020; Associação Brasileira de Comércio Eletrônico, 2020).

Não obstante, tal cenário resulta em uma complexidade logística na gestão da entrega de produtos, fato que tem contribuído consideravelmente para o desenvolvimento de atividades e operações estratégicas de distribuição (Liu & Yan, 2017; Zhong, Guo, Tang, Chen, & Xin, 2020).

Segundo Cooper, Lambert and Pagh (1997), Ambrosino and Scutellà (2005) e Chopra e Meindl (2016), o desempenho das atividades da rede de distribuição, depende da otimização obtida por meio da estratégia de localização das instalações e correta alocação de itens.

Assim, ao definir a quantidade e localização das instalações de uma rede de distribuição adere-se a ela toda a estrutura de operação de transporte e distribuição de produtos. Desta forma, a localização das instalações, bem como dos seus itens, influencia o desempenho e

eficiência da rede de distribuição além de impactar no lucro da empresa e na disposição de sua estrutura física para o desenvolvimento das atividades logísticas (Abushaikha, 2018).

Nesse contexto, empresas atuantes no *e-commerce* devem considerar um modelo de estratégia de localização para a disponibilização dos seus produtos. Tal estratégia, por sua vez, receberá influência da demanda incerta e fragmentada e, dos destinos altamente dispersos, em sua maioria formada por carregamentos de pequenos pacotes (Croxtton & Zinn, 2005; Scandiuizzi, Oliveira, & Araújo, 2011).

O modelo de localização e suas variações encontram especial aplicação em Pesquisa Operacional (PO) devido principalmente as suas características como: presença em distintos níveis de organização (desde indivíduos até empresas); adoção de caráter estratégico de sustentabilidade da empresa no mercado; e aderência a fatores econômicos locais, como nível de congestionamento, desenvolvimento econômico, poluição Etc. Contudo, de forma geral, tais modelos costumam enfrentar alguns desafios em PO, como pouca possibilidade de solução ótima, dado o grande número de variáveis de decisão, bem como exaustão de iterações mesmo em modelos simples. Além disso, a maioria é de difícil formatação, o que requer a formulação de um modelo matemático específico para cada caso em estudo (Verter, 2011; Aziz, Chan, Lee, & Parkes, 2020).

Na literatura, a estratégia de localização tem sido estudada extensivamente. Há diversos estudos abordando a problemática de localização de instalações, como nos clássicos Vön Thunen (1875), Weber (1929), Isard (1968), e mais recentemente em Senne and Lorena (1997), Bhutta (2004), Bischoff and Dächert (2009), Pizzolato, Raupp e Alzzamora (2012) e Aziz, Chan, Lee and Parkes (2020). Contudo, entre os trabalhos que abordam o problema de localização em instalações multicapacitadas sob a ótica da estratégia de alocação de produtos, como em Love and Juel (1982), Azarmand and Neishabouri (2009), Liu, Peng and Chen (2015), Abushaikha (2018), El Amrani, Benadada and Gendron (2019) e Mousavi, Pardalos, Niaki, Fügenschuh and Fathi (2019), o levantamento da literatura para este artigo não encontrou modelo ou proposição sob a perspectiva de otimização combinatória de produtos, em instalações multicapacitadas de *e-commerce*.

Desta forma, sob o prisma do método de estudo de caso de uma empresa produtora e distribuidora de redes de descanso, localizada no Estado do Ceará - Brasil, com atuação somente no comércio eletrônico B2C (*Business to Consumers*), o objetivo desse estudo consiste na proposição de um modelo matemático de programação linear inteira que otimize a localização e alocação de produtos demandados por clientes via *e-commerce*, de forma a

impactar para a redução dos custos operacionais de distribuição e do tempo de entrega de pedidos.

Sob esse enfoque, o modelo proposto corresponderá a formatação de *clusters* de produtos nas plantas distribuidoras do *e-commerce*. Para isso, o modelo considerará a menor distância entre a localização de cada demandante (cliente) e as plantas distribuidoras.

Este estudo se justifica pela contribuição à literatura do problema de localização a partir da adoção de uma nova variante de agrupamento multicapacitado, aplicada na instância de *e-commerce* analisada. Além disso, a abordagem proposta atua na busca pela eficiência dos recursos utilizados, permitindo melhor alocação de itens, redução dos custos e melhoria do nível de serviço ofertado.

O artigo é estruturado da seguinte forma. Na seção subsequente a esta introdução apresentam-se os pressupostos teóricos norteadores desse estudo. Na sequência constam os métodos de pesquisa e trabalho utilizados. Já na seção posterior são apresentados os Resultados e Discussões. Por fim, a última seção, Conclusão, traz o fechamento do estudo bem como, propostas para trabalhos futuros.

2 Referencial Teórico

Esta seção tem por meta estruturar o estudo levantado a partir das seguintes abordagens: (i) *E-commerce*; (ii) Rede de distribuição; (iii) Modelos de localização de facilidades, os quais precederão a explanação do método aplicado nesse artigo.

2.1 E-Commerce

Ao longo dos anos o comércio foi exposto ao desenvolvimento de operações eletrônicas, que substituíram aos poucos as relações tradicionais (Teixeira, 2015). O comércio definido como ambiente de troca de mercadorias, ou serviços, por dinheiro, evoluiu sua operação ao adotar transações utilizando diferentes meios eletrônicos, tais como *fax*, *internet*, televisores interativos e, mais recentemente, *smartphones*.

Dado o alto nível de globalização, o desenvolvimento da *internet* e a crescente exigência dos demandantes por itens e serviços, um dos conceitos com grande dominância na era digital é o *e-commerce* (Xiao, Kuang, & Chen, 2020). Entre os clientes, muitos apontam que grande parte do sucesso desse formato se deve ao fato da transação incluir comodidade de compra, comparação de preço, facilidade de acesso e, de modo geral, as lojas virtuais praticarem preços mais baixos quando comparado ao comércio físico (Zhong, Guo, Tang, Chen, & Xin, 2020).

Os formatos de comércio eletrônico consistem na base de muitos dos conceitos que permeiam as transações neste meio. Seus tipos mais comuns são: B2B (*Business to Business*), que denomina a negociação eletrônica entre empresas; B2C (*Business to Consumers*), modalidade de compra e venda entre empresas e consumidores; C2B (*Consumers to Business*), o que diz respeito a transação eletrônica quando os consumidores vendem para as empresas, sendo o inverso do B2C; C2C (*Consumers to Consumers*), formato de negociação onde os consumidores vendem a outros consumidores por meio de sites e plataformas eletrônicas (Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas, 2020).

O *e-commerce*, de modo geral, exige maior esforço das operações logísticas que o modelo tradicional de comércio. O modelo B2C, em especial, dado o alto nível de dispersão geográfica dos clientes, impulsiona grande valor aos fatores logísticos. Isso faz com que as empresas nesse modelo concedam atenção especial à infraestrutura logística, a qual associa-se a gestão do estoque, distribuição, alocação de recursos, informações, dentre outros (Xiao, Kuang & Chen, 2020).

2.2 Rede de distribuição

A gestão da cadeia de suprimentos é composta por uma rede de organizações interdependentes, porém conectadas, que atuam em um regime de cooperação mútua para controle e aperfeiçoamento dos seus fluxos. Tais fluxos são formados por itens, serviços e informações que percorrem os mais distintos níveis de fornecedores até os clientes finais. Nesse âmbito, a gestão da cadeia de suprimentos realça as relações logísticas entre a distribuição e o setor produtivo de uma organização, reunindo atividades de empresas que mesmo distantes pertencem a um mesmo fluxo de rede. Nesse sentido, a cadeia direciona-se para a redução de custos, bem como a geração de valor e de vantagem competitiva (Ballou, 2017).

Não obstante, a cadeia de suprimentos segmenta-se em duas grandes áreas, também chamadas de canais. São elas: a de suprimento físico, que visa o abastecimento de materiais e insumos das plantas fornecedoras aos seus locais de processamento no momento certo para sua utilização; e as de distribuição física, responsáveis pela movimentação dos produtos (acabados ou semiacabados) dos locais de processamento até os consumidores finais (Chopra & Meindl, 2016).

No âmbito da distribuição física se desenvolve o projeto de rede de distribuição. O projeto é entendido como um aglomerado de instalações que interagem pelas rotas de transportes, realizando a recepção, armazenagem e expedição de produtos ao longo da cadeia. Sob esse

enfoque, a rede de distribuição se desenvolve em dois estágios desse projeto. No primeiro, ocorre uma ampla análise da estrutura da rede de abastecimentos a ser implantada, determinando a sua quantidade de etapas e o papel que cada uma delas detém para a distribuição. No segundo estágio, a ampla estrutura é convertida a locais específicos, com capacidade e alocação de produtos definidos (Cooper, Lambert, & Pagh, 1997; Revelle & Eiselt, 2005).

Também no projeto, o desempenho de uma rede de distribuição é analisado considerando a satisfação das necessidades dos clientes e o custo do seu atendimento. Desta forma, à medida que uma empresa analisa as opções para implantar uma rede de distribuição, ela deve avaliar o seu impacto sobre o custo e o serviço ao cliente (Zhong, Guo, Tang, Chen, & Xin, 2020). Tal avaliação se justifica, pois, as receitas da empresa são impactadas pelo atendimento as necessidades dos clientes, enquanto os custos desse atendimento influenciam diretamente a lucratividade da empresa (Chopra & Meindl, 2016; Zhong, Guo, Tang, Chen, & Xin, 2020). Já pela percepção do cliente, a estrutura da rede de distribuição impacta no valor do produto quando visto os seguintes fatores: tempo de resposta para recebimento do pedido; variedade de itens ofertados para distribuição; disponibilidade do produto em estoque; experiência do cliente quando da compra e recebimento do pedido; janela de tempo de entrada de novos produtos no mercado; visibilidade quanto ao andamento do pedido; e facilidade para devolução dos produtos (Chopra & Meindl, 2016).

Nesse cenário, trabalhos como os de Ambrosino and Scutellà (2005), Bischoff and Dächert (2009), Azarmand and Neishabouri (2009), ScandiuZZi, Oliveira e Araújo (2011) e Liu, Peng and Chen (2015) defendem o estudo da localização de instalações como um dos principais fatores para estabelecer um nível de serviço de atendimento mais eficiente em uma rede de distribuição.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), instalações bem localizadas para distribuição geram vantagem competitiva de tempo, lugar, qualidade e informação às empresas. Contudo, no âmbito do *e-commerce*, tais vantagens requerem especial atenção quanto à rede de distribuição (ScandiuZZi, Oliveira, & Araújo, 2011; Liu & Yan, 2017). Isto, pois, a escolha do local de uma instalação impactará na percepção do cliente quanto ao seu atendimento, bem como no nível de operação necessária para satisfazer a demanda da empresa. Além disso, deve-se considerar que a demanda de *e-commerce* tem por característica ser incerta e fragmentada geograficamente (Croxtton & Zinn, 2005; ScandiuZZi, Oliveira, & Araújo, 2011).

2.3 Modelos de localização e alocação

Os estudos sobre localização de instalações têm como precursor o modelo teórico de distribuição dos alimentos, de Von Thünen (1875). Tal modelo afirma que uma maior distância aumenta os custos de transporte, evidenciando, por conseguinte, que as terras mais próximas dos centros consumidores obteriam maior nível de renda que as localizadas mais distantes (Von Thünen, 1875). Desde então, os custos unitários de transporte, bem como o preço da terra do modelo de Von Thünen (1875), são considerados, até os dias atuais, nas funções decrescentes da distância ao centro (Ballou, 2017).

Nos anos seguintes, o modelo proposto por Weber (1929) reconheceu que a localização também é influenciada pelo papel desempenhado pelos insumos, bem como pelo seu processo de produção. Assim, seu estudo concluiu que as plantas produtivas deveriam ser instaladas o mais próximo possível de suas fontes de insumos, evitando a remessa desses itens ao mercado e assegurando uma minimização dos custos de transporte (Weber, 1929).

Posteriormente, os estudos como os de Hoover (1957), Greenhut (1956) e Isard (1968) aprofundaram a discussão de Von Thünen (1875) e Weber (1929), propondo novas metodologias. Contudo, essas teorias clássicas passaram a receber muitas críticas por causa da importância dada aos custos de transporte (Ballou, 2017). Assim, ao longo do tempo, surgiram muitos modelos de localização que passaram a defender que os custos logísticos e os fatores que incidem para a localização de instalações, devem adotar elementos mais direcionados ao seu cenário de tomada de decisão. Entre tais elementos encontram-se: o valor agregado que o produto possui; a quantidade de concorrentes no mercado; a capacidade advinda da matriz produtiva, e até a análise quanto a utilização de tecnologias que maximizem o transporte (Bhutta, 2004).

Sob esse enfoque, os modelos de localização passaram a ser tratados na literatura por meio de modelos matemáticos, que utilizam ferramentas de apoio a decisão, como os de Pesquisa Operacional (PO), com objetivo definido e sujeita às restrições (Bhutta, 2004; Bischoff & Dächert, 2009; Pizzolato, Raupp & Alzzamora, 2012; Liu, Peng & Chen, 2015; Liu & Yan, 2017; Abushaikha, 2018; Zhong, Guo, Tang, Chen, & Xin, 2020).

Segundo Leung, Pan and Sun (2017), a PO em modelos de localização encontra no *e-commerce* especial desafio, dado as inúmeras vertentes de modelos matemáticos que podem ser desenvolvidos. De acordo com Liu and Yan (2017), a complexidade na distribuição de produtos e serviços é refletida na literatura pela busca de modelos e metodologias mais alinhadas à especificação da atividade que a empresa de *e-commerce* necessita otimizar, como exemplo, a localização dos seus produtos.

Nesse âmbito, de acordo com Pizzolato, Raupp e Alzzamora (2012), de modo geral, os modelos matemáticos de localização podem ser classificados como: Problemas de Cobertura, onde é definido os locais de instalações com base em um peso nas distâncias entre origem e destino; Problemas Centrais, o qual tem por objetivo, a partir da minimização da máxima distância entre os vértices (clientes) e as instalações, prover a localização de p instalações em uma rede (p -centro), e; Problemas Medianos, caracterizado por localizar p instalações nos vértices de uma rede, de modo a alocar demandas e minimizar a distância (ponderada) dos clientes à localização de onde o produto (ou serviço) se encontra. Tais problemas são tratados sob a óptica da categoria de problemas de alocação (Azarmand & Neishabouri, 2009; Rabbani, 2013).

Adicionalmente à problemas medianos, Colin (2018) ressalta a possibilidade de considerar também a capacidade da instalação. Assim, se a quantidade de instalações for fixada e sua capacidade não necessitar ser considerada (for não capacitado), gera-se um problema de p -mediana. Já se o número de instalações for variável e tiver capacidade definida, tem-se um problema de localização de facilidade capacitado, ou multicapitado, caso cada planta adote um volume distinto de itens.

Segundo Andrade e Cunha (2011), o Problema de *Clustering* Capacitado (PCC) é uma variante do problema de localização. Assim, uma vez que as medianas dos *clusters* permita a interpretação como sendo locais de prestação de serviços, cabe a abordagem da relação entre clientes e alocações de instalações.

Atualmente em consequência à PCC, emergiu uma nova variante, o Problema de *Clustering* Multicapitado (PCM), o qual tem por característica a utilização de cada instalação com diferentes níveis de capacidade (El Amrani, Benadada, & Gendron 2019).

No entanto, apesar de atual, a abordagem PCM não apresenta estudos ou modelos de aplicação no contexto da distribuição de produtos de uma empresa de *e-commerce*.

3 Método de pesquisa

O presente estudo apresenta natureza aplicada, sendo desenvolvido a partir do método de estudo de caso. De acordo com Thiollent (2009), a pesquisa aplicada concentra-se nos problemas presentes na atividade da organização. Assim, a pesquisa direciona-se às atividades de investigação profunda, elaboração de diagnósticos, detecção de problemas, bem como da procura de soluções, o que corrobora para utilização do método do estudo de caso.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), o método do estudo de caso consiste em um levantamento de determinado objeto que deve ser analisado profundamente, sob todos os

aspectos. Assim, por se tratar de um caso único não é generalizado, dado que o intuito do estudo de caso não é o de representar o mundo, mas sim representar o caso (Stake, 2001). Dessa forma, o estudo de caso visa a compreensão precisa do cenário que ocorreram os fenômenos, permitindo o surgimento de importante *insights* a partir de uma determinada situação (Siggelkow, 2007).

Nesse contexto e direcionado ao alcance do objetivo proposto neste trabalho, o estudo de caso foi realizado em uma empresa de *e-commerce*, com matriz e atuação no estado do Ceará. Com pesquisa de caráter descritiva e sob enfoque da abordagem de análise quantitativa.

Tal proposição de estudo se deu em resposta a solicitação do gestor em proporcionar melhorias ao processo de envio (distribuição) de produtos entre os dois escalões que julga mais estratégico a sustentabilidade do seu negócio, centro de distribuição à casa do cliente. Academicamente, o caso fez-se interessante pela oportunidade de propor a literatura vigente uma nova vertente ao modelo de localização, a partir desse cenário.

A empresa, bem como o método de trabalho, com as etapas e técnicas utilizadas nesta pesquisa, são apresentadas nas próximas subseções.

3.1 O estudo de caso

Ressalta-se que em atendimento a solicitação de sigilo, a empresa, objeto do estudo de caso, não terá o seu nome divulgado nesse trabalho sendo doravante referenciada como empresa X. A empresa X tem onze anos de experiência no mercado cearense de redes de descanso. Contudo, há dois anos, por causa de um reposicionamento estratégico, centrou sua atuação no *e-commerce*, exclusivamente.

A organização tem sua planta de produção instalada na capital cearense e conta com quatro distintos pontos de distribuição de seus produtos espalhados pelo estado. Tais pontos são Centros de Distribuição (CD) pertencentes a própria empresa X. Contudo, dado uma crise financeira comercial que enfrentou há três anos, a organização arrenda à terceiros uma parte do espaço de cada CD, no entanto preservando uma área de operação própria para movimentação dos seus produtos.

Assim, a partir dessas informações gerais, elaborou-se o método de trabalho apresentado a seguir.

3.2 Método de trabalho

Diante da instância apresentada pela empresa X, formulou-se as etapas necessárias para obter o seu modelo matemático e a solução para o estudo de caso, conforme pode ser visualizado na

Figura 1.

Figura 1 – Etapas para pesquisa e desenvolvimento do modelo

Fonte: Elaborada pela autora.

A Etapa 1 consistiu na visita técnica da pesquisadora à planta produtiva e aos quatro centros de distribuição da empresa. Não houve aplicação de questionários estruturados ou semiestruturados, dado que o objetivo se centrou em entender como o gestor via os processos da empresa, bem como compreender como tais processos realmente ocorriam. Já a Etapa 2 transcorreu em consequência da etapa anterior. Uma prévia do problema foi formulada e, em seguida, validada junto ao gestor, que disponibilizou dados da organização para o estudo. Na Etapa 3, por conseguinte, foi desenvolvido o modelo matemático com a proposta de oferecer soluções ótimas ao problema formulado. Por fim, na Etapa 4 houve a implementação do modelo na instância estudada e, na sequência, analisou-se os resultados obtidos comparando-os com o da sistemática utilizada pela empresa.

Adicionalmente, para teste de versatilidade do modelo, foram gerados dois outros cenários de aplicação a partir do original. Um, considerando uma eventual expansão do volume disponível de produtos em algumas instalações e outro, com implementação e acompanhamento aos pedidos correntes. Tais cenários foram propostos pela pesquisadora a partir do interesse do gestor. Por fim, todos os resultados da aplicação do modelo proposto foram apresentados.

4 Resultados e discussões

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos nesta pesquisa, bem como sua discussão, conforme as etapas estabelecidas no método de trabalho.

Etapa 1: Visita às instalações da empresa X

A visita ocorreu nos dias 08, 09 e 10 de novembro de 2019, com a presença do gestor da empresa e dos responsáveis por cada setor, apresentando como propósito entender o funcionamento do *e-commerce* da empresa X.

No primeiro dia foi possível acompanhar o processo de suprimentos e produção de redes de descanso na matriz produtiva da empresa, em Fortaleza. Na ocasião pode-se observar que o processo de suprimentos é contínuo, baseado na capacidade produtiva da planta para seus três modelos de redes de descanso, totalizando cerca de 5.000 unidades por mês.

Identificou-se, também, que o sistema de produção empurrado é o adotado pela empresa. O gestor explicou que tal sistema foi advindo da boa expectativa de absorção dos seus produtos pelo mercado cearense, composto em sua maioria por lojistas (80%) e consumidores finais (20%). Além disso, o gestor apontou a satisfatória utilização dos fatores de produção para ganhos de escala nesse sistema.

Durante a apresentação das atividades, obteve-se a informação que o centro de distribuição de maior capacidade da empresa era exatamente o acoplado a planta produtiva, ou seja, local que era o visitado no momento. Ressalta-se, que a capacidade dessa instalação, mesmo que utilizada pela pesquisadora para fins de análise, foi vetada pelo gestor para apresentação neste artigo.

Na visita, pode-se obter uma boa visualização do sistema de *e-commerce* adotado pela organização. A Figura 2 apresenta uma ilustração simplificada de tal sistema.

Figura 2 – Processo de *E-commerce* da Empresa X

Fonte: Elaborada pela autora.

O segundo e o terceiro dia foram marcados por visitas às instalações e aos processos nos outros três centros de distribuição da empresa, localizados nos municípios cearenses de Jaguaruana, Sobral e Crato. O gestor apresentou tais CDs como próprios, sendo eles, em um momento anterior na história da empresa, utilizados como pilares para o envio de seus itens a outros estados da região nordeste. Os dados sobre suas capacidades de armazenagem, apesar de serem disponibilizados para estudo, também não foram permitidos de constarem neste trabalho. No entanto, ressalta-se a informação de que em termos percentuais do total produzido, o CD de Fortaleza recebe mensalmente 25% da média de 5.000 unidades produzidas, o que representa cerca de 1.250 redes para distribuição. Já o CD de Jaguaruana, recebe 35% da produção mensal, cerca de 1.750 unidades. Sendo enviado, respectivamente ao CD de Sobral e ao CD de Crato, 20% da produção mensal, representando o recebimento de 1.000 redes em cada um. Indagado do porquê dos percentuais de destinação aos CDs, o gestor apontou como único critério para decisão, a demanda histórica já conhecida para as áreas que concentram tais centros de distribuição.

Nesse âmbito, cabe salientar que o *mix* de itens que compõem cada CD foi referido pelo gestor como “o mais perfeito do estado”. Isso porque a distribuição “nunca apresentou” um dos problemas mais recorrentes no envio de produtos por *e-commerce*: a entrega de um único pedido dividido em duas ou mais remessas. A quebra da entrega, como é chamado esse

cenário, geralmente ocorre pela indisponibilidade de algum item no CD de atendimento. No entanto, apesar de tal consistência nos centros de distribuição apontar para uma provável adequação do estoque à área de atendimento dos CDs, não se deve excluir a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a gestão e viabilidade do estoque da empresa X.

Adicionalmente a estas informações, foi indagado ao gestor o valor de custo da operação de cada CD, por quantitativo de itens disponível em cada centro. Para tal questionamento ele apresentou planilhas de custos totais dos centros de distribuição. Contudo, não foi verificado a existência de tal mensuração solicitada, fato que impulsionou o gestor a informar apenas um valor aproximado, que por ser considerado estratégico no seu mercado não será apresentado nesse estudo.

Segundo o gestor, em 2017, dado a forte concorrência e a pressão de demanda por produtos estrangeiros no Ceará, a empresa fechou lojas próprias e concentrou seus esforços em reestruturar-se, entrando no *e-commerce* de redes de descanso. Desde então, o direcionamento da empresa tem sido na melhoria dos seus processos e produtos para obter maior qualidade a um menor custo operacional.

Já o valor de transporte unitário da mercadoria, foi descrito simplesmente como o resultado da soma de um valor fixo por item com um valor variável contabilizado por quilômetros rodados. Não foi disponibilizado para este estudo mais detalhes a respeito desse assunto.

Durante o acompanhamento verificou-se um organizado sistema de separação de mercadoria – com dupla checagem, boa embalagem e endereçamento de itens do estoque por *Quick Response (QR Code)*. No entanto, o processo de decisão de onde seria o CD de origem de envio dos produtos aos clientes, ocorria de forma puramente manual.

A decisão da escolha do CD de origem do envio considerava, *à priori*, apenas a capacidade de cada centro de distribuição. Para isso, associava-se a essa capacidade somente a presença ou não do endereço do consumidor na área de sua abrangência. Esta área, por sua vez, era imposta pela própria empresa para cada CD.

A partir das informações que foram obtidas na visita, uma representação das áreas de atendimento de cada CD é ilustrada na Figura 3.

Figura 3 – Divisão da área de atendimento do *e-commerce* no estado do Ceará

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim, observou-se que a roteirização de entrega dos itens para os clientes é vista como um passo posterior a escolha do CD de origem. Nesse sentido, a empresa sujeita-se a obter

caminhos mais longos por não considerar a distância que cada demandante se encontra de cada um dos CDs que podem atendê-lo. Além disso, associada a distância, a empresa também deveria considerar a capacidade instalada em cada um desses centros.

Durante as visitas, ficou claro que um dos principais gargalos que existia na distribuição de itens da empresa consistia exatamente na indecisão de qual CD deveria originar o produto. Logo, fez-se necessário um meio de apoio a esta decisão. Este apoio gerará um melhor suporte, também ao desafio de entrega do item em até 72 horas úteis, a partir da aprovação do pagamento.

Nesse sentido, o gestor inferiu que a estratégia de ter uma área fixa para atendimento de cada CD, sem considerar as localizações dos demandantes, parece não refletir nas estratégias dos concorrentes. Não obstante, ressalta-se que os CDs da empresa X funcionam os 7 dias da semana, 24h por dia. Entretanto, a entrega de produtos a clientes somente ocorre em dias úteis e em consonância a horários comerciais para recebimento.

Desta forma, a principal questão observada nesta etapa consolidou-se em: como eleger o CD de origem de cada conjunto de produtos solicitados via *e-commerce*? Nesse sentido, houve concordância com o gestor de que o principal requisito a ser atendido era de que a distribuição fosse mais efetiva, com menor distância percorrida e, por conseguinte, com menor tempo e custo despendido.

Etapa 2: Formulação do problema e coleta de dados

A partir das informações conhecidas na visita formulou-se a instância como sendo a de um problema de localização e alocação em *clusters* de múltipla capacidade. Para tal, distinguiu-se que seu direcionamento é o de definir p agrupamentos em uma rede de d indivíduos de características distintas, tendo c possíveis escolhas a *cluster*, as quais devem se posicionar de forma a maximizar as similaridades dos objetos em cada agrupamento.

Os problemas de *clustering* multicapacitado têm como objetivo minimizar a soma das distâncias de cada indivíduo à mediana do *cluster* considerado. Desta forma, o *cluster* de d clientes com localizações e demandas distintas, particionam-se em p agrupamentos mutuamente exclusivos, limitando a capacidade de cada agrupamento. Isso resulta na geração do menor valor possível para a soma das distâncias entre os pontos de atendimento e da mediana dos seus respectivos agrupamentos.

Assim, considerou-se que a formulação do problema consistia em agrupar demandantes considerando a distância de cada um deles para os CDs que possuíssem produtos disponíveis. Desta forma, visualizou-se que cada cliente tem uma demanda a ser atendida, enquanto cada

CD possui uma determinada capacidade de itens para atendimento de demandas.

Dessa forma, a solução ótima para o estudo residiu em agrupar os respectivos pedidos dos demandantes em CDs localizados o mais próximo possível da residência de tal cliente. Para isso deveu-se respeitar, sem ressalvas, a disponibilidade dos produtos em cada CD.

A Figura 4 ilustra de forma esquemática o direcionamento da solução proposta após a visita à empresa X. Para visualização abordou-se uma situação hipotética, com pontos georreferenciados no estado do Ceará, de poucos clientes e itens. As setas representam o atendimento do CD à demanda do Cliente.

Figura 4 – Modelo proposto para a distribuição de produtos de *e-commerce* da empresa X, no estado do Ceará

Fonte: Elaborada pela autora.

Desta forma, os dados necessários para a aplicação o modelo proposto à empresa X, foram: as coordenadas para localização das residências de cada cliente, bem como dos CDs; a quantidade demandada de produtos em cada pedido, e; a quantidade ofertada de itens em cada instalação.

Nesse âmbito, algumas considerações fizeram-se essenciais à esta definição. Uma delas é que a alocação de produtos deveria ser realizada por sequência de pedido, repetindo o processo de acordo com o critério de distância entre o cliente e o CD. Para tal, as coordenadas de clientes deveriam ser importadas da ferramenta *online* de geoposicionamento *Google Maps®*, a qual estava sendo subutilizada na plataforma de cadastro no site do referido *e-commerce*. Outra referenciava o respeito à capacidade de oferta dos Centros de Distribuição para atendimento da demanda. Já a terceira consideração, que inclusive foi demonstrada na Figura 4, tratou da possibilidade da solicitação de um pedido à um CD mais distante do local do cliente, uma vez que o CD mais próximo tivesse indisponibilidade do produto demandado.

Nesse cenário, fez-se importante se atentar para a possibilidade de existir um CD, em um determinado dia/momento, que não atendesse nenhum cliente. Isso podendo ocorrer se nas proximidades do CD não houver demandas por itens, ou se os demais CDs atenderem a totalidade da demanda existente, que seja próxima a eles.

Por fim, é importante ressaltar que no cenário apresentado pela empresa X, o estudo não englobou a quantidade mínima de pedidos que cada CD teria que obter para viabilizar o despacho do veículo à uma rota. Tal característica foi entendida como uma etapa posterior à proposta, como a roteirização, que poderá ser inserida no futuro.

Etapa 3: Desenvolvimento do modelo matemático

A partir dos elementos necessários ao controle e tomada de decisão pela Empresa X, o modelo matemático desenvolvido para este estudo apresentou como função objetiva, o custo global a ser minimizado no problema da empresa X. Sendo os custos variáveis, a distância total a ser percorrida para a entrega do produto do CD ao demandante, e, os custos fixos, o valor de funcionamento de cada CD.

As notações, importantes para a compreensão da base do modelo matemático elaborado, foram: as referentes aos conjuntos adotados (C : conjuntos das localizações dos CDs; D : conjunto das localizações dos demandantes; P : conjuntos de produtos demandados dos CDs por cada cliente), e; as referentes aos parâmetros utilizados (matriz a_{ij} : distância de cada cliente i a cada CD j existente na rede; matriz u_{ik} : demanda de cada cliente i por um produto k ; matriz z_j : custo de funcionamento do CD j ; matriz e_{jk} : capacidade do CD j alocar o produto k ao cliente i). Tendo como variáveis de decisão binárias: x_{ij} , a qual assume 1 se o cliente i for atendido pelo CD j e, zero, caso contrário, e; y_j , que por sua vez assume 1, se o CD j for demandado para o atendimento e, zero, caso contrário.

Cabe ressaltar que a variável de decisão y_j tem a propriedade de poder “fechar” um CD j , a partir do momento que a solução otimizada indicasse um desuso da instalação.

Desta forma, o modelo matemático formulado foi o de:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i \in D} \sum_{j \in C} a_{ij} x_{ij} + \sum_{j \in C} z_j y_j \quad (1)$$

Sujeito às restrições:

$$\sum_{j \in C} x_{ij} = 1, \forall i \in D \quad (2)$$

$$\sum_{i \in D} u_{ik} x_{ij} \leq e_{jk}, \forall k \in P, j \in C \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq y_j, \forall i \in D, j \in C \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall i \in D, j \in C \quad (5)$$

$$y_j \in \{0,1\}, \forall j \in C \quad (6)$$

A função objetivo [eq. (1)] minimiza a soma dos custos da distância entre i e j (primeiro

termo) e o de manter a instalação para a atividade dessa distribuição (segundo termo). Já o conjunto de restrições da eq. (2) requer que a demanda por itens do cliente i seja atendido por um CD j . O conjunto de restrições da eq. (3) obriga que a alocação dos pedidos por produtos k , demandados de cada cliente i , deve respeitar a capacidade do CD j quanto a sua disponibilidade de itens. Enquanto o conjunto de restrições da eq. (4) impõe que o cliente i seja atendido pelo CD j , somente, se este compuser a solução ótima do modelo. Por fim, as eq. (5) e eq. (6) definem o domínio das variáveis de decisão.

Etapa 4: Implementação do modelo matemático e análise dos seus resultados

Com base na formulação matemática proposta, o modelo de programação inteira foi implementado no solver ILOG CPLEX (versão 12.6.1), executado no sistema operacional Windows 10 de 64 bits, com processador Intel Core i7, 2,7 GHz e com 16GB de memória RAM.

Para análise, conforme exposto no método de trabalho, a aplicação do modelo passou por três distintas perspectivas: a de comparação com resultados já obtidos pela empresa no passado; a consideração de uma eventual expansão do volume disponível de produtos em algumas instalações, e; a terceira, com aplicação e acompanhamento a pedidos correntes. Tais perspectivas são apresentadas nos subitens a seguir.

i. Aplicação do modelo sob a perspectiva de comparação

Esta aplicação foi realizada com os dados reais dos pedidos ocorridos no mês de outubro de 2019. Seu propósito foi o de confrontar o resultado do modelo com o já previamente realizado pela empresa.

Os pedidos nos 23 dias úteis de outubro totalizaram 253 pontos demandantes, com volume médio de 19 itens por cliente. A aplicação do modelo desenvolvido resultou em uma diferença, em média, de 39,1% do obtido pela empresa quanto a origem do produto. Ou seja, dado as características de estoque e localização dos CDs, bem como as demandas e localização de cada cliente, em 9 dos 23 dias úteis do mês, o modelo apontou que o produto deveria ter saído de CDs diferentes dos que foram determinados pela empresa.

Uma característica interessante obtida nesta perspectiva foi a de que os resultados apontaram para CDs atendendo a clientes mais próximos de sua localização, na forma integral dos pedidos. O CD de Jaguaruana, por exemplo, em relação aos demais, passou a atender mais pedidos (15,2%), seguido do CD de Fortaleza (11,1%).

Assim, nesta perspectiva, comprovou-se a viabilidade do modelo. Contudo, sugere-se

posteriormente uma maior análise quanto a outros fatores, como os de movimentação da carga, por exemplo. Vislumbra-se que um estudo da escolha do transporte que deveria ser adotado, englobado neste modelo, poderá resultar em uma otimização mais acentuada para a empresa.

ii. Aplicação do modelo sob a perspectiva da expansão de instalações

O perfil histórico de demanda dos clientes e da oferta dos CDs disponibilizados pela empresa X para fins exclusivos de análise, centrou esta perspectiva à hipótese de um eventual aumento no nível de disponibilidade de produtos nos CDs.

Assim, a proposição foi que um aumento do estoque em alguns CDs pudesse gerar uma realocação de pedidos, o que resultaria em um maior atendimento aos clientes localizados próximos às instalações.

Para tal, aplicou-se os dados de outubro de 2019 ao modelo proposto, aumentando, no entanto, o nível disponível de itens nos CDs mais próximos aos clientes, que tiveram maior demanda nos últimos doze meses. Ressalta-se que não se alterou o volume disponibilizado nos outros CDs. Esta aplicação manteve os demais dados dos pedidos no mês, *coeteris paribus*.

Para a escolha de qual, ou quais centros de distribuição deveriam ter os volumes de produtos acrescidos, realizou-se uma análise do perfil de demanda dos clientes (com informações de coordenadas, volume dos itens nos pedidos e frequência de compra), em conjunto com o nível de atendimento dos CDs (com dados de coordenadas, volume de itens disponíveis, tempo de processamento e capacidade do veículo de entrega). Como resultado, obteve-se que entre os CDs da empresa, o de Jaguaruana configura-se como o mais próximo, cerca de 15km, dos 15 maiores clientes da empresa, em termos de frequência e volume de pedidos, quando comparado aos demais.

Nesta análise, com base na capacidade ociosa da instalação do CD de Jaguaruana, escolheu-se simular um aumento de itens de estoque em 25%, não propondo mudanças aos outros centros.

Como resultado, o modelo retornou uma nova solução à alocação ótima de pedidos nos CDs.

Como fator importante ao atendimento da demanda, obteve-se que a utilização do CD de Sobral foi de 18,2% menor que a perspectiva testada anteriormente. Isso ocorreu porque alguns pontos de demanda, mais próximos da capital, passaram a ser atendidos pelo CD de Fortaleza. O CD de Crato também sofreu redução de atendimento, em 15%.

Todavia, nesta perspectiva, não se observou o fato de demanda zero em algum CD, o que sugeriria a sua não utilização pelo modelo. No entanto, cabe frisar que para a garantia dessa

característica faz-se necessários estudos mais aprofundados com análise de janela de tempo. Além disso, dado o custo de instalação e o tempo de atendimento, não envolvidos nesta pesquisa, recomenda-se em estudos futuros englobar variantes e testar estratégias que resultem na viabilização, ou não, das operações nos CDs de Crato e Sobral. Ambos CDs apresentaram os mais baixos níveis de demanda nessa perspectiva de expansão.

iii. Aplicação do modelo em pedidos correntes

Essa perspectiva consistiu em acompanhar a aplicação do modelo aos pedidos gerados diariamente nos dias úteis de janeiro a fevereiro de 2020.

De fácil aplicação e tempo computacional aceitável, o modelo passou a ser gerado pelo setor de logística da empresa no momento do recebimento dos pedidos. Essa atividade foi realizada todos os dias, entre 4h às 6h da manhã. Na rotina estabelecida pela organização, o resultado foi destinado ao responsável pela roteirização para carregamento dos transportes.

Durante o acompanhamento, o modelo apresentou resultados satisfatórios e não obteve falhas na geração de seus relatórios. Contudo, cabe observar que a empresa analisada apresenta uma instância considerada pequena, com poucos clientes diários e volumes demandados quase que padronizados.

5 Conclusão

A presente pesquisa, revela a complexidade logística advinda dos diversos elementos e características presentes em uma distribuição de produtos de *e-commerce*. Tais particularidade reflete na literatura a dificuldade de desenvolvimento de um modelo único de otimização para empresas de comércio eletrônico.

Este artigo, por meio de um estudo de caso de uma empresa de *e-commerce*, concentrou-se em apresentar à literatura e à sociedade, uma nova vertente de distribuição para a localização e alocação de produtos demandados. A elaboração do modelo de otimização retratou os objetivos da empresa X de redução dos custos totais para a distribuição dos itens de seu *e-commerce*. No entanto, também se acredita no benefício da aplicação do modelo em empresas de *e-commerce* de instâncias similares à estudada.

Implementado no *software* CPLEX®, o modelo de otimização confirmou, por análises de cenários, que a metodologia foi exitosa no logro dos resultados de localização-alocação e, por conseguinte, de distribuição de itens.

Adicionalmente, o modelo de solução ótima automatizada, mostrou-se mais efetivo e viável do que o anteriormente utilizado pela empresa X. Assim, recomendou-se à empresa englobar

a metodologia do modelo no *software* integrado aos sistemas de gerenciamento por ela utilizado.

Já quanto as limitações descritas neste artigo, sugere-se como proposta para trabalhos futuros, incorporar estudos de capacidade, mínima e máxima, de pedidos que cada CD deve atender para tornar-se viável o seu funcionamento e sua expansão. Por fim, recomenda-se também, englobar estudos sobre a otimização de veículos, programação de rotas, custos, tempo de atendimento e adequação das unidades de manutenção de estoque. Para tanto, ressalta-se que tais propostas são possíveis ao modelo em uma abordagem multicritério.

Referências

Associação Brasileira de Comércio Eletrônico. (2020). *Relatórios de e-commerce 2019*. Recuperado em 12 maio, 2020, de <http://www.abcomm.org>

Abushaikha, I. (2018). The influence of logistics clustering on distribution capabilities: a qualitative study. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 46 (6): 577-594.

Ambrosino, D., & Scutellà, M. G. (2005). Distribution network design: new problems and related models. *European Journal of Operational Research*, 165: 610-624.

Andrade, L., & Cunha, C. (2011, agosto). Algoritmo de colônia artificial de abelhas para um problema de clusterização capacitado. *Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Ubatuba, SP, Brasil, 42.

Azarmand, Z., & Neishabouri, E. (2009). Location allocation problem. In R. Z. Farahani & M. Hekmatfar (Eds.). *Facility Location: Contributions to Management Science*. (pp. 93-109). Heidelberg: Physica. https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2151-2_5

Aziz, H., Chan, H., Lee, B. E., & Parkes, D. C. (2020). The capacity constrained facility location problem. *Games and Economic Behavior*, 124: 478-490.

Ballou, R. H. (2017). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ Logística Empresarial* (5a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Bhutta, K. S. (2004). International facility location decisions: a review of the modeling literature. *International Journal of Integrated Supply Management*, 1: 33-45.

Bischoff, M., & Dächert, K. (2009). Allocation search methods for a generalized class of location-allocation problems. *European Journal of Operational Research*, 192(3): 793-807.

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. (6a. ed.). São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Colin, E. C. (2018). *Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. (2a ed.). São Paulo: Atlas.

Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply chain management: more than a new name for logistics. *The International Journal of Logistics Management*. 8(1): 1-14.

Croxtan, K. L., & Zinn, W. (2005). Inventory considerations in network design. *Journal of Business Logistics*, 26: 149-168.

Ebit, a Nilsen Company. (2020). *Relatório Webshoppers 2019*. Recuperado em 2 novembro, 2020, de <https://www.ebit.com.br/webshoppers>.

El Amrani, M., Benadada, Y., & Gendron, B. (2019). Multi-capacitated location problem: a new resolution method combining exact and heuristic approaches base on set partitioning. *Studies in Computational Intelligence*, 774 (2019): 109-121.

Greenhut, M. L. (1956). *Plant location in theory and practice*. Carolina of North: University of North Carolina Press, Chapel Hill.

Hoover, E. M. (1957). *Location theory and the shoe and leather industries*. Cambridge: Harvard University Press.

Isard, W. (1968). *Location and space economy: a general theory relating to industrial location*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.

Leung, M. T., Pan, S., & Sun, M. (2017). A review of data analytic methods and their applications in e-commerce research. C. Mazzanti (Eds.). *Electronic commerce: technologies, challenges and future prospects* (pp. 1-80). New York: Nova Science Publishers.

Liu, M., & Yan, W. (2017). Adaption of logistical distribution networks with complexity and efficiency considerations for cross-bord ecommerce in China. *Proceedings of the International Conference on Transdisciplinary Engineering*, Singapore, SG, 24.

Liu, X., Peng, J., & Chen, L. (2015). Uncertain programming model for location problem of multi-product Logistics Distribution Centers. *Applied Mathematical Sciences*, **9** (131), 6543 – 6558.

Love, R. F., & Juel, H. (1982). Properties and Solution Methods for Large Location-Allocation Problems. *Journal of the Operational Research Society*, **33** (5): 443-452.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2017). *Fundamentos de metodologia científica*. (8a Ed). São Paulo: Atlas.

Mousavi, S. M., Pardalos, P. M., Niaki, S. T. A., Fügenschuh, A., & Fathi, M. (2019). Solving a continuous periodic review inventory-location allocation problem in vendor-buyer supply chain under uncertainty. *Computers and Industrial Engineering* **128**: 541-552.

Pizzolato, N. D., Raupp, F. M. P., & Alzzamora, G. S. (2012). Revisão de Desafios Aplicados em Localização com base em Modelos de p-Mediana e suas Variantes. *Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, **4** (1):13-42.

Rabbani, M. (2013). A novel approach for solving a capacitated location allocation problem. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, **4** (2): 203-214.

Revelle, C. S., & Eiselt, H. A. (2005). Location analysis: a synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*. **165** (1): 1-19.

ScandiuZZi, F., Oliveira, M. M. B., & Araújo, G. J. F. (2011). A logística no comércio eletrônico B2C: um estudo de caso nacional multicasos. *Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul*. **34**: 231-241.

Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas. (2020). *Comércio Eletrônico*. Recuperado em 1 abril, 2020, de <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/comercio-eletronico>.

Senne, E. L. F., & Lorena, L. A. N. (1997). Lagrangean/ Surrogate Heuristics for Facility Location Problems. *Proceedings of Annals of EURO – INFORMS Joint International Meeting*. Barcelona, ES, 15.

Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of Management Journal*, **50** (1): 20-24.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2018). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.

Stake, R. (2001). The case study method in social inquiry. In: N. K. Denzin; Y. S. Lincoln (Eds.). *The American tradition in qualitative research* (Chap. 3, pp. 1323 -1371). California: Sage Publications.

Statista. (2020). *E-commerce share of total global retail sales from 2015 to 2023*. Recuperado em 30 novembro, 2020, de <https://www.statista.com/statistics/534123/e-commerce-share-of-retail-sales-worldwide/>.

Teixeira, T. (2015). *Comércio Eletrônico: conforme o marco civil da internet e a regulamentação do e-commerce no Brasil*. São Paulo: Saraiva.

Thiollent, M. (2009). *Metodologia da Pesquisa-ação* (14a Ed.). São Paulo: Cortez.

Verter, V. (2011). Uncapacitated and Capacitated Facility Location Problems. In H. A. Eiselt; V. Marianov (Org.). *Foundations of Location Analysis* (pp. 25-38). Bern: Springer.

Von Thünen, J. H. (1875). *Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie*. Berlin: Shumacher-Zarchling.

Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries*. Chicago: University of Chicago Press.

Xiao, D., Kuang, X., & Chen, K. (2020). E-commerce supply chain decisions under platform digital empowerment-induced demand. *Computers and Industrial Engineering*, 150: 1-13.

Zhong, Y., Guo, F., Tang, H., Chen, X., & Xin, B. (2020). Research on coordination complexity of e-commerce logistics service supply chain. *Complexity Journal*, (1): 1- 21.
<https://doi.org/10.1155/2020/7031543>