



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Um estudo teórico sobre a pesquisa operacional e o transporte do morango

Eduarda Schwarzer

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Arinei Carlos Lindbeck da Silva

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Resumo: A pesquisa operacional é uma ferramenta muito utilizada para encontrar soluções para problemas de roteirização de veículos. Um dos problemas muito conhecido e estudado dentro da PO é o problema do caixeiro viajante, o qual tem muitas vertentes. Sendo o morango um dos frutos mais consumidos e com alta perecibilidade, o trabalho apresenta um levantamento de informações sobre roteirização de entrega para que seja possível realizar a entrega do morango em um menor tempo e assim manter a qualidade do produto.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional; Problema do caixeiro viajante dependente de tempo; Entrega de Morango; Roteirização de entrega.

A theoretical study on operational research and strawberry transport

Abstract: Operations research is a widely used tool to find solutions to vehicle routing problems. One of the well-known and studied problems within the PO is the traveling salesman problem, which has many aspects. As the strawberry is one of the most consumed fruits and has a high perishability, the work presents a survey of information on delivery routing so that it is possible to deliver the strawberry in less time and thus maintain the quality of the product.

Keywords: Operational Research; Time-dependent traveling salesman problem; Strawberry Delivery; Delivery Routing.

1. Introdução

A entrega do produto na casa do cliente é um diferencial para o fornecedor, pois assim o cliente não precisa sair de casa para receber seu produto. Mas se essa logística não for pensada de maneira estratégica, pode trazer prejuízos ao fornecedor (PEREIRA et al., 2015).

O morango é um fruto consumido em sua maioria in natura, devido a sua alta perecibilidade (NOGUEIRA; JESUS, 2014), devido a isso, a sua entrega ao cliente deve ser rápida, para que o produto não perca as suas características, durante esse trabalho iremos focar na entrega do morango in natura.

Para encontrar uma solução de transporte, será feita uma revisão de literatura sobre Pesquisa Operacional (PO), a qual é muito utilizada para encontrar soluções ótimas para roteirização de veículos (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). A PO é muito utilizada em casos de roteirização de entrega sempre visando a diminuição de custos e o aumento de lucros, a logística está diretamente ligada a satisfação do cliente e por isso deve ser sempre desenvolvida de maneira estratégica (HILLIER; LIEBERMAN, 2013 e PEREIRA et al., 2015).

2. Referencial Teórico

2.1 História do Morango

Existem evidências que os morangos silvestres, especialmente o *Fragaria vesca*, são consumidos desde a Pré-história, pela população do Norte e do centro da Europa, existem registros das sementes dessa espécie em sítios arqueológicos datados do período Neolítico (10.000 a 6.000 a.C.) e da Idade dos Metais (5.000 a 4.000 a.C.) (GALLETA; BRINGHURST, 1990).

Os morangos conhecidos atualmente provêm de um cruzamento natural, que ocorreu na França durante o século XVIII, das espécies *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*. O cultivo desse híbrido teve início com a observação de um capitão francês Amédée François Frézier, que colecionava espécies exóticas e em uma viagem ao Chile encontrou a espécie *Fragaria chiloensis* e notou uma forte semelhança com a espécie *Fragaria virginiana*, sendo os frutos dessa espécie maiores e mais firmes, porém com um aroma e coloração menos acentuados. Inicialmente as duas espécies foram cultivadas juntas, mas de forma intercalada, apenas quando houve a brotação dos aquênios que iniciou-se o cultivo desse híbrido, o qual apresentou frutos com maior qualidade que os originais (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016).

O verdadeiro fruto do morango é o aquênio, sendo este normalmente confundido com as sementes do fruto. O morango é classificado como um pseudofruto, originado de uma flor com diversos ovários, no qual cada um irá originar um fruto (ANTUNES; REISSER JUNIOR; SCHWENGBER, 2016).

Por ser saboroso, o morango tornou-se bem aceito no mercado, normalmente cultivado por produtores de agricultura familiar, tornou-se uma das frutas mais consumidas em diversas regiões do mundo (GLOBO RURAL, 2013).

Inúmeros fatos impactam na qualidade do morango, sendo um deles a temperatura da cadeia de distribuição, que deve ser controlada desde o início da colheita até chegar ao consumidor final (KELLY, 2019).

2.2 Consumo do Morango

O morango é uma fruta que se destaca, sendo uma das frutas vermelhas mais consumida no mundo, sendo de forma in natura, ou de forma processada. Conta com inúmeros benefícios à saúde, pois contém compostos fenólicos e Vitamina C, flavonoides (antocianinas, flavonóis e flavonóides), são compostos que exibem comportamento anti-inflamatório e anticarcinogênico (SILVA; COZZOLINO, 2007; FORBES-HERNANDEZ et al., 2015). Podem ajudar também na diminuição de riscos de doenças degenerativas, diabetes mellitus, doenças neurológicas, obesidade e doenças cardiovasculares (AFRIN et al., 2016).

Devido às suas propriedades fisiológicas e morfológicas, o morango é uma pseudofruto altamente perecível, diminuindo assim sua vida de prateleira, deve ser consumido in natura, em até 5 dias após a colheita, ou deve ser processado para outros usos dentro desse período. Caso não seja consumido nesse tempo, irá apresentar desidratação do

pseudofruto, manchas escuras e incidência de fungos (ALMENAR et al., 2009; SALLATO et al., 2007; MIRAHMADI et al., 2011).

No ano de 2016 o Brasil se destacou na produção de morango na América do Sul, juntamente com os países: Peru, Argentina e Chile. Sendo no Brasil 40% de todas as terras cultivadas de morango na América do Sul. No território brasileiro os estados que se destacaram na produção no ano de 2016 foram: Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná e o Distrito Federal (ANTUNES; REISSER JUNIOR; SCHWENGBER, 2016).

A produção de morango vem crescendo nos últimos anos, em 2013 a quantidade de morango colhido foi de 7.879.108 toneladas e em 2017 esse número foi para 9.223.815 toneladas, tendo então um crescimento de 17% em cinco anos (FAOSTAT, 2019). Porém o aumento de terras que produzem o fruto teve um crescimento de apenas 7,1 % nesse mesmo período, indo de 369.569 hectares em 2013 e 395.844 hectares em 2017, isso mostra que a eficiência da produção está aumentando.

Por estimativas da FAO, em 2017 a América do Sul produziu um total de 167.334 toneladas de morango, em 7725 hectares de plantação, Brasil não sendo um dos maiores produtores neste ano, os países com maiores áreas plantadas foram Argentina, Peru, Venezuela e Colômbia. O Brasil conta com uma área de apenas 400 hectares, produzindo no ano 3390 toneladas do produto, por isso não se enquadra entre os maiores produtores (FAOSTAT, 2019).

Entretanto dados da Embrapa, Incaper- -ES, Emater (DF, MG, PR, RS), APTA e Epagri- -SC, mostram que o Brasil cultiva 4500 hectares de morango, produzindo anualmente 165000 toneladas, comparando esses dados com os coletados pelo FAO, pode se dizer que o Brasil tem uma produção muito próxima ao do Japão, sendo o décimo produtor mundial e o maior produtor do produto na América do Sul o Brasil cultiva anualmente cerca de 4.500 ha de morangueiro, apresentando uma produção de cerca de 165.000 toneladas. Relacionando-se estes dados obtidos por instituições brasileiras com os dados coletados pela FAO para os demais países, observa-se que o Brasil apresenta produção anual próxima da alcançada pelo Japão, décimo primeiro maior produtor mundial, e é o maior produtor de morangos na América do Sul (ANTUNES, BONOW e JUNIOR, 2020).

A produtividade média no Brasil depende do local e do sistema de cultivo adotado, mas a média no país é próxima de 30 toneladas por hectare, sendo uma média baixa comparada aos maiores produtores mundiais (Espanha e Estados Unidos), tendo uma produtividade de 50 toneladas por hectare. As propriedades produtoras de morango no Brasil têm entre 0,5 hectare a 1 hectare, sendo as propriedades de cultivo familiar. Áreas de cultivo de empresas, podem chegar a 15 hectares de plantação (ANTUNES, BONOW e JUNIOR, 2020).

O crescimento do cultivo do morangueiro no Brasil é estimado entre 4 e 6% devido ao uso de novos sistemas de produção, utilização de mudas melhores, conhecimento da rentabilidade dessa rosácea. O país não tem a tradição de exportar o morango, em 2019 foram exportados US\$ 448 milhões de frutos frescos e processados, somando 190 mil quilos de produto e importamos um total de US\$ 8 milhões do mesmo produto, totalizando 5,1 milhões de quilos (ANTUNES, BONOW e JUNIOR, 2020).

No mundo, 9.223.815 toneladas em 395.844 hectares. No Brasil 165.440 toneladas em 4.500 hectares, produtividade média de 30 toneladas/ha, durante o ano de 2019 (FAOSTAT, 2019).

2.3 Logística

A função da logística é a de fazer um controle de fluxo de mercadorias de maneira eficaz e eficiente, conseguindo coordenar todas as atividades do transporte, sendo de matéria prima, a entrega de material ao consumidor e até a movimentação do material entre os galpões da fábrica (BALLOU, 2006 e MUTANOV et al., 2020).

O sucesso da logística está relacionado a satisfação do cliente e por isso a maneira que o produto será entregue deve ser definida com cuidado, levando em consideração a distância de entrega do material a ser transportado e muitos outros detalhes do processo. O custo do processo também deve ser levado em consideração, não adianta definir um ótimo método de entrega se o custo é muito elevado (PEREIRA et al., 2015) Se a logística de entrega falha, o consumidor fica desapontado com o serviço prestado e isso pode afetar diretamente as vendas da empresa, por isso a confiabilidade da entrega deve ser um item a ser levado em consideração no momento de definir a metodologia de entrega (RODRIGUES e RABELLO, 2017).

Com a globalização e o aumento da tecnologia nos nossos dias a logística passou a ser ainda mais importante, pois os produtos passaram a ser entregues em diversos locais do mundo, aumentando os pontos de vendas e a distância para a entrega, com isso o custo do processo passa a ser maior (FLEURY, 2012). O transporte é uma atividade que pode consumir até 60% dos custos logísticos, os custos diretos desse processo estão ligados à operação propriamente dita, como gastos com combustível, depreciação do veículo utilizado, salário de motoristas, seguro de carga, pneus entre outros, podendo aparecer em alguns casos como despesa de vendas. (GOMES; RIBEIRO, 2011, POZO, 2010, PEREIRA et al., 2015).

Mesmo a logística estando diretamente ligado ao sucesso de uma empresa e a satisfação de seus clientes, ela ainda a pouco difundida e não é aproveitada em seu máximo (SANTOS NETO e SANTANA, 2015). Até pouco tempo atrás a logística era vista apenas como um apoio às empresas nas tarefas de transporte de produtos. Atualmente sabemos que a logística vai muito além do transporte de mercadorias, a logística engloba várias tarefas do dia a dia que garantem que o produto chegue até o cliente com a qualidade e a rapidez prometidas. (SANTOS NETO e SANTANA, 2015, CHING, 2010).

Uma maneira de otimizar a logística dentro de uma empresa, seja de pequeno, médio ou grande porte é utilizar a pesquisa operacional, gerando assim uma vantagem competitiva nessa área, a PO ajuda a quantificar as operações, dimensionar os custos e otimizar as rotas de entrega (OLIVEIRA, 2015).

2.4 Pesquisa Operacional

O termo Pesquisa Operacional (PO) é utilizado para designar uma área de conhecimento de desenvolvimento de sistemas complexos por meio de métodos científicos e tem a finalidade de comparar e prever estatísticas ou decisões alternativas, ajudando a determinar ações. Tem como objetivo principal otimizar a programação de atividades ou recursos durante um processo, tratando de forma sistematizada os problemas que necessitam de recursos escassos (CARDOSO, 2011)

A pesquisa operacional (PO) pode ser aplicada a diversas áreas, como logística, organização de escalas, controle de produção, problemas de roteamento de veículos sempre auxiliando a resolver problemas de diferentes segmentos, utilizando técnicas e modelos matemáticos, sempre com o objetivo de otimizar os processos e, diminuindo os custos da operação e aumentando os lucros, desenvolvendo assim um planejamento estratégico bastante competitivo (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). A aplicação da PO pode ser dada através da programação linear, uma ferramenta que auxilia as empresas a otimizar o tempo e reduzir os custos e leva em consideração todas as restrições que acontecem dentro de um processo de tomada de decisão (ARENALES et al., 2007). A pesquisa

operacional também ajuda a resolver os problemas de roteirização de veículos (Vehicle Routing Problems - VRPs), fazem parte de uma categoria da PO, conhecidas como problemas de otimização de rede. Dentro dessa categoria, podemos encontrar vários problemas clássicos, como o problema de caminho mínimo, problema de fluxo máximo e problema de transporte.

A Pesquisa Operacional teve o início de suas atividades denominada desta maneira, durante a Segunda Guerra Mundial, porém existem tentativas iniciais da utilização dessa abordagem científica na gestão das organizações datadas entre os séculos XVII e XIX, durante as revoluções industriais, para o gerenciamento de empresas que estavam passando por grandes modificações. Durante a guerra existiu a necessidade de se alocar suprimentos e armamentos e então o governo britânico e norte americano convocou vários cientistas para desenvolver uma técnica para lidar com esses problemas táticos e estratégicos e assim se iniciou a PO como conhecemos hoje (HILLER & LIEBERMAN, 2006 e HILLER & LIEBERMAN, 2013)

A PO não utiliza apenas uma técnica para resolver todos os problemas com que se depara, cada problema tem uma complexidade diferente e a técnica utilizada deve ser compatível com a dificuldade do problema, a técnica mais utilizada é a programação linear, porém existem outras como programação inteira, a programação dinâmica, programação não linear e a otimização em rede (TAHA, 2008).

As soluções da PO não são soluções fechadas e sim determinadas por algoritmo, que trazem soluções ótimas, realizadas por meio de cálculos fixos que são repetidos várias vezes dentro do problema proposto, e por isso os cálculos associados a esses algoritmos se tornam grandes e entediantes e por isso sugere-se que se usem computadores para encontrar a solução (TAHA, 2008).

A modelagem utilizada pela PO é universal usando a linguagem matemática e definindo um objetivo, é possível caracterizar as variáveis e identificar as restrições do problema proposto. O uso do computador é indispensável no momento de encontrar soluções ótimas para o problema, porém o elemento humano ainda precisa ser utilizado durante o processo. O profissional deve conhecer o objetivo e conseguir identificar o modelo apropriado para ser utilizado em seu caso e após escolher o melhor modelo, deve mostrar ao computador quais são as restrições computacionais e físicas que existem dentro do sistema (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

2.5 Problema do Caixeiro Viajante

O problema do caixeiro viajante (PCV) é um caso específico dentro do problema de roteamento de veículos e um dos problemas mais estudados por toda a matemática computacional. Foi formulado por Karl Menger em 1903, e pode ser definido com um problema de fácil descrição e compreensão e possui um grande uso dentro a logística e os meios de transporte. O Problema do Caixeiro Viajante, ou em inglês Travelling Salesman Problem, deu origem a grandes variedades de pesquisa, devido a sua simples descrição, mas sua complexidade no momento de se obter uma solução (RICO-GARCIA et al., 2021).

O PCV engloba o problema de um caixeiro, que inicia sua rota de trabalho em um ponto de partida e visita vários clientes pré-estabelecidos, visitando cada um apenas uma vez e retornando ao ponto de partida. Quando existe um período que essas visitas devem acontecer, se torna imprescindível ter uma rota definida para que todos os pontos sejam visitados. O PCV precisa levar em consideração todas as variáveis da rota e otimizar os percursos e diminuir os custos de todo o processo, utilizando softwares que ajuda no desenvolvimento do algoritmo para encontrar uma solução ótima. Mesmo problemas contendo milhares ou milhões de cidades podem ser resolvidos com erros na ordem de 1% utilizando algoritmos conhecidos na literatura (GHIANI et al., 2020; WU et al., 2020;

AVRAHAM e RAVIV, 2020). Existem outras variações do problema do caixeiro viajante, mas nesse trabalho iremos falar sobre o problema do caixeiro viajante dependente de tempo.

Para fazer uma formulação matemática para os problemas, usam-se na maioria das vezes estruturas de rede. Durante a resolução do problema as cidades passam a ser chamadas de nós, e as estradas que fazem a conexão entre as cidades são chamadas de arcos (MANERBA et al., 2016).

Foi estabelecido que o vendedor deve retornar ao nó de onde ele iniciou a viagem, chamado de cidade-base ou depósito. Quando se trabalha com um tour fechado, qualquer nó pode ser utilizado como o de partida, mas por razões de praticidade, o nó 1 é usado como o inicial. Um PCV padrão conta com uma solução viável onde todos os nós são visitados, existem outras soluções alternativas, pois a rota pode ir para qualquer direção, na solução ótima, cada nó é visitado apenas uma única vez (MANERBA et al., 2016).

O processo do PCV busca soluções viáveis a um custo computacional razoável, porém não garante a otimalidade da solução e em alguns casos não conseguem dizer quão próximo a solução viável está próxima da solução ótima (VIDAL et al., 2019; SCHRYEN, 2019). Se a ordem das cidades interfere na distância, ou seja, a distância de 1 até 2 é diferente do que de 2 até 1, o problema é chamado de assimétrico, caso a distância seja a mesma, é chamado de simétrico (CHEIKHROUHOU e KHOUFLET, 2021).

2.6 Problema do Caixeiro Viajante com Dependência de Tempo

O uso do transporte para entrega passou a gerar problemas de congestionamento nas cidades e um problema para o planejamento da logística urbana, projeções indicam que esses problemas irão piorar no médio e longo tempo. Devido a isso, muitas empresas passaram a estudar seus caminhos de entrega, para que o caminho e o horário de entrega sejam definidos com antecedência (MONTERO, DIAS e BRONT, 2017; ZHANG et al., 2018).

Durante os últimos anos houve um aumento no aprimoramento relacionados aos problemas de roteamento de veículos, tornando-os mais complexos ao levar em consideração o momento em que as entregas devem ser realizadas, passando a serem conhecidos como problemas de roteamento dependentes de tempo (LERA-ROMERO e BRONT, 2019).

Essa variação teve uma motivação adicional a ser estudada, pois pode ser aplicada também ao clássico problema do caixeiro viajante, passando a considerar o momento em que as entregas devem ser feitas, tornando assim o problema estudado mais complexo. Quando o horário de entrega passa a ser relevante, o problema passa a ser conhecido como, Problema do Caixeiro Viajante com Dependência de Tempo, ou em inglês *time dependent traveling salesman problem (TDTSP)*, estudado primeiramente por Cordeau, Ghiani and Guerriero no ano de 2014 (LERA-ROMERO e BRONT, 2019).

Anteriormente o problema levava em consideração um horário fixo para a entrega e esse horário estava incluído no tempo de deslocamento da rota. Entretanto na prática, isso não ocorria, o horário da entrega não era constante, pois algumas áreas de entrega podiam ser limitadas devido ao tráfego do local, fazendo com que as entregas fossem feitas com atraso (CACCHIANI, BOLTON e TOTH, 2019).

O problema do caixeiro viajante com dependência de tempo, leva em consideração apenas um veículo, com capacidade infinita, entretanto o problema procura encontrar um HAMILTONIAN tour, com o mínimo custo, enquanto trabalha com um horário particular de funcionamento. Por isso essa vertente do problema do caixeiro viajante, é usada para problemas com diferentes horários de viagens e considera a função entre duas cidades, ou localizações que são dependentes do momento em que o deslocamento é feito e não

somente da distância entre os dois pontos (MONTERO, DIAS e BRONT, 2017; MALANDRAKI e DASKIN, 1992).

3. Metodologia

O método é o caminho utilizado para realizar alguma coisa, quando esse caminho é conhecido, passa a ficar mais fácil a viagem, pois sabe-se onde se está e onde pretende chegar, com essas informações é possível definir o que será feito para encontrar a solução (PEREIRA et al., 2018). Nesse capítulo serão mostradas as abordagens da pesquisa, a apresentação do problema e o passo a passo para encontrar a solução.

Quanto aos meios de coleta de dados, para o desenvolvimento do referencial teórico, foi feita uma pesquisa bibliométrica. Para se escrever um artigo precisa-se realizar uma pesquisa bibliográfica primeiramente, a pesquisa e a leitura já fazem o pesquisador se aperfeiçoar com o tema e desenvolver competências cognitivas para dar continuidade a pesquisa (PEREIRA et al., 2018).

No que concerne ao tipo de investigação da pesquisa, foi estabelecido o uso da investigação descritiva, uma vez que Marcondes et al., 2017 esse formato procura descobrir como as coisas funcionam e descrever as mesmas.

O morango é uma fruta que é consumida em sua maioria in natura devida a sua perecibilidade (ANTUNES; REISSER JUNIOR; SCHWENGBER, 2016). O plantio do morango vem crescendo cada vez mais em pequenas propriedades no Brasil, sendo cultivados em agricultura familiar para aumento de sua renda (SOUSA; BARBOSA; RODRIGUES, 2016).

Uma maneira do produtor aumentar sua clientela e a satisfação do cliente é realizar a entrega do produto in natura, ou processado na casa do cliente sem custos adicionais, com esse diferencial passa a atrair mais clientes para o seu produto (PEREIRA et al., 2015 e BALLOU, 2006). Por isso foi realizada a pesquisa, para encontrar trabalhos que trouxessem informações sobre a utilização da Pesquisa Operacional e Problema do Caixeiro Viajante, na entrega do morango para clientes.

4. Resultados e Conclusão

Durante as pesquisas realizadas em artigos, periódicos e revistas, foi possível encontrar bastante conteúdo para realizar o trabalho e notar que não existem muitos trabalhos que relacionem a pesquisa operacional com o transporte do morango para pequenos produtores rurais.

Com isso o objetivo da pesquisa foi atingido, foi possível construir um forte referencial teórico sobre o assunto desejado e ver que existe um campo de estudo, onde pode-se aplicar os conhecimentos encontrados nesse trabalho. Aplicando a pesquisa operacional para fazer o roteamento de entrega do morango, diminuindo custos e tempo de entrega e satisfazendo o cliente no final do processo.

Referências

ALMENAR, E. et al. Evolution of selected volatiles in chitosancoated strawberries (*Fragaria x ananassa*) during refrigerated storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.57, n.3, p.974-980, 2009.

ANTUNES, L, E, C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. MORANGO CRESCIMENTO CONSTANTE EM ÁREA E PRODUÇÃO. *Campo & Negócio*. Anuário HF 2020.

ARENALES, M; VINICIUS, A; REINALDO, M; HORACIO, Y. Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

AVRAHAM, E.; RAVIV, T. The data-driven time-dependent traveling salesperson problem. *Transportation Research Part B: Methodological*. Israel, v 134, p. 25-40. 12 de fevereiro de 2020.

BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física. 1ed.-22.reimp- São Paulo : Atlas,2010.

BELFIORE, Patrícia; FÁVERO, Luiz Paulo. Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CARDOSO, Andréa. Fundamentos da Pesquisa Operacional. Universidade Federal de Alfenas (Unifal), 2011. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/matematica/files/file/po.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2021.

CHEIKHROUHOU, O.; KHOUFI, I. A comprehensive survey on the Multiple Traveling Salesman Problem: Applications, approaches and taxonomy. **Computer Science Review**. Paris, France, v 40, p . 13 de fevereiro de 2021.

CHING, Yuh Ching. Gestão de estoque na cadeia de logística integrada – **Supply Chain**. 4 ed.- São Paulo: Atlas 2010.

EMBRAPA, 2016. 589 p.

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United States. Major Tropical Fruits Statistical Compendium. 2019. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome**, 2020.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

FORBES-HERNANDEZ, T.Y. et al. The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 8398, n. October, p. S46–S59, 2015.

GALLETA, G. J.; BRINGHURST, R. S. Strawberry management. In: GALLETA, G. J.; HIMELRICK, D. G. (Ed.). Small fruit crop management. **New Jersey: Prentice-Hall**, 1990. p. 83-93.

GOMES. C. F. S.; RIBEIRO. P. C. C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada á tecnologia da informação. 1. reimp. São Paulo: **Cengage Learning**, 2015.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

KELLY, K. A novel approach to determine the impact level of each step along the supply chain on strawberry quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 147, n. July 2018, p. 78–88, 2019.

MALANDRAKI, C. , Daskin, M.S. , 1992. Time dependent vehicle routing problems: formulations, properties and heuristic algorithms. **Transp. Sci.** 26 (3), 185–200 .

MANERBA, D.; MANSINI, R.; RIERA-LEDESMA, J. The Traveling Purchaser Problem and its variants. **European Journal of Operational Research**. Europa, v 259, p. 1-18. 19 de dezembro de 2016.

MARCONDES, R, C.; MIGUEL, L, A, P.; FRANKLIN, M, A.; GILBERTO, P. Metodologia para trabalhos práticos e aplicados: administração e contabilidade. Editora Mackenzie. 2017.

MIRAHMADI, F; HANAFI, QM; ALIZADEH, M; MOHAMADI, H; SARSAIFEE, M. 2011. Effect of low temperature on physico-chemical properties of different strawberry cultivars. **African Journal of Food Science and Technology** 2: 109-115.

MUTANOV, G.; ZIYADIN, S.; SERIKBEKULY, A. Application of system-dynamic modeling to improve distribution logistics processes in the supply chain. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, v 22, p. 29-39. 2020.

NOGUEIRA, J.P.; JESUS, M.A.C.L. Desenvolvimento, avaliação físico-química, sensorial e colorimétrica da geleia de seriguela diet. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.8, n.2, p.1531-1544, 2014.

OLIVEIRA, I, H, I.; FAVA, F, L, M.; CASTORANI, R, R.; RODRIGUES, L, L, F.; FERNANDES, M, E. Utilização Da Pesquisa Operacional Para Otimização De Rotas De Um Motorista Autonomo Na Região De São Paulo. **Xii SEGET**. 2015.

PEREIRA, A.; SHITSUKA, D.; PARREIRA, F.; SHITSUKA, R. Metodologia de Pesquisa Científica. 1º edição. UAB/NTE/UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. RS. 2018.

PEREIRA, F. O.; SOUZA, R, S.; PORTUGAL JUNIOR, P, S.; OLIVEIRA, G, F.; OLIVEIRA, F, F. Logística de transporte: um estudo de caso dos desafios do transporte rodoviário para as operações de comércio exterior no Sul de Minas Gerais. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 2015..

POZO, H. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

REVISTA GLOBO RURAL. Como plantar Physalis. 2013

RODRIGUES, K. C.; RABELO, M, H, S. a Importância Do Transporte Na Logística Empresarial. **Revista Acadêmica Conecta FASF** 2(1):193-207, 2017, v 2, p. 193-207.2017.

SALLATO, B. V., TORRES, R.; ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A. Effect of boscalid on postharvest decay

SANTOS NETO, U, J.; SANTANA, L, C. Logística e serviço ao cliente como estratégia competitiva. **Revista de Iniciação Científica**. Página, 97-111. 2015.

SCHRYEN, G. Parallel computational optimization in operations research: A new integrative framework, literature review and research directions. **European Journal of Operational Research**. Germany, v 287, p. 1-18, 27 de novembro de 2019.

SILVA, V. L. da; COZZOLINO, S. M. F. Vitamina C (Ácido Ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2007, p. 305-324.

TAHA, Hamdy A. Pesquisa Operacional: Uma visão geral, 8 ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2008.

VIDAL, T.; LAPORTE, G.; MATL, P. A concise guide to existing and emerging vehicle routing problem variants. **European Journal of Operational Research**. Europa, v 286, p. 401-416. 10 de outubro de 2019.

WU, T.; HE, L.; YU, H. Online traveling salesman problem with time cost and non-zealous server. **Journal of Combinatorial Optimization**. China. 25 de maio de 2020.

ZHANG, Y.; BALDACCI, R.; SIM, M.; TANG, J.; Routing optimization with time windows under uncertainty. **Mathematical Programming**. Alemanha, v 175, p. 263-305. 23 de fevereiro de 2018.

AFRIN, S. et al. Promising health benefits of the strawberry: a focus on clinical studies. *J. Agric. Food Chem*, v. 64, n. 22, p. 4435–4449, 2016.

RICO-GARCIA, H.; SANCHEZ-ROMENO, J. L. JIMENO-MORENILLA, A.; MIGALLON-GOMIS, H. A Parallel Metaheuristic Approach to Reduce Vehicle Travel Time for Smart Cities Sustainability. **Springer Proceedings in Complexity**. Suíça, p. 37-49. 16 de janeiro de 2021.

GHIANI, G.; ADAMO, T.; GRECO, P.; GUERRIERO, E. Lifting the performance of a heuristic for the time-dependent travelling salesman problem through machine learning. **Algorithms**. Italia, v 13. 21 de outubro de 2020.

MONTERO, A.; MÉNDEZ-DIAZ, I.; BRONT, M.; JUAN, J. An integer programming approach for the time-dependent traveling salesman problem with time windows. **Computers and Operations Research**. Argentina, v 88, p. 280-289. 4 de julho de 2017.

LERAROMERO, G.; BRONT, M.; JUAN, J. A branch and cut algorithm for the time-dependent profitable tour problem with resource constraints. **European Journal of Operational Research**. Argentina, v 289, p. 879-896. 10 de julho de 2019.

CACCHIANI, V.; CONTRARAS-BOLTON, C.; TOTH, P. Models and algorithms for the Traveling Salesman Problem with Time-dependent Service times. **European Journal of Operational Research**. Italia, v, 283, p. 825-843. 26 de novembro de 2019.