

Roteamento de veículos: um estudo bibliométrico

Diego Franciesco Muhl (Universidade Federal de Santa Maria/PM) diego-muhl@hotmail.com
Maielen Lambrecht Kuchak (Universidade Federal de Santa Maria/PM) maielen_kuchak@hotmail.com
Daniele Silva Martins de Oliveira (Universidade Federal de Santa Maria/PM) danimartins16@hotmail.com
Luis Carlos Zucatto (Universidade Federal de Santa Maria/PM) luiszucatto@gmail.com

Resumo:

Neste artigo é realizado um estudo bibliométrico de periódicos publicados em revistas e eventos sobre o tema roteamento de veículos. Sendo abordado no referencial uma visão mais geral do conceito de logística empresarial e roteamento de veículos, construindo uma relação entre ambos. Esse estudo tem como objetivo analisar e descrever o número de publicações existentes em revistas e eventos sobre o assunto roteamento de veículos, onde foram analisados os enfoques dos estudos e as áreas que a Administração se apoia para a resolução do mesmo. Com isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, documental e um estudo bibliométrico, por meio da coleta de artigos publicados no período de 2006-2015, dez anos, trazendo resultados positivos e satisfatórios para o estudo. Assim, foi identificado que o número de publicações em revistas é menor do que em eventos devido o seu alto grau de exigência na seleção dos artigos, além disso, verificou-se que nos diferentes artigos analisados as áreas que a Administração se apoia são a Matemática e a Pesquisa Operacional. Contudo, os autores dos periódicos publicados apresentaram diferentes modelos e métodos para a resolução do problema de roteamento de veículos.

Palavras chave: Estudo Bibliométrico, Logística Empresarial, Roteamento de Veículos.

Vehicle routing: a study bibliometric

Abstract

This article is carried out a bibliometric study of journals published in magazines and events on the subject vehicle routing. As discussed in reference a broader view of the concept of business logistics and vehicle routing, building a relationship between them. This study aims to analyze and describe the number of publications in magazines and events on the subject vehicle routing, which approaches the studies and areas that management supports for the resolution of it were analyzed. Thus, there was a bibliographical, documentary research and a bibliometric study, through the collection of articles published in the 2006-2015 period of ten years, bringing positive and satisfactory results for the study. Thus, it was identified that the number of publications in journals is smaller than in events due to its high degree of requirement in the selection of articles, moreover, it was found that the various articles analyzed areas that management supports are mathematics and Operational Research. However, the authors of the published journals presented different models and methods for solving the vehicle routing problem.

Key-words: Bibliometric Study, Business Logistics, Vehicle Routing.

1. Introdução

O crescimento significativo de veículos trafegando nas rodovias provocam engarrafamentos, aumento nos custos de combustível e aumento do tempo gasto no percurso percorrido. Com isso, as empresas priorizaram a minimização dos custos de transporte de carga com o intuito de buscar uma solução ótima para o problema de roteamento de veículos por meio do uso de softwares para a definição das melhores rotas (PIMENTA, 2001).

Pureza e Lazarin (2010) destacam que os problemas existentes de roteamento de veículos, em sua maioria, possuem natureza combinatória dificultando a sua resolução sendo considerada na classificação NP-difícil. Para isso, os esforços de pesquisa e desenvolvimento de métodos devem ser aprimorados criando testes matemáticos ou derivados da pesquisa operacional para a resolução do problema de roteamento que resultem em aspectos positivos e satisfatórios.

Para isso, realizou-se um estudo bibliométrico sobre o tema roteamento de veículos. Constatando-se que, na maioria, os artigos analisados são de autores provenientes de universidades federais, sendo que se tem um número maior de publicações em eventos e repetição de autores de trabalhos com diferentes temas, se comparados ao número de publicações em revistas, devido o grau de exigência e de qualidade do artigo ser maior.

O estudo delimitou-se num único período de publicações sendo de 2006-2015, escolheu artigos que são relativos à área de Administração, englobando-os num tamanho de amostra de 31 periódicos selecionados. Entretanto, encontraram-se dificuldades na busca pelos mesmos devido a não disponibilidade para acesso online, sendo definida pelos autores outra estratégia de busca para a realização do estudo.

Justifica-se que o presente trabalho procurou apresentar um trabalho bibliométrico sobre o tema já apresentado, onde se procura publicações de vários autores em revistas e eventos do mesmo, para realizar uma pesquisa além do que se sabe pelo tema, delimitando se um pouco devido à dificuldade que os pesquisadores encontraram. Assim, buscou-se analisar o número de periódicos deparados.

A pesquisa realizada objetivou-se analisar e descrever sobre o conhecimento nas publicações em revistas e eventos sobre o tema aqui apresentado, os enfoques dos estudos dos autores encontrados, identificar as áreas que a Administração se apoia para a resolução dos problemas existentes sobre roteamento, a natureza das empresas e os tipos de programas ou softwares utilizados pela mesma para a definição das rotas. Contudo, em alguns artigos não se viu evidências dos itens citados acima, dificultando a análise e apresentação dos resultados.

2. Referencial teórico

O referencial teórico apresentado nesta seção aborda uma visão geral do conceito de logística empresarial e conceito de roteamento de veículos.

2.1 Uma visão geral da logística empresarial

As indústrias vêm aplicando na área empresarial os conceitos logísticos com o intuito de se destacar no mercado, sobressaindo-se dos seus concorrentes e levando em consideração o cliente. O mesmo quer o produto certo, no local certo, a um preço adequado, que são avaliados por eles no fechamento da compra. Para isso, a organização deve estabelecer uma estratégia de logística empresarial para atender esses clientes, tanto consumidor final quanto outras indústrias (NOGUEIRA; GONÇALVES; NOVAIS, 2007).

Diante disso, Ballou (1993) define logística empresarial como sendo um meio de promover um melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição por meio do planejamento, organização e controle das atividades de movimentação e armazenagem, facilitando o fluxo

dos produtos. Contudo, as empresas nem sempre se preocupam no controle e na coordenação coletiva das atividades logísticas.

Porém, surge a necessidade de otimizar as rotas de um sistema de distribuição física, sendo considerado o transporte de carga desde o produtor até o consumidor final, possuindo um horário pré-determinado de entrega, os clientes estão localizados em pontos geográficos dispersos na região, assim, têm-se a necessidade de realizar um roteamento de veículos para o atendimento da demanda (RIBEIRO; RUIZ; DEXHEIMER, 2001).

2.2 Roteamento de veículos

O termo roteamento de veículos se refere ao processo de designação de uma ou mais rotas a serem percorridas por uma frota com o objetivo de visitar pontos dispersos geograficamente, em determinados locais, que necessitam de atendimento, podendo ser coleta ou entrega de produtos (CUNHA, 2000). Contudo, a determinação das rotas, no processo de planejamento, se torna uma tarefa difícil e de grande dificuldade de solução.

Em uma situação real, se fazem necessários o atendimento da demanda e a visita aos fornecedores numa mesma rota com o intuito de reduzir os custos de transporte. Durante o percurso realizado pela frota, algumas mercadorias sofrem danos devido à má colocação da carga no veículo. Para que isso não aconteça, a empresa deve adotar alguma estratégia que priorize o atendimento da demanda de entrega (LIMA; ASSIS; VIVAS, 2012).

Pereira (2010) destaca que os consumidores possuem de uma forma simultânea, uma demanda de coleta e de entrega, podendo ou não aceitar ser atendido separadamente, devido os esforços realizados em cada atividade, sendo que, os mesmos preferem ser atendidos numa única parada. Exigindo que a empresa estabeleça um sistema de distribuição/redistribuição que atenda os seus clientes, para isso, a mesma deve calcular a melhor rota.

O cálculo das rotas é realizado por um sistema que organiza e determina a melhor rota a ser percorrida. De acordo com Carmo, Gomes e Neto (2003), o objetivo desse sistema é a obtenção de um roteamento que conduz a minimização dos custos da atividade, de acordo com as restrições do problema, estando associado às chegadas e saídas dos veículos em um período de tempo.

No processo de determinação de rotas, a empresa deve planejar possíveis soluções para as restrições do problema sendo que, cada cidade é visitada uma vez por um único veículo, cada rota se inicia num ponto e finaliza no mesmo ponto e os consumidores devem estar satisfeitos. Com o intuito de que a frota passe por todos os pontos, considerados estratégicos, minimizado os custos e diminuindo o tempo gasto no percurso (ASSIS, 2007).

Póvoa, Junior e Nogueira (2005, p.2) destacam que “a rota de cada veículo deve obedecer a algumas restrições como: a quantidade de mercadoria entregue não deve exceder a capacidade do veículo e o tempo limite para realizar uma rota não deve ser ultrapassado”. Com isso, tem-se o extremo cuidado de manuseio das mercadorias para que as mesmas cheguem em perfeitas condições no seu destino final.

De acordo com Sens (2009, p. 15), “a resolução para descobrir qual é a melhor rota parece simples, bastando calcular o custo de todas as possíveis combinações e selecionar a que apresentar o menor custo”. Parece viável quando há um pequeno conjunto de locais a serem visitados, contudo, o aumento de novos locais resulta numa solução mais complexa, pois, há possíveis combinações de se solucionar o problema.

Segundo Campos (2008), a minimização dos custos vai além das decisões do roteamento, refletindo na escolha dos veículos mais adequados, estando inclusos os custos fixos e

variáveis referentes ao percurso das rotas. Sendo que, os veículos de menor capacidade são os que possuem os menores custos de aquisição e de depreciação, precisando assim, ser definido pela empresa o tamanho da frota.

Diante disso, uma frota de veículos com capacidade limitada exige que a empresa realize uma reprogramação em tempo real para que, futuramente, a mesma possa atender um novo conjunto de clientes num determinado intervalo de tempo. Sendo que, as requisições dos clientes devem ser conhecidas no processo de roteamento minimizando o tempo de deslocamento entre a frota e os clientes (RIBEIRO; LORENA, 2005).

Novais et al. (2011) destaca que o tempo de deslocamento é obtido através de modelos de caminhos mais curtos interligados numa rede, com os valores da distância, tempo de percurso e os custos, sendo os mesmos são obtidos através da utilização de softwares que auxiliam no processo de planejamento, evitando a não execução das tarefas com o intuito de reduzir os níveis de serviços.

Na maioria dos casos são utilizados softwares que determinam as zonas, escalas e rotas para que, não aja alteração nas informações, pois, as mesmas resultam num problema dinâmico, sendo que os softwares utilizados são muitos complexos e exigem um nível de especialização dos usuários. Sendo que as empresas não possuem profissionais qualificados para operar nos programas dos softwares (COUTINHO, 2003).

Esses softwares destacam as exigências dos clientes, dentre elas destaca-se as datas e horários de entregas, os problemas que possam ocorrer no trânsito nas questões de acesso, circulação e estacionamento de veículos, ressaltando o uso de caminhões, e o aumento da competitividade do mercado, entre outros fatores. Rodrigues, Rosa e Resendo (2012, p. 33) ressaltam que “[...] cabe ao operador do sistema programar os roteiros para atendimento dessas solicitações utilizando-se dos veículos disponíveis”.

Porém, alguns softwares não são capazes de calcular a localização geográfica exata dos pontos onde estão localizados os clientes ou considerar as restrições do tráfego rodoviário. Têm-se a alternativa de utilizar roteirizadores que estão associados a uma plataforma de Sistemas de Informações Geográficas (NETO; LIMA, 2006). O mesmo é uma ferramenta que manipula os dados georeferenciados e alfanuméricos, auxiliando na tomada de decisão a partir da definição do melhor roteiro de entregas a ser seguido.

Diante disso, a empresa deve elaborar uma estratégia que defina a melhor rota para que atenda as necessidades de seus clientes, sendo que os mesmos possuem algumas exigências dentre elas destaca-se o horário de entrega, dias de coletas, entre outras. Para isso, a adoção de softwares auxilia no processo de tomada de decisão, além de, facilitar a determinação das rotas levando em consideração vários fatores que foram descritos anteriormente.

3. Metodologia

No presente trabalho foi realizada uma pesquisa bibliométrica. De acordo com Araújo (2006), a pesquisa bibliométrica é a análise do campo do conhecimento, por meio da estatística de medição dos índices de produção, utilizando-se de técnicas quantitativas. Por meio disso, é possível realizar um levantamento e mapeamento das publicações resultando numa sustentação para a criação e o desenvolvimento de novos trabalhos relativos com o tema abordado (JUNIOR; MAIA; VIOLA, 2011).

Num primeiro momento, foi estabelecido o período de 10 anos, de 2006 até 2015, para a coleta dos artigos analisados, o tipo de publicação (revistas e eventos), os autores dentre estes será selecionado os principais, o enfoque do estudo, a natureza da empresa que foi abordado o

tema do artigo, se a mesma utilizava algum tipo de software/programa que realizava o roteamento de veículos.

Num segundo momento, foi realizada a coleta dos periódicos por meio de uma ferramenta de busca online, Google Acadêmico, de periódicos publicados na área acadêmica em revistas e eventos pertencentes ao período estabelecido de busca, totalizando trinta e um artigos selecionados pelos autores, procurando-se demonstrar por meio de tabelas representativas das áreas de publicações do tema estudado, destacando os principais autores e suas publicações, os tipos de programas/software utilizados nas empresas para a realização do roteamento de veículos dentre outras variáveis contidas na apresentação dos resultados a seguir.

4. Análise dos resultados

4.1 Áreas do conhecimento em que a Administração se apoia

O caminho metodológico deste estudo orienta que se realize uma pesquisa referente ao tema roteamento de veículos, no qual se procede à investigação dos enfoques, área em que os autores se apoiaram na administração para a escrita dos seus periódicos e eventos em que são publicadas. No que diz respeito aos enfoques, trata-se dos objetivos gerais das pesquisas, ou seja, em que a pesquisa está centrada.

Assim, sobre esta questão, a partir da análise dos 31 trabalhos utilizados como base deste estudo, a área do conhecimento em que a Administração se apoia, foram identificadas a Matemática e a Pesquisa Operacional. Da Matemática são 09 estudos, enquanto da Pesquisa Operacional, são 20 estudos. Outros 02 não apresentam evidências de qual área estaria dando suporte àqueles estudos. Esses dados são apresentados na Tabela 1.

Área do conhecimento	Número de estudos	Percentual
Matemática	9	29%
Pesquisa operacional	20	64,5%
Não determinada	2	6,5%

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 1 – Áreas do conhecimento que a Administração se apoia

A Pesquisa Operacional é vastamente utilizada na Administração, especialmente na Logística. No caso de roteamento de veículos, técnicas como o teste computacional, por meio do pacote CPLEX 12.1, utilizada no estudo de Garcia *et al.* (2012) ou a função Solver do Microsoft Excel, que é largamente utilizada em estudos desta natureza, permitem a identificação dos parâmetros adequados para a solução da problemática proposta.

Ainda, essa base de conhecimento permite “abrir” o problema a ser resolvido em variáveis que dependem do escopo do estudo. Por exemplo, se optar por investigar qual seria a melhor rota para a entrega de jornais em uma cidade com n bairros e i estabelecimentos em cada bairro, seria necessária a definição dos pontos de saída, paradas, intervalos de parada, quantidades do produto a ser entregue em cada estabelecimento, tempo de deslocamento entre um e outro estabelecimento, entre outros.

Encontra-se nos artigos analisados várias técnicas Matemáticas, usadas para ajudar, em muitos aspectos relacionados às problemáticas que se encontram no roteamento de veículos. Desde os problemas simples até os mais complicados, se tem métodos de heurística e meta-heurística para solucionar estes problemas, mas esses métodos não são aplicados somente em Matemática, se usa também em Pesquisa Operacional.

Uma das abordagens Matemática é a análise combinatória adotada no trabalho estudado de Barão, Kripka e Kripka (2008) que ajuda a desempenhar um papel proeminente no planejamento efetivo de custos no longo prazo. Através desta equação e solucionado o problema de roteamento de veículos do caixeiro viajante (PRVVCV).

O modelo matemático usado no trabalho de Lima, Assis e Vivas (2012) é uma equação que ajuda a minimizar os custos de transporte, fazendo com que os veículos façam uma só rota, saem do centro de distribuição vão até o cliente, e no retorno passam para adquirir a matéria-prima levando para a fábrica.

Já os trabalhos sem evidências na área de conhecimento que a Administração se apoia, apresentados pelos autores, procuraram solucionar os problemas de roteamento de veículos através de outras propostas. No trabalho de Junior e Filho (2010) foram abordadas ferramentas de sistemas de informações geográficas, para analisar a melhor rota de coleta de resíduos sólidos domiciliares.

4.2 Análise do enfoque dos estudos referente ao tema

A partir da análise dos artigos, procurou-se definir os enfoques dos estudos, a maioria focado em métodos algoritmos, porém, há trabalhos com abordagens diferentes. Kramer, Subramanian e Penna (2012) realizaram um estudo de caso em uma indústria de bebidas consequente ao Problema de Roteamento de Veículos Assimétrico com Frota Heterogênea Limitada (PRVAFHL). Tendo como objetivo definir as rotas dos veículos de modo a minimizar os custos de distribuição. Dentre as diversas abordagens existentes, optou-se por realizar experimentos computacionais através de softwares.

Analisa-se outros enfoques referentes ao tema proposto. Toigo, Filho e Lavratti (2007) abordaram a realização do planejamento de entregas de mercadorias feitas pelas empresas que prestam o serviço logístico às indústrias. Propondo um sistema que se baseia na Busca Heurística da área de Inteligência Artificial. O objetivo geral deste trabalho é focar na agilidade para a criação de uma rota de entrega, trazendo benefícios financeiros para as empresas terceirizadas.

Caldas e Santos (2008) procuram como objetivo analisar uma melhor compreensão do problema de roteamento de veículos nas áreas urbanas, verificando se os cenários possuem alternativas de rota que melhor se adaptem, levando em consideração os custos de transporte e a produtividade da frota. Abordaram uma heurística construtiva e dois algoritmos que realizam buscas locais que aperfeiçoam as soluções obtidas pela mesma heurística.

Silva e Faria (2013) pesquisam alternativas que ajudam no deslocamento de estudantes, dos seus domicílios para suas instituições de ensino, muitos deles fazem o trajeto a pé ou usam transporte individual, podendo compartilhar do mesmo modo de transporte, pois moram uns ao lado dos outros. Uma dessas alternativas é o sistema de transporte intermediário, denominado Transporte Público Individualizado (TPI) sendo um transporte público com características de transporte individual. Portanto, a proposta é analisar a viabilidade de transportes que interligam um grupo de pessoas que tem mesmo destino.

Pureza e Lazarin (2010) analisam o impacto que os métodos de roteamento dinâmico de veículos causam em ambientes de prestação de serviço, onde é priorizada a satisfação dos clientes em relação aos prazos de entrega de produtos. Através desse objetivo, é proposta uma heurística que quando processada por um módulo de despacho de veículos, elabora rotas em tempo real. Com essas instâncias os resultados obtidos geram benefícios substanciais em termos de nível de serviço oferecido.

O Problema de Roteamento de Veículos (PRV) tem recebido muita atenção ultimamente, dada a sua complicação e relevância econômica. Porém há outros problemas de roteamento, como por exemplo, o Problema de Roteamento de Veículos Capacitados (PRVC), versão mais clássica dos PRV, uma solução para este é buscar a alocação ótima de entregas para uma frota de veículos homogêneos, com intuito de minimizar a distância total percorrida pelos veículos. Para que esta solução ocorra é implantado um sistema computacional baseado na meta-heurística, denominado como Busca Dispersa (BITTENCOURT et al., 2012).

Há uma grande quantidade de parâmetros que dificultam a modelagem e resolução do problema de roteamento. Tem-se como enfoque a aplicação sistêmica para o entendimento, a análise e a classificação do problema de roteirização de veículos. Por meio deste objetivo há uma melhor compreensão dos aspectos mais relevantes, facilitando a modelagem e solução do problema (BREJON; BELFIORE, 2006).

Devido à alta complexidade de resolução do problema de roteirização de passageiros, constatou-se que não existem programas computacionais que realizam diretamente a definição de uma rota em tempo real. Com isso, consistiu-se na aplicação de um sistema de informação geográfico (SIG) para roteirização do transporte exclusivo de pessoas com necessidades especiais. Para melhoria do atendimento sugeriu que novos usuários sejam atendidos, aumentando a satisfação dos clientes e melhorando o transporte exclusivo em geral. O procedimento proposto é uma ferramenta de auxílio ao planejamento das rotas (LEITE et al., 2012).

O desempenho dos autores deste artigo para procurar instâncias disponíveis na literatura do tema proposto resultou na identificação das problemáticas, assim como suas soluções e a definição do objetivo central. Na maioria dos estudos as principais problemáticas encontradas foram o tempo gasto no percurso da rota, a minimização dos custos de transporte, a diminuição do número de veículos da frota utilizados, o número de funcionários ativos, a distância total percorrida pela frota e coleta e entrega, no qual a entrega deve ser atendida antes da coleta.

Com isso, foi englobado um objetivo central desses trabalhos que é aplicar métodos heurísticos e meta-heurísticos para a resolução das problemáticas citadas à cima. Foi observado nos trabalhos pesquisados que o problema de roteamento de veículos não possui uma solução ótima, entretanto a partir da abordagem destes métodos é possível ter uma aproximação da solução.

4.3 Análise das publicações encontradas sobre o tema roteamento de veículos

Em questão das publicações realizadas em revistas e eventos nos 31 trabalhos analisados, dentro do período de dez anos (2006 – 2015), foram publicados 12 artigos em revistas e 19 artigos em eventos. Esses dados são apresentados na Tabela 2 e Tabela 3.

Revista	Ano	Número de publicações
Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambientais	2010	1
Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde	2012	1
Revista Eletrônica S & G	2006	1
Revista E-xacta	2012	1
Revista Hífen	2006; 2007	2
Revista Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento	2013	1
Revista Produção	2006	1
Revista Transportes	2009	1
Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional	2010	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 – Número de publicações em revistas com respectivos anos

Evento	Ano	Número de publicações
Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa	2012	8
Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (CLAIO e SBPO)		
25ª Jornada Acadêmica Integrada UFSM	2010	1
Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha (SPOLM)	2008	1
Transporte em Transformação XIV	2009	1
XL SBPO	2008	2
XLVII SBPO	2015	3
XXXI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional	2008	1
XXXIX SBPO	2007	1
XXXVIII SBPO	2006	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3 – Número de publicações em eventos com respectivos anos

Analisando as tabelas acima, verifica-se que o número de publicações em revista é inferior quando comparadas com o número de publicações em eventos. Pois, em revistas o grau de avaliação do periódico é mais criterioso, enquanto nos eventos não se tem tantas exigências. Devido à complexidade para se publicar nas revistas, não se tem uma procedência de anos publicados. Entretanto, nos eventos é possível analisar que são procedentes os anos de publicação.

De uma maneira geral, o estudo se concentrou num número exato de artigos publicados em revistas e eventos referentes ao tema sendo 12 usados para a conclusão da análise e 31 no geral, definindo quais foram os enfoques do estudo (objetivo geral), os problemas encontrados e sua devida resolução, analisando as áreas de conhecimento que a Administração se apoia definidas nos periódicos analisados. Contudo, constatou-se um número de publicações maior num mesmo evento em diferentes edições podendo ser visualizado na Tabela 3 acima. Implicando numa concentração maior de publicações em determinados anos sendo que, nas demais publicações são raras e diluídas no período analisado.

5. Considerações finais

O estudo bibliométrico procura analisar outros trabalhos referentes a determinado tema proposto pelos pesquisadores. Sendo proposto neste artigo pelos autores a análise de periódicos, tanto em revistas quanto em eventos, sobre roteamento de veículos, o trabalho propôs uma visão diferente dos outros trabalhos relacionados a esse tema.

No referencial foi elaborada uma visão geral do conceito de logística, após fez-se uma relação através de conceitos entre logística e roteamento de veículos. Abordando em seguinte, o conceito de roteamento, a sua importância, para quais fins é utilizado nas empresas, os tipos de programas utilizados para melhorar o desenvolvimento das rotas e seus preceitos.

Foram abordados nas análise de resultados, alguns pontos dos trabalhos estudados como a área de conhecimento que a Administração se apoia, o enfoque ou objetivos gerais e locais de publicação. Através de todo esse processo, pode se observar que há vários problemas referentes ao tema deste trabalho, roteamento de veículos engloba n dificuldades, e cada trabalho estudado apresentaram métodos específicos para solucionar cada problema apresentado. Entretanto não se tem uma solução ótima destes, porém há uma aproximação desta solução.

Futuramente, pretende-se pelos autores do artigo dar continuidade ao trabalho aqui exposto. Melhorando as pesquisas realizadas em busca do tema, mais fatores, mais métodos diferentes dos abordados neste trabalho e abranger um número maior de pesquisa para melhorar as problemáticas que surgem no roteamento de veículos. Direcionando este trabalho para fim de publicação acadêmica.

Referências

ÁLVAREZ, A.; MUNARI, P. *Uma abordagem metaheurística para o problema de roteamento de veículos com janelas de tempo e múltiplos entregadores.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XLVII, 2015, Pernambuco–PE. Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Pernambuco-PE, 2015.

ARAÚJO, C. A. *Bibliometria: evolução histórica e questões atuais.* Em questão, v. 12, n.1, p. 11-32, 2006.

ASSIS, L. P. *Algoritmos para o problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultâneas.* Belo Horizonte: UFMG, 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência da Computação) Escola da Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

BALLOU, R. H. *Logística empresarial.* São Paulo: Atlas, 1993.

BARÃO, F. B.; KRIPKA, M.; KRIPKA, R. M. L. *Determinação da rota ótima para a coleta de resíduos sólidos urbanos no município de Passo Fundo – RS.* In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL – CNMAC, XXXI, 2008, Belém–PA. Anais do XXXI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. Belém-PA, 2008.

BITTENCOURT, G. C. et al. *Problema de roteamento de veículos capacitados (PRVC): Solução manual X Busca dispersa.* In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

BREJON, S. R. C.; BELFIORE, P. P. *A importância do enfoque sistêmico para problemas de roteirização de veículos.* Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, n. 5, p. 64-86, 2006.

CALDAS, M. A. F.; SANTOS, D. A. *Estudo de heurísticas para o roteamento urbano de veículos.* Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v.1, n.3, p. 245-252, 2009.

CALDAS, M. A. F.; SANTOS, D. A. *Uma heurística para roteamento de frota de veículos para a distribuição de bebidas em uma região urbana.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XL, 2008, João Pessoa–PB. Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. João Pessoa–PB, 2008.

CAMPOS, D. S. *Integração dos Problemas de Carregamento e Roteamento de Veículos com Janela de Tempo e Frota Heterogênea.* São Paulo: EPUSP, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) Escola de Engenharia da Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

CARMO, E. C.; GOMES, H. A. S.; NETO, J. F. B. *Roteamento de veículos no transporte rodoviário de cargas: uma aplicação para a distribuição de jornais.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XXXV, 2003, Natal–RN. Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal-RN, 2003.

COSTA, J. M.; SOUZA, S. R.; SOUZA, M. J. F. *Estudo da aplicação de metaheurísticas ao problema de roteamento aberto de veículos com janelas de tempo.* In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

COSTA, L. A.; SANTOS, F. A.; MATEUS, G. R. *Heurística GRASP-VND para o problema de roteamento de veículos com Cross-Docking.* In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN

OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

COUTINHO, E. F. *Algoritmos de Escala e Roteamento de Veículos para aplicação em serviços sistemáticos de regiões urbanas*. Fortaleza-Ceará: EUCE, 2003. Dissertação (Mestrado Integrado Profissional em Computação) Escola da Ciência da Computação, Universidade Estadual do Ceará e Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2003.

CUNHA, C. B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. Revista Transportes da ANPET, v. 8, n.2, p. 51-74, 2000.

FREITAS, L. M. B. et al. *Heurística Grasp para o problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XXXIX, 2007, Fortaleza–CE. Anais do XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Fortaleza-CE, 2007.

FREITAS, L. M. B.; MONTANÉ, F. A. T. *Metaheurísticas VNS-VND e Grasp-VND para problemas de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA MARINHA, XI, 2008, Rio de Janeiro - RJ. Anais do XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística Marinha. Rio de Janeiro - RJ, 2008.

FURTADO, M. G. S.; MUNARI, P.; MORABITO, R. *O problema de coleta e entrega na indústria petrolífera: modelagem e método de solução branch-and-cut*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XLVII, 2015, Pernambuco–PE. Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Pernambuco-PE, 2015.

GARCIA, V. J. et al. *Problema de roteamento de veículos para atendimento de ordens emergenciais em concessionária de distribuição de energia elétrica*. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

HEINEN, M. R.; OSÓRIO, F. S. *Algoritmos Genéticos aplicados ao Problema de roteamento de veículos*. Hífen, v. 30, n. 58, p. 89-95, 2006.

JUNIOR, A. P.; FILHO, P. C. O. *Análise de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares com uso de geoprocessamento*. Revista Acadêmica, Ciências Agrária Ambiental, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 131-144, 2010.

JUNIOR, J. M.; MAIA, G. M.; VIOLA, G. *Os principais trabalhos na teoria do conhecimento tácito: pesquisa bibliométrica 2000-2011*. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS – SIMPOI, XIV, 2011, São Paulo. Anais do XIV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo, 2011.

KRAMER, R. H. F. R.; SUBRAMANIAN, A.; PENNA, P. H. V. *Problema de roteamento de veículos assimétrico com frota heterogênea limitada: um estudo de caso em uma indústria de bebidas*. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

LEITE, M. E. et al. *SIG aplicado a roteirização do transporte público exclusivo para pessoas portadoras de necessidades especiais*. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v.8, n. 14, p. 129-142, 2012.

LIMA, D. S.; ASSIS, L.; VIVAS, A. *Resolução do Problema de Roteamento de veículos com Backhauls com Heurística baseada em busca local*. E – xacta, v. 5, n. 1, p. 99-110, 2012.

LUIZELLI, M. C.; GARCIA, V. J. *Análise comparativa entre heurísticas e metaheurísticas aplicadas ao problema de roteamento de veículos*. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 2, n. 1, p. 1-4, 2010.

MANGUINO, J. L. V.; RONCONI, D. P. *Problema de roteamento de veículos com frota mista, janelas de tempo e custos escalonados.* In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

MINE, M. T. et al. *O problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea: uma abordagem via iterated local search e genius.* Transportes, v. 18, n. 3, p. 60-71, 2010.

MONTANÉ, F. A. T. *Um algoritmo de busca tabu adaptativo aplicado a problemas de roteamento de veículos com pedidos de coleta e entrega.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XXXVIII, 2006, Goiânia–GO. Anais do XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Goiânia–GO, 2006.

MORAIS, V. W. C.; MATEUS, G. R; NORONHA, T. F. *Estudo da incorporação de Cross-docking ao problema de roteamento de veículos.* In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

NETO, A. F.; LIMA, R. S. *Roteirização de Veículos de uma rede atacadista com o auxílio de sistemas de informações geográficas (SIG).* Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, n. 5, p. 18-39, 2006.

NETO, J. F. S.; PUREZA, V. *Um modelo matemático para um problema real de roteamento de veículos em áreas urbanas.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XLVII, 2015, Pernambuco–PE. Anais do XLVIISimpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Pernambuco-PE, 2015.

NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B; NOVAES, A. G. *Logística Humanitária e Logística Empresarial: relações, conceitos e desafios,* 2007.

NOVAIS, A. G. et al. *Roteirização dinâmica de veículos usando simulação e algoritmo genético.* Transportes, v.19, n.3, p. 85-92, 2011.

PERREIRA, D. L. *Heurísticas e Algoritmo exato para o Problema de Roteamento de Veículos com Coleta e Entrega Simultâneas.* Belo Horizonte: ICEx – UFMG, 2010. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência da Computação) Escola da Ciência da Computação, Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

PIMENTA, D. J. *Algoritmo de Otimização para o Problema de Roteamento de Veículos no Transporte Conjunto de Cargas e de Passageiros.* Belo Horizonte: UFMG, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

PÓVOA, C. L. R.; JUNIOR, G. G. P.; NOGUEIRA, R. T. *Heurística Grasp Para o Problema de Roteamento de Veículos com Multi-Compartimentos e sua Integração com o Sistema de Informação Geográfica Geo-Rota.* In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS – SIMPOI, VIII, 2005, São Paulo. Anais do VII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo, 2005.

PUREZA, V.; LAZARIN, D. F. *Um estudo de impactos do roteamento dinâmico de veículos em atividades de prestação de serviço.* Produção, v. 20, n. 4, p. 589-600, 2010.

RIBEIRO, G. M.; LORENA, L. A. N. *Roteamento de Veículos Dinâmicos usando Algoritmos Genéticos,* 2005.

RIBEIRO, G. M.; RUIZ, M. D. V.; DEXHEIMER, L. *Programa de Roteamento de Veículos aplicação no sistema de coleta dos correios,* 2001.

RODRIGUES, P. P.; ROSA, R. A.; RESENDO, L. C. *Proposta de um modelo matemático para o problema dial-a-ride aplicado ao transporte público de cadeirantes.* Transporte, v. 20, n.2, p. 33-41, 2012.

RODRIGUES, S. B. *Metaheurística colônia de formigas aplicada a um problema de roteamento de veículos: caso da Itaipu Binacional*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, XL, 2008, João Pessoa–PB. Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. João Pessoa–PB, 2008.

SENS, T. A. *Sistema de Pedidos de Pizza para Otimização de Rotas no Google Maps*. Blumenau: FURB, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Ciência da Computação) Escola da Ciência da Computação, Universidade Regional de Blumenau, 2009.

SILVA, D. M.; FROTA, Y. A. M.; SUBRAMANIAN, A. *Uma heurística para o problema de roteamento de veículos com múltiplas viagens*. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – CLAIO E SBPO, 2012, Rio de Janeiro – RJ. Anais do Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

SILVA, M. M. F.; FARIA, C. A. *Transporte público individualizado e personalizado*. Horizonte Científico, v. 7, n. 1, p. 1-22, 2013.

TOIGO, R.; FILHO, A. M. V.; LAVRATTI, F. B. *Sistema de roteirização de entregas*. Hífen, v. 31, n. 59, p. 51-56, 2007.

TORTELLY, A. J.; OCHI, L. S. *Um Grasp eficiente para Problemas de Roteamento de uma frota de veículos*. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, v.7, n.1, p. 149-158, 2006.

VIANNA, D. S.; GOMES, C. B. P. *Um Algoritmo Evolutivo para o problema de roteamento em Arcos capacitados*. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, v. 1, n. 2, p. 116-131, 2006.

WU, L.; CUNHA, C. B. *O problema da roteirização periódica de veículos*. Transportes, v. 16, n.1, p. 5-16, 2008.