

Métodos de roteirização de veículos: uma revisão da literatura

Janilce Negrão, Monique Martins dos Santos, Thiago Takakusa Feldman, Marcell Mariano Corrêa Maceno, Adriana de Paula Lacerda Santos

Resumo: O objetivo desse artigo é, através da revisão sistemática da literatura, levantar os métodos mais utilizados em pesquisa operacional quanto a roteirização de veículos. Para efetivamente identificá-los, houve a necessidade de rastrear diversos artigos, através de ferramentas de busca acadêmicas. Foram utilizados as seguintes palavras chave: roteirização, transporte, método e otimização, dessa forma, foram encontrados 46.149 resultados. A aplicação de filtros possibilitou a seleção de 17 artigos para análise, por meio da ferramenta 5W1H, e subsequentemente, a compilação dos dados mais relevantes. A ferramenta, utilizada para atingir os resultados, possibilita a criação de subgrupos que facilitam a interpretação dos dados coletados, além de auxiliar na formulação de uma conclusão. Com base nos achados, conclui-se que os seguintes métodos são os mais recorrentes: Método do caixeiro viajante e o problema de roteirização de transportes. Ambos os métodos citados possuem aplicações práticas que possibilitam a otimização de processos recorrentes em qualquer organização que atue no ramo de deslocamento de insumos.

Palavras chave: Roteirização, Método, Transporte, Otimização.

Vehicle routing methods: a literature review

Abstract: Through Systematic Literature Review, the main objective of this research paper is to survey the most commonly used methods in operational research on vehicle routing. To effectively identify them, there was a need to track several articles through academic search tools. The following keywords were used: routing, transport, method and optimization, thus, 46.149 results were found. The application of filters allowed the selection of 17 articles for analysis, using the 5W1H tool, and subsequently, the compilation of the most relevant data. The 5W1H mechanism, used to achieve the results, enables the creation of subgroups that facilitate the interpretation of the collected data, as well as assisting in the formulation of a conclusion. Based on the findings, it is concluded that the following methods are the most recurring: Traveling salesman method and the transport routing problem. Both methods have practical applications that allow the optimization of recurring processes in any organization that operates in the field of input displacement.

Keywords: Routing, Method, Transport, Optimization.

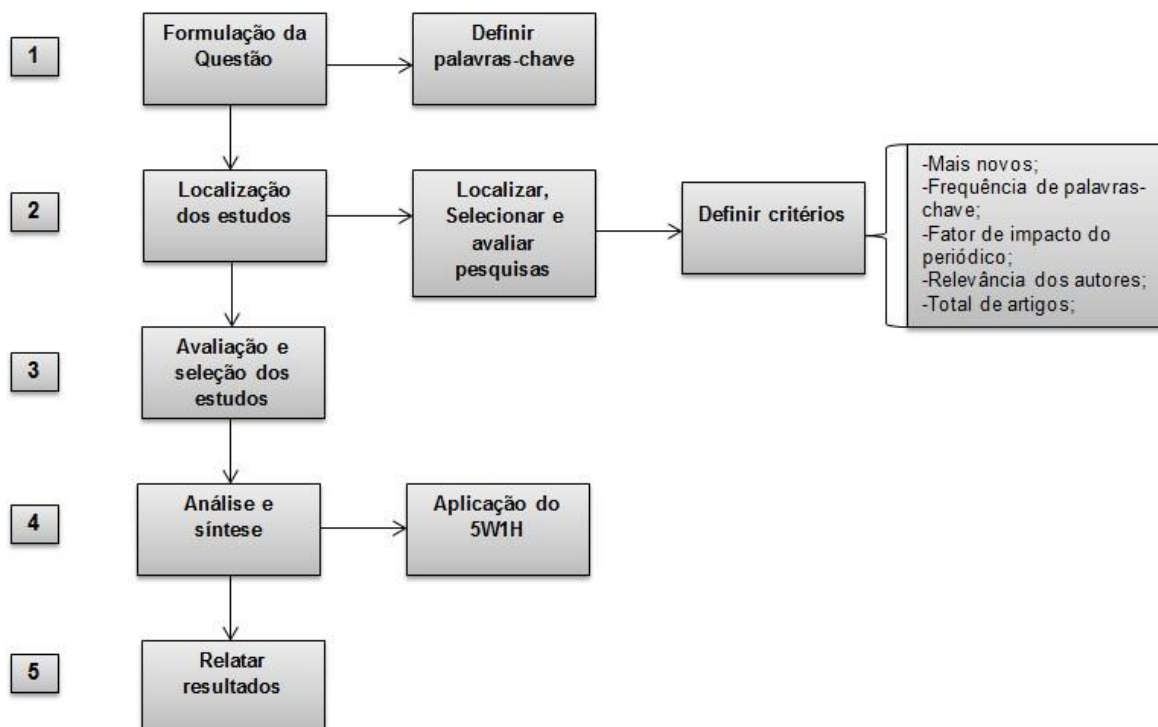
1. Introdução

Segundo Ballou (2007), o transporte de cargas é um dos custos mais onerosos as empresas no Brasil, compondo entre um a dois terços dos custos logísticos totais. Conforme o autor, a roteirização visa encontrar a melhor rota a fim de tornar a atividade menos onerosa. Visando compreender novas estratégias empregadas em algumas corporações, as quais tem o intuito de reduzir tais custos, iniciou-se a revisão sistemática a respeito da roteirização. De acordo com Pozo (2010) “[O transporte] É essencial, porque nenhuma organização moderna pode operar sem providenciar a movimentação de suas matérias-primas ou de seus produtos acabados para serem levados, de alguma forma, até ao consumidor final”. Dessa forma, esse artigo objetivou identificar os métodos mais recorrentes na solução de problemas de roteirização de veículos. Com o intuito de aumentar a receita de uma cooperativa de coletores de resíduos sólidos de Curitiba, visou-se aplicar esse conhecimento técnico em práticas diárias dos cooperados e do gestor da entidade.

2. Método de pesquisa

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) “trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” (FREIRE GALVÃO, 2004).

Para a elaboração do estudo foi utilizado a abordagem de revisão sistemática de Garza-Reyes (2015), de acordo com as seguintes etapas: Formulação da questão, Localização dos estudos, Avaliação e seleção dos estudos, Análise e síntese e Relatar resultados (Figura 1).



Fonte: Adaptado de Garza-Reyes (2015)

Figura 1 - Modelo de Revisão Sistemática da Literatura

Através da RSL obtemos as publicações existentes sobre o conceito de roteirização de veículos e otimização de rotas. As buscas foram obtidas através das ferramentas de pesquisa Scielo e Google Acadêmico. As palavras-chave (roteirização de veículos/vehicle routing e otimização de rotas/route optimization) foram escolhidas com a intenção de encontrarmos conteúdos que mais se caracterizavam com o tema da pesquisa. O quadro a seguir, mostra o termo de busca utilizado e seus respectivos resultados.

Termo de busca	Scielo	Google acadêmico
“roteirização de veículos”	10	4570
“otimização de rotas”	21	37200
“vehicle routing”	97	1450
“route optimization”	51	2750

Tabela 1 - Termos de busca e seus respectivos fontes e resultados

Primeiramente, foram obtidos 179 artigos no Scielo e 45970 de publicações no Google acadêmico, os quais estão incluídos artigos, trabalhos acadêmicos e jornais de universidades sobre o assunto pesquisado. Em primeiro lugar, foi feita a leitura do título e aqueles que não

estavam de acordo com o tema do trabalho foram excluído. Em seguida foram excluídas as publicações que não eram artigos científicos publicados em periódicos. Nessa fase, foram lidos os resumos dos artigos para analisarmos se caracterizavam com o tema da pesquisa e, assim, aqueles que fugiam do tema foram excluídos.

Por fim, foram excluídos os artigos repetidos, resultando em 17 artigos a serem estudados em que foram aplicados modelos de roteirização de veículos a problemas reais ou em que foram discutidos algum método de roteirização de veículos.

Em cada artigo selecionado foi aplicado a ferramenta 5W1H, que permite uma rápida identificação dos elementos necessários à implantação de um projeto e que deve responder às seguintes questões:

- Quem (Who) é o responsável pela ação?
- Onde (Where) deve ser executado?
- Quando (When) deve ser implementado?
- O que (What) deve ser feito?
- Por que (Why) deve ser implementado?
- Como (How) deve ser conduzido?

Desse modo, em cada artigo selecionado foram feitas as seguintes perguntas:

- Who - Quem desenvolveu o método e/ou quem aplicou o método à um problema real;
- Where - Onde foi aplicado o método;
- When - Quando foi desenvolvido o método ou quando o método foi aplicado à um problema real;
- What - Explicar algum método específico de roteirização de veículos ou objetivo ao se aplicar o método à um problema real;
- Why - Objetivo genérico da aplicação do método de roteirização de veículos ou objetivo específico da aplicação do método à um problema real;
- How - Como o método de roteirização funciona ou qual método de roteirização foi aplicado ao problema real;

3. Resultados e discussão

Esclarecendo melhor os resultados obtidos da aplicação da ferramenta 5W1H nos artigos selecionados e que estão ilustrados no APÊNDICE A, temos: Who - Durante a extração dos dados foram identificados, nos artigos em que foram discutido e aprofundado algum método de roteirização de veículos, os autores dos métodos. E nos artigos em que houve a aplicação de algum método de roteirização à um problema real foram identificados quem foi o responsável pelo projeto; Where - Onde foi aplicado o método de roteirização, podendo ser a cidade ou a empresa; When - Nos artigos em que foram discutido e aprofundado algum método de roteirização de veículos foi identificado o período em que foi realizado os primeiros estudos sobre o método. E nos artigos em que houve a aplicação de algum método de roteirização à um problema real foi identificado o período de aplicação do método; What - Explicar algum método específico de roteirização de veículos ou objetivo ao se aplicar o método à um problema real; Why - Objetivo de implementar o método que na maior parte

dos casos é para reduzir o percurso percorrido pelos veículos e minimizar custos de logística; e How - Como o método de roteirização funciona ou qual método de roteirização foi aplicado à um problema real.

Analisando o tópico Who, observamos que em 16 dos artigos os autores são os primeiros a desenvolver e/ou estudar o método em que o artigo aborda, entre eles estão: Dantzig & Ramser (Problema de roteirização de veículos), William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton (responsáveis por desenvolver os primeiros trabalhos sobre o Problema do Caixeiro Viajante), Clarke e Wright (responsáveis pela Heurística de Clarke e Wright), Leonhard Euler (Problema de Roteirização em Arcos), Christofides e Beasley (Problema de roteirização periódica), Dantzig & Fulkerson (Problemas de coleta e entrega com janelas de tempo) e Nandgaonkar (Problema de Roteamento entre o Corte e o Aterro com Múltiplos Caminhões). Em um artigo, os autores são os próprios autores do artigo.

Analisando o tópico Where, observamos que na maior parte dos artigos selecionados os métodos de roteirização e otimização de rotas foram aplicados em empresas de distribuição ou coleta de algum determinado produto.

Analisando o tópico When, o método mais antigo utilizado foi o Problema de Roteirização de Veículo que foi desenvolvido em 1959 e o mais atual foi uma aplicação a um problema real do Problema do Carteiro Chinês e um outro utilizando a heurística de Clarke e Wright, ambos em 2016.

Analisando o tópico What, em grande parte dos artigos selecionados o objetivo era aprofundar algum método de roteirização de veículos ou analisar e discutir a aplicação de um método de roteirização de veículos e otimização de rotas a um problema real.

Analisando o tópico Why, o objetivo de estar aplicando-se algum método de roteirização à uma empresa era definir a melhor rota de entrega ou coleta de algum produto e, assim, diminuir a distância percorrida pelos veículos e minimizar os custos de logística como o consumo de combustível.

Analisando o tópico How, observamos que em três artigos abordam o tema do Problema de Roteirização de Veículos, dois sobre o Problema do caixeiro viajante, dois sobre Problema de Roteirização em Arcos e 2 sobre Heurística de Clarke e Wright. O restante dos artigos abordavam os seguintes métodos: Problema de roteirização periódica, Problema de roteirização pura, Problemas de coleta e entrega com janelas de tempo, Problema de Roteamento entre o Corte e o Aterro com Múltiplos Caminhões, Roteirização em nós e Método do vizinho mais próximo.

4. Conclusão

A compilação e a posterior análise dos dados possibilita que um prognóstico seja traçado a respeito dos métodos avaliados. Por meio da RSL, nota-se a predominância de duas teorias distintas: O problema do caixeiro viajante e o problema de roteirização de transportes. Ambos os métodos fazem uso de programação linear, fato que os torna ideais para problemas com variáveis lineares. Os demais artigos tomam como base outros métodos similares, porém não possuem o mesmo prestígio no meio acadêmico.

O PCV é mais utilizado, normalmente, em situações menos complexas que possuem apenas um sujeito em movimento, os casos em que o PRT é utilizado, em sua maioria, envolvem mais de um sujeito em movimento.

Referências

- AMARAL, M.; ALMEIDA, M. S.; MORABITO, R. Um modelo de fluxos e localização de terminais intermodais para escoamento da soja brasileira destinada à exportação. **Gest. Prod**, São Carlos, v.19, n.4, 2012.
- BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial. São Paulo: Atlas, 2007.
- BERNARDO, M.; LIMA, R. S. Planejamento e implantação de um programa de coleta seletiva: utilização de um sistema de informação geográfica na elaboração das rotas. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 9(Supl. 1), p. 385-395, 2017.
- BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.13, n.4, 2008.
- CAIADO, R. RANGEL; L. A. Quelhas; GONÇALVES, L. O.; NASCIMENTO, D. Metodologia de revisão sistemática da literatura com aplicação do método de apoio multicritério à decisão smarter. In: XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE, 2016.
- CUNHA, C. B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes**, v. 8 , n. 2, p. 51-74, 2000.
- CUNHA; B., OLIVEIRA; A. U; MENDES, F. T. Experimento computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante. In: XVI Congresso da Anpet – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. e publicado nos anais do evento. Natal, 2002.
- ENOMOTO, L. M.; LIMA, R. S. Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista. **Production**, São Paulo, v.17, n.1, 2007.
- FALCÃO, V. A.; PRATA, B. A.; JÚNIOR, E. F. N. Modelo de roteirização para a distribuição de materiais de terraplenagem baseado em programação inteira. **J. Transp. Lit.**, Manaus, v.10, n.3, 2016.
- GALVÃO, T. F. GOMES, M. P. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.23, n.1, 2014.
- HASSAN, S. Sistema construtor de circuitos e sua aplicação na roteirização de coleta de lixo hospitalar. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v.3, n.5, p.329-347, 2013.
- LIMA, R. S.; LIMA, J. P.; SILVA, T. V. V. Roteirização em arcos com um sistema de informações geográficas para transportes: aplicação em coleta de resíduos sólidos urbanos. **Journal of Transport Literature**, Manaus, v.6, n.2, 2012.
- MORO, M. F.; ANDRADE, D. F.; SANTOS, B. M.; NETO, C. R. P.; BATTISTI, J. F. O problema de carteiro chinês aplicado na otimização das rotas de coleta de resíduos sólidos: um estudo de caso. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v.22, n.2, p.128-135, 2018.
- POZO, Hamilton. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- RODRIGUES, L. F.; PEIXOTO, E. C.; PINTO, L. R.; CONCEIÇÃO, S. V. O problema de roteirização de veículos tratado de forma simples e eficiente em uma empresa transportadora média. SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL DA MARINHA 2006 issn 1806-3632, 2006.

RODRIGUES, V. P.; MORABITO, R.; YAMASHITA, D., SILVA, B. J. V., RIBAS, P. C. Abordagens de otimização para um problema de roteirização e programação de navios petroleiros. **Gest. Prod.**, São Carlos, v.24, n.4 São Carlos, 2017.

SALATA., F. R. S; YOSHIZAKI, H. T. Y. Modelo de apoio à decisão de roteamento na distribuição física de produtos perecíveis. **Production**, São Paulo, v.3, n.1, 1993.

SANTOS, M.; J.; RODRIGUES, L; WALKER, R.; REIS, M.; CARVALHO, F. Reestruturação do processo de distribuição na marinha do Brasil: Uma proposta de solução a partir do problema do caixeiro viajante(PCV). In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, Maceió, 2018.

SIMÕES, A. A. T. **Roteirização na distribuição de refrigerantes: um estudo de caso em uma empresa do DF. Trabalho de conclusão de curso.** Brasília, 2016. Dissertação (Bacharelado) - Universidade de Brasília.

TAGLIALENHA,S. L. S.; PALOMARES, M.; FERNANDES, C. W. N.; GRUBISIC, V. F. V.. Projeto para otimização da logística na distribuição de medicamentos em uma central de abastecimento farmacêutico na cidade de Joinville. In: VII Congresso de engenharia de projetos, Joinville, Santa Catarina, 2016.

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

APÊNDICE A

Título	5W1H	Resultados
Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista	Who	Leandro Minoru Enomoto e Renato da Silva Lima
	Where	Estudo de caso em um grande atacadista, localizado na região Sul de Minas Gerais
	When	Não possui a informação
	What	Analisar processo de roteirização de veículos em uma empresa do setor atacadista
	Why	Definir a melhor rota de entrega, minimizando os custos
	How	Problema de roteirização de veículos, Dantzig & Ramser (1959)

Quadro 1 - 5W1H do artigo "Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista"

Título	5W1H	Resultados
Modelo de apoio à decisão de roteamento na distribuição física de produtos perecíveis	Who	Fábio Roberto Salata Jr., Hugo T.Y.Yoshizaki
	Where	Indústria de produtos alimentícios com foco na distribuição física de perecíveis na região metropolitana de São Paulo
	When	1990
	What	Formação de rotas de entregas para os veículos da firma (roteirização), com a capacidade de ser flexível às variações que ocorrem diariamente nas vendas realizadas, como para o controle dessas operações, através de uma série de indicadores de produtividade.
	Why	Definir a melhor rota de entrega, minimizando os custos.
	How	Problema de roteirização de veículos, Dantzig & Ramser (1959)

Quadro 2 - 5W1H do artigo "Modelo de apoio à decisão de roteamento na distribuição física de produtos perecíveis"

Título	5W1H	Resultados
O problema da roteirização periódica de veículos	Who	Luciele Wu e Cláudio Barbieri da Cunha / Christofides e Beasley (1984)
	Where	Não teve aplicação prática.
	When	1984
	What	Explorar novas abordagens para o problema de roteirização periódica.
	Why	Aumento na qualidade de soluções dos problemas de roteirização periódica.
	How	Problema de roteirização periódica. Nesses casos é preciso decidir quais são os melhores dias de visita para cada ponto, para que a roteirização seja otimizada para todo o horizonte de planejamento

Quadro 3 - 5W1H do artigo "O problema da roteirização periódica de veículos"

Título	5W1H	Resultados
Modelo de roteirização para a distribuição de materiais de terraplenagem baseado em programação inteira	Who	Viviane Adriano Falcão, Bruno de Athayde Prata e Ernesto Ferreira Nobre Júnior.
	Where	O modelo foi aplicado em um estudo de caso em uma obra na rodovia PE099, construída em Pernambuco.
	When	Não possui a informação.
	What	Problema de otimização no qual o objetivo é encontrar uma rota que minimiza a distância total percorrida por uma frota de caminhões utilizada na movimentação de terra.
	Why	Minimizar a distância total percorrida pelos veículos na movimentação de terra entre as zonas de corte e aterro em obras de terraplanagem e, por conseguinte, a rota ótima para a utilização de caminhões ao longo da obra.
	How	Problema de Roteamento entre o Corte e o Aterro com Múltiplos Caminhões. Nesse tipo de problema, as variáveis de decisão são as rotas e as distâncias entre origem (corte) e destino (aterro) são preestabelecidas. E a função objetivo é minimizar a distância total percorrida, Nandgaonkar (1981).

Quadro 4 - 5W1H do artigo "Modelo de roteirização para a distribuição de materiais de terraplenagem baseado em programação inteira"

Título	5W1H	Resultados
Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais.	Who	Cláudio Barbieri da Cunha
	Where	Não houve aplicação prática
	When	1800
	What	Discutir aspectos práticos que afetam a aplicação de modelos matemáticos a problemas de roteirização de veículos, com destaque para condicionantes encontrados em aplicações reais.
	Why	Aplicação de modelos de roteirização para determinação de um ou mais roteiros ou sequência de paradas a serem cumpridos por veículos, em locais pré-determinados, que minimizem o custo total de atendimento, assegurando que cada ponto seja visitado uma vez.
	How	Problema de roteirização pura (não consideram as variáveis temporais ou precedências entre as atividades para elaboração dos roteiros de coleta e/ou entrega), William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton

Quadro 5 - 5W1H do artigo "Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais"

Título	5W1H	Resultados
Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares	Who	Luzenira Alves Brasileiro e Márcio Gonçalves Lacerda.
	Where	Ilha Solteira – SP.
	When	Não possui a informação.
	What	Roteirização de veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares.
	Why	Minimizar a extensão total a ser percorrida pelos veículos coletores, a produção de uma solução de roteirização em menor tempo e a possibilidade de análise de mudança dos valores das variáveis, tais como frota e período de operação e; também, a possibilidade de análise de mudança de restrições, tais como capacidade dos veículos e regras de tráfego
	How	Problema de Roteirização em Arcos, Leonhard Euler.

Quadro 6 - 5W1H do artigo “Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares”

Título	5W1H	Resultados
Roteirização em arcos com um sistema de informações geográficas para transportes: aplicação em coleta de resíduos sólidos urbanos	Who	Renato da Silva Lima, Josiane Palma Lima e Thiago Vitali De Vito Silva.
	Where	Itajubá-MG.
	When	Não possui a informação.
	What	Utilizar o Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta para a roteirização do sistema de coleta resíduos sólidos urbanos.
	Why	Avaliar a qualidade das rotas atuais e possíveis cenários de melhoria, visando à minimização da distância percorrida e, conseqüentemente, a redução dos custos envolvidos
	How	Problema de Roteirização em Arcos, Leonhard Euler.

Quadro 7 - 5W1H do artigo “Roteirização em arcos com um sistema de informações geográficas para transportes: aplicação em coleta de resíduos sólidos urbanos”

Título	5W1H	Resultados
O problema de roteirização de veículos tratado de forma simples e eficiente em uma empresa transportadora média.	Who	Lásara Fabrícia Rodrigues, Eduardo Carrara Peixoto, Luiz Ricardo Pinto, Samuel Vieira Conceição.
	Where	Estudo realizado em uma empresa distribuidora de aço na grande São Paulo.
	When	Julho de 2004.
	What	Roteirização de caminhões de médio porte ao realizarem entregas de aço em múltiplos clientes a partir de um depósito inicial.
	Why	Encontrar uma maneira mais eficiente e de maior custo benefício para realizar as entregas dos pedidos da empresa.
	How	Utilizando a heurística de Clarke e Wright, por ser simples e fácil de ser codificada.

Quadro 8 - 5W1H do artigo “O problema de roteirização de veículos tratado de forma simples e eficiente em uma empresa transportadora média”

Título	5W1H	Resultados
Planejamento e implantação de um programa de coleta seletiva: utilização de um sistema de informação geográfica na elaboração das rotas	Who	Marcella Bernardo e Renato da Silva Lima
	Where	São Lourenço-MG.
	When	Em 2015. 7 dias de implementação.
	What	Foi planejado e implementado um programa de coleta seletiva em São Lourenço, Minas Gerais, com a utilização de um SIG na elaboração das rotas.
	Why	Minimizar a distância total de coleta; minimizar o custo total de coleta e minimizar o tempo total de coleta.
	How	Roteirização em nós para os pontos de parada e os catadores deveriam percorrer todas as ruas dos bairros realizando a coleta seletiva, Dantzig & Ramser (1959).

Quadro 9 - 5W1H do artigo “Planejamento e implantação de um programa de coleta seletiva: utilização de um sistema de informação geográfica na elaboração das rotas”

Título	5W1H	Resultados
Roteirização na distribuição de refrigerantes: Um estudo de caso em empresa do DF.	Who	André Antonio Telles Simões.
	Where	Distrito Federal
	When	2016
	What	Identificar a forma de roteirização de uma grande empresa de distribuição de bebidas no DF. Realizar uma análise comparativa do modelo atual de roteirização com o modelo proposto; Calcular os custos logísticos envolvidos na operação de roteirização dos veículos e das equipes de entregas.
	Why	Definição da aplicação de um modelo de roteirização para a distribuição de bebidas numa determinada região do DF, de forma a reduzir os custos logísticos do processo.
	How	Utilizando a heurística de Clarke e Wright, por ser simples e de rápida aplicação.

Quadro 10 - 5W1H do artigo “Roteirização na distribuição de refrigerantes: Um estudo de caso em empresa do DF”

Título	5W1H	Resultados
O problema de carteiro chinês aplicado na otimização das rotas de coleta de resíduos sólidos: um estudo de caso	Who	Matheus Fernando Moro, Dalton Francisco de Andrade, Bruno Miranda dos Santos, Cyro Rei Prato Neto3, Juliane de Freitas Battisti.
	Where	Área urbana da cidade de Matelândia/PR.
	When	Novembro de 2016. Realizado em 3 dias.
	What	Otimizar a rota percorrida pelo caminhão de coleta de resíduos sólidos recicláveis.
	Why	O objetivo da prefeitura é organizar as rotas de forma a minimizar o número de viagens que o caminhão terá que percorrer até o barracão de triagem e também que ele se possível não passe duas vezes na mesma quadra.
	How	Problema do Carteiro Chinês, William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton.

Quadro 11 - 5W1H do artigo “O problema de carteiro chinês aplicado na otimização das rotas de coleta de resíduos sólidos: um estudo de caso”

Título	5W1H	Resultados
Sistema construtor de circuitos e sua aplicação na roteirização de coleta de lixo domiciliar.	Who	Hassan Sherafat
	Where	Em Assis Chateaubriand, cidade de Aracaju-SE.
	When	Não possui a informação.
	What	Utilizar os métodos de roteirização como ferramenta para a otimização do sistema de coleta de resíduos domiciliares.
	Why	Contribuir com a solução de problemas de roteirização em redes com a construção de um sistema computacional capaz de gerar circuitos de custo mínimo que cobrem componentes requeridos da rede, considerando as restrições reais dos problemas de distribuição.
How	Através do Problema do Carteiro Chinês (PCC), Problema do Carteiro com Vento (PCCV), Problema do Carteiro Rural (PCR) e Problema do Caixeiro Viajante, William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton.	

Quadro 12 - 5W1H do artigo "Sistema construtor de circuitos e sua aplicação na roteirização de coleta de lixo domiciliar"

Título	5W1H	Resultados
Projeto para otimização da logística de distribuição de medicamentos em uma central de abastecimento farmacêutico na cidade de Joinville.	Who	Silvia Lopes de Sena Tagliarenha, Murilo Palomares, Christiane Wenck Nogueira Fernandes, Viviane Ferreira Vasconcelos Grubisic
	Where	Joinville - SC.
	When	Não possui a informação.
	What	Realizar a distribuição de medicamentos e recursos às UBS e aos PAs, com origem no CAF.
	Why	Reduzir custos e o tempo para realizar as entregas, objetivando melhorar o sistema de saúde público da cidade.
How	Utilizando o algoritmo de Busca em Vizinhança Variável de Descida. Após a implementação inicial do método do caixeiro viajante, William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton	

Quadro 13 - 5W1H do artigo "Projeto para otimização da logística de distribuição de medicamentos em uma central de abastecimento farmacêutico na cidade de Joinville"

Título	5W1H	Resultados
Reestruturação do processo de distribuição na marinha do Brasil: Uma proposta de solução a partir do problema do caixeiro viajante (PCV)	Who	Marcos dos Santos, Luiz Rodrigues Junior, Rubens Walker, Marccone Reis, Fabrício Carvalho.
	Where	Rio de Janeiro - RJ, Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro (BAMRJ)
	When	Não possui a informação.
	What	Roteirização de veículos responsáveis, com mesmo local de origem, por distribuírem materiais aos 14 pontos de entrega.
	Why	Otimizar o processo de envio de materiais às bases militares da Marinha Brasileira, com o objetivo de reduzir custos, mesmo que seja um órgão sem fins lucrativos.
How	Através da aplicação do método do caixeiro viajante, William Rowan Hamilton e Thomas Penyngton.	

Quadro 14 - 5W1H do artigo "Reestruturação do processo de distribuição na marinha do Brasil: Uma proposta de solução a partir do problema do caixeiro viajante (PCV)"

Título	5W1H	Resultados
Um modelo de fluxos e localização de terminais intermodais para escoamento da soja brasileira destinada à exportação	Who	Mônica do Amaral; Marina Soares Almeida; Reinaldo Morabito
	Where	Rede de exportação de soja
	When	Não possui a informação
	What	Roteirização nos casos de escoamento de produtos agrícolas para exportação
	Why	Redução das rotas e dos custos logísticos
	How	Problema de roteirização de veículos, Dantzig & Ramser (1959)

Quadro 15 - 5W1H do artigo “Um modelo de fluxos e localização de terminais intermodais para escoamento da soja brasileira destinada à exportação”

Título	5W1H	Resultados
Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante.	Who	Claudio Barbieri da Cunha, Ulisses de Oliveira Bonasser, Fernando Teixeira Mendes Abrahão.
	Where	Não teve aplicação prática.
	When	Não possui a informação.
	What	Aplicação de alternativas no heurísticas ao problema do caixeiro viajante.
	Why	A motivação básica foi a possível utilização desses métodos como parte de estratégias de solução para problemas reais que envolvem a roteirização e a programação de veículos e que apresentam muitas restrições.
	How	Métodos heurísticos k-opt, 2-opt, 3-opt. além do método do vizinho mais próximo.

Quadro 16 - 5W1H do artigo “Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante.”

Título	5W1H	Resultados
Abordagens de otimização para um problema de roteirização e programação de navios petroleiros.	Who	Vinícius Picanço Rodrigues, Reinaldo Morabito, Denise Yamashita, Bruno Jensen Virginio da Silva e Paulo Cesar Ribas.
	Where	Empresa petrolífera.
	When	Não possui a informação.
	What	Roteirização e programação de navios para cabotagem de petróleo. O problema é do tipo coleta e entrega com janelas de tempo, frota heterogênea, múltiplos depósitos (localizações iniciais de cada navio), múltiplos produtos, múltiplas visitas em cada plataforma e terminal, ao longo do horizonte de planejamento, com restrições adicionais que contemplam especificidades da operação do caso em estudo, como restrições associadas a calados flexíveis dos navios e terminais e dispositivos de posicionamento dinâmico dos navios e plataformas.
	Why	Minimizar custos decorrentes do consumo de combustível dos navios e dos contratos de afretamento.
	How	Problemas de coleta e entrega com janelas de tempo. Utiliza janelas de tempo pré-determinadas para aliviar os estoques das plataformas e para atender as demandas dos terminais, além das regras de atracação de navios para diferentes tipos de plataformas e terminais, e considerações do consumo de combustível dos navio, Dantzig & Fulkerson.

Quadro 17 - 5W1H do artigo “Abordagens de otimização para um problema de roteirização e programação de navios petroleiros”