

O USO DO ALGORITMO GENÉTICO NA LOGÍSTICA DE LAST MILE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO EM SÃO LUÍS-MA

Gabriel de Castro Marques (Universidade Ceuma)
castro_marques@hotmail.com

**JOSE RIBMAR FRANK BARROS JÚNIOR (Universidade
Ceuma)**

juniorfk_crazy@hotmail.com.br

Maycon da Silva Gerônimo (Universidade Ceuma)
maycon.geronimo@hotmail.com

Hellen Dianne Pereira de Souza (Universidade Ceuma)
hellen.dih@outlook.com

Bárbara Elis Pereira Silva (Universidade Ceuma)
prof.barbabraeps@gmail.com



O presente artigo tem como propósito demonstrar uma aplicação do algoritmo genético, que representa uma das mais famosas heurísticas de métodos de busca local, na logística de last mile de uma empresa do ramo alimentício, utilizando o Software Solver comp

Palavras-chave: Logística de Last Mile. Planejamento Logístico. Algoritmo Genético.

1. Introdução

Na atualidade, um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso das organizações e pela obtenção de maior *marketshare* ou fatia do mercado, resulta da melhor estratégia de levar os produtos ou serviços até o cliente. Essa é a etapa na qual a empresa demonstra serviço ao consumidor/cliente e diante disso, as organizações buscam melhorias nessa etapa logística visando efetuar a entrega de forma eficiente, voltando o foco para a definição de uma estratégia logística mais elaborada.

O problema logístico que assola muitas empresas, é a logística de last mile ou última milha, que representa a última etapa da cadeia de suprimento, sendo definida como a logística de distribuição. Essa atividade visa atender objetivos voltados a satisfação do cliente e aumento do nível de serviço, com uma entrega rápida, no prazo certo e na quantidade exata. Contudo, sabe-se que a falta de infraestrutura das vias causa grandes problemas no transporte de cargas, devido a isso é necessário um bom planejamento logístico para escapar dessas dificuldades.

Nesta circunstância, o estudo teve como propósito apresentar uma solução baseado nos conceitos do algoritmo genético para reduzir as distâncias de percurso da logística de distribuição de uma empresa do ramo alimentício. Assim sendo, as empresas ainda trabalham com o objetivo de ter um planejamento mais detalhado de rotas, de modo que venha a agregar aspectos como rapidez, confiabilidade, dentre outros, que estão ligados ao aumento do nível de serviço e relação de satisfação do cliente.

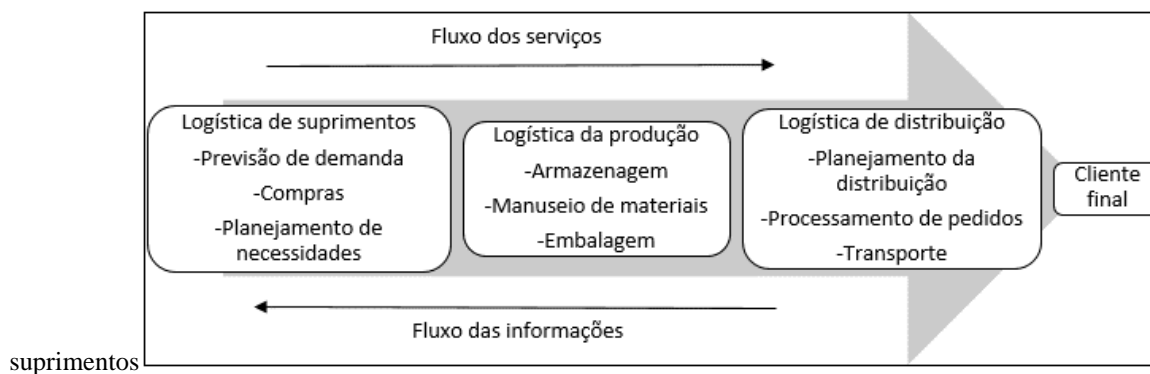
Levando-se em consideração a relevância da temática abordada por essa pesquisa, o presente artigo tem como problema de pesquisa: Como o algoritmo genético pode aumentar o nível de serviço da logística de last mile de uma empresa do ramo alimentício? Seguente questionamento há de requerer revisões bibliográficas e coletas de informações, que permitam investigar a temática de tal forma, que possa atingir o objetivo da pesquisa que será: Demonstrar como a aplicação do método do algoritmo genético implementados no Solver no Excel atua na redução da distância de percurso da logística de last mile de uma empresa do ramo alimentício.

2. Logística de Last Mile

A necessidade das pessoas por roupas, alimentos e tecnologia, junto com variedades de produtos e serviços, ocasionaram uma explosão na demanda pelos serviços logísticos. Esse

aspecto tem levado a logística a um elevado patamar nas organizações. Suas atividades compõem serviços desde a análise da demanda e compra do produto, até a parte de estocagem e transporte das mercadorias. A figura 1, demonstra essas atividades (CAXITO et al., 2014).

Figura 1 - cadeia de



Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Conforme a figura 1, nota-se que na última etapa da cadeia de suprimento, também conhecida como logística de *last mile* ou última milha, vem passando por mudanças como passar tempo, vivenciado um maior nível de exigência dos clientes e ganhando força no contexto logístico. Desse modo, *last mile* significa, a última etapa da logística, sendo a entrega de uma determinada mercadoria de uma organização até ao cliente final, conhecida essa etapa também como *business-to-consumer*(B2C)(GEVAERS; VAN DE VOORDE; VANELSLANDER, 2009).

A logística de *last mile* obedece a seguinte estrutura padrão: a matéria prima vai para a indústria de processamento, posteriormente sendo armazenados em um centro de distribuição. A partir dessa condição, se tem duas formas possíveis de se ocorrer a distribuição de bens: (i) sistema tradicional de entregas ou (ii) sistema com entregas diretas ao consumidor. Nessa etapa que surge o *last mile*. (GEVAERS; VAN DE VOORDE; VANELSLANDER, 2009).

3. Meta-Heurística

A meta-heurística é um método de busca local que funciona a partir de uma configuração inicial, naturalmente aleatória, gerando modificações nesta configuração base até que se chegue a uma condição em que não exista uma melhor de ser encontrada (COPPIN, 2017). O estado ao qual se encontra quando finalizado o processo, significa dizer que todas as iterações possíveis foram feitas até chegar a um dado critério de parada, resultando em uma solução final para o problema.

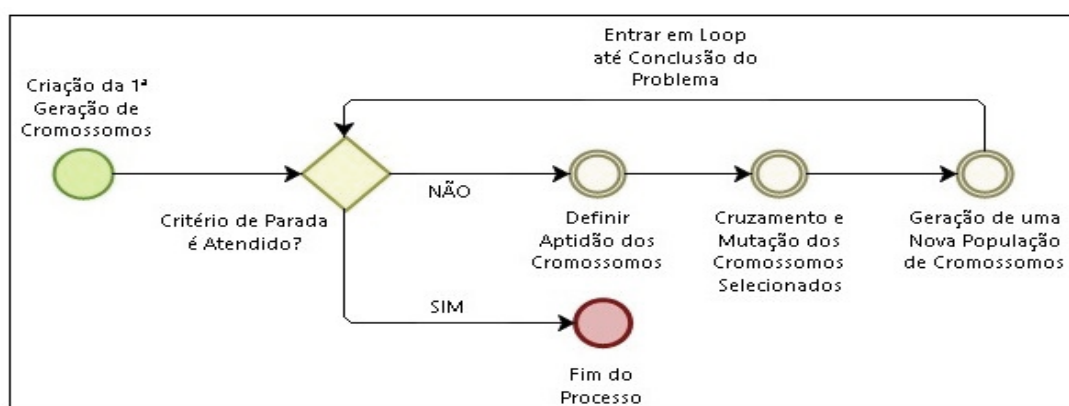
Desta forma, para Malaquias (2006), a meta-heurística representa um método para o desenvolvimento de algoritmos heurísticos. Possui dentre as mais conhecidas heurísticas, o algoritmo genético, que faz parte do grupo de modelos computacionais, tendo sua aplicação baseada no princípio evolutivo dos seres vivos da natureza. Sendo realizada a partir da geração de soluções iniciais baseadas na inclusão, representando em cada iteração, a ida de um cliente a um percurso. Desta forma ressalta-se o algoritmo genético como uma heurística para solução de problemas de natureza evolutiva, em que se possa aplicar os princípios de seleção natural.

3.1. Algoritmos genéticos

Os algoritmos genéticos são considerados algoritmos de busca, pois baseiam sua aplicação nos métodos de seleção natural e genética para resolução de problemas. Esse método caracteriza-se como um procedimento iterativo que visa manter um grupo de prováveis soluções a cada iteração. Sua funcionalidade, é baseada na imitação do princípio da seleção natural proveniente da biologia, que o ser que conseguir se adaptar ao ambiente irá sobreviver, ou seja, a solução menos apta será eliminada e as mais aptas serão as candidatas para gerar novos descendentes (COLIN, 2007).

Teoricamente, o algoritmo genético tem o seu processo de execução definido da seguinte forma, conforme figura 2:

Figura 2 – Processo de Execução do Algoritmo Genético



Fonte: Adaptado de Coppin (2017)

Para aplicação desses métodos do algoritmo genético, tem-se os operadores genéticos, que são os responsáveis por estudos e transformações de gerações em busca de resultados aceitáveis. Possui como objetivo propor o aumento da probabilidade de se produzir bons membros da população que sejam satisfatórios a função objetivo. O algoritmo é um método que tenta

imitar o princípio da evolução natural da natureza, para isso é necessário se realizar quatro operações: (1) reprodução; (2) Cruzamento; (3) mutação; (4) Seleção (ALVES, 2005).

A reprodução trata-se da criação de duas gerações candidatas iniciais do problema, posteriormente é realizado o cruzamento, etapa que escolhe dois indivíduos para análise, para em seguida realizar a permutação genética entre eles. A etapa de mutação, serve para o resgate de algum material genético que possa ter sido perdido em gerações passadas. E por último é realizada a etapa de seleção, no qual divide-se em quatro sub etapas: (I) reinserção pura; (II) reinserção uniforme; (III) aptidão; (IV) elitismo. A reinserção pura substitui aqueles indivíduos que foram gerados na etapa de reprodução, já a uniforme trabalha com a população geral. A população e sus descendentes são categorizadas e os melhores são selecionados. Enquanto o elitismo, guarda uma parte da população para ser usada em estudos futuros (ALVES, 2005).

4. O uso do algoritmo genético na logística de last mile

Os algoritmos genéticos representam modelos adaptivos, ou seja, estocásticos, que se baseiam na teoria da evolução das espécies de Darwin. A teoria explica que, de acordo com a evolução da natureza, o ser mais adaptado e que conseguisse assim permanecer sobrevivente, teria mais capacidade de gerar novos descendentes. O algoritmo genético é um procedimento utilizado para busca de soluções consideradas ótimas para o problema (SAYAGO, 2018). Tratando sobre o estudo, isso especifica que a menor distância será a mais adaptada ao ambiente e a ideal para prosseguir e gerar novos descendentes que sejam voltados a reduzir a distância da distribuição de produtos aos clientes.

O processo de transporte de mercadorias pode ocorrer de duas formas: a primeira se caracteriza como distribuição um para um, quando se tem uma origem e um destino; a segunda representa a entrega de produtos de um para muitos, quando se tem uma origem para variados destinos (CAXITO et al., 2014). O exemplo de transporte de mercadorias de um para muitos, exemplifica o modelo de distribuição adotada pela empresa no estudo de caso, onde a empresa se caracteriza como a origem, possuindo vários destinos nessa etapa de logística de *last mile*. Devido a esse tipo de distribuição, o algoritmo genético se enquadra para resolver essa problemática visando atribuir eficiência no trajeto e na elaboração de melhor planejamento logístico, devido ao seu princípio evolutivo e a capacidade de gerar várias iterações a problemática, em busca da solução considerada a melhor.

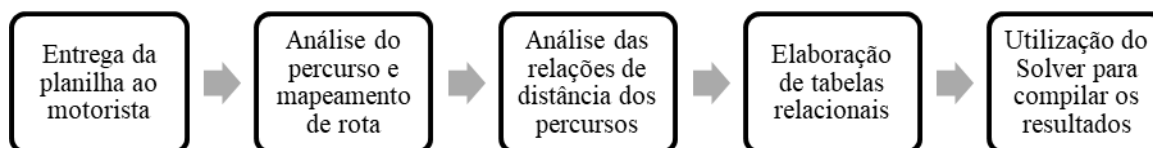
5. Metodologia

O estudo propôs apresentar melhorias no processo logístico de distribuição, com intuito de apresentar uma solução para redução de distância nas rotas realizadas pela empresa. Desta forma, utilizou-se o Solver complemento do MS Excel, com base nos conceitos teóricos do algoritmo genético para analisar o percurso diário feito pelo motorista, para assim obter uma solução. Dessa forma, a natureza do estudo caracteriza-se como quantitativa, visto que sua análise trata de medições de distâncias para implementar uma solução à logística de *last mile* da empresa.

A análise foi resultado de uma coleta de dados no período de 3 (três) dias alternados, obtidos a partir de um formulário que foi entregue aos profissionais (motoristas), contendo informações sobre a origem e o destino, trajeto realizado, horários de chegada e saída, e quilometragem percorrida. Além de terem sido mapeadas todas as rotas para comprovação dos dados e fundamentação do trabalho.

Para mais detalhamento de como aconteceu a análise e o estudo de rotas, relata-se a seguir qual foi a sequência adotada no decorrer do estudo para que assim fosse possível se chegar ao objetivo do estudo, conforme figura 3.

Figura 3 – Etapas da pesquisa



Fonte: O autor (2019)

Desta forma, destaca-se que a pesquisa consistiu em analisar a lista de entrega de produtos aos clientes e comparar a sequência e quilometragem feita pelo motorista com a estimada pela aplicação do Solver, assim obtendo uma redução quilometragem e uma diferente sequência de entregas, com: melhor planejamento e eficiência na entrega, resultando em um maior nível de serviço.

6. Estudo de caso

A empresa na qual foi realizado o estudo, está situada no Porto do Itaqui em São Luís - MA, na qual a principal atividade é a fabricação de farinha de trigo na área do Porto. Após fabricação, o produto é distribuído para os clientes no estado do Maranhão. As suas atividades

são diretamente ligadas ao ramo atacadista e varejista, possuindo 3 diferentes tipos de variedades de farinha de trigo, sendo destinados a: panificação, domésticas e *food servisse*.

A etapa logística de distribuição de produtos da empresa é realizada por caminhões terceirizados vinculados com a mesma, sendo caminhões toco, com capacidade de 5,5 toneladas. Em seu processo de distribuição de produtos, as cargas a serem entregues, tem como predominância serem picotadas para a região de São Luís/MA. O planejamento da distribuição dos produtos da empresa ainda acontece de forma dedutiva, assim sendo propenso ao erro. Para solucionar essa situação, utilizou-se da aplicação do algoritmo para diminuir essa distância percorrida agregando maior nível de serviço na entrega dos produtos. Portanto, o estudo propôs encontrar uma solução de rota para a entrega dos produtos, implementando o uso do algoritmo genético. Posteriormente avaliado e feito a consistência de todos os endereços, foram mapeadas as distâncias no *google maps* para serem plotadas no Excel. Conforme a tabela 1, 2 e 3 abaixo, serão analisadas as rotas, contendo as distâncias de todas as origens e destinos. Primeiramente será debatido a rota 1 tratando as origens e destinos para uma entrega de 11 pontos de visitas conforme tabela 1.

Tabela 1 – Distâncias das origens e destinos da rota

1

NÓS	ORIGEM/DESTINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Porto do Itaqui - Empresa	1	0,00	22,60	21,80	22,50	23,70	23,40	21,40	22,70	25,20	25,90	19,10
Teresinha Neves Mansano	2	19,30	0,00	0,650	4,50	5,60	8,80	7,90	6,80	13,20	15,50	12,30
Pizza one, Av. Holandeses	3	19,50	0,450	0,00	4,60	5,70	8,90	8,00	7,00	13,30	15,60	12,80
Supermercado Maciel, Calhau	4	23,20	5,80	7,30	0,00	1,70	4,30	4,50	4,60	11,00	13,80	11,70
Maggiorasca	5	24,40	7,00	8,50	3,60	0,00	3,90	4,10	4,30	10,70	13,40	11,20
Supermercado Maciel, Cohajap	6	24,20	7,80	9,60	4,30	3,70	0,00	2,90	4,30	9,40	12,10	9,60
Supermercado Maciel, Cohama	7	21,50	7,70	8,40	4,20	5,90	2,80	0,00	1,50	7,40	9,70	6,80
A.C. Soares Comercio	8	22,30	6,30	7,00	3,40	5,70	3,70	1,50	0,00	8,80	11,00	8,20
Supermercado Maciel, Cohatrac IV	9	25,90	12,90	13,60	10,70	11,30	8,80	6,80	8,00	0,00	5,50	6,30
Casa Cruzeiro	10	27,90	16,60	17,30	14,40	15,50	12,40	10,50	11,70	4,60	0,00	8,10
Supermercado Maciel, Cutim Anil	11	20,30	13,00	12,90	11,20	12,50	9,20	7,20	7,80	6,10	6,10	0,00

Fonte: O autor (2019)

De acordo com a tabela 1, nota-se as ordens das entregas feitas pelo motorista para 11 pontos, considerando as cores em destaque. A seguir será apresentada a tabela 2 com todas as origens e destinos conforme a rota 2.

Tabela 2 – Distâncias das origens e destinos da rota 2

NÓS	ORIGEM/DESTINO	1	2	3	4	5	6	7	8
Porto do Itaquí - Empresa	1	0,00	15,50	21,70	21,60	21,30	25,90	30,60	27,90
Comic Pizzaria	2	15,80	0,00	8,10	8,10	6,70	11,30	16,00	12,50
Vitapão	3	22,40	9,70	0,00	3,80	9,30	13,70	18,30	15,30
Babette Pães e Gastronomia LTDA	4	18,50	8,40	3,60	0,00	11,00	15,40	20,00	18,70
Depósito Silva	5	22,70	7,60	8,90	10,20	0,00	6,30	10,40	8,70
Casa Cruzeiro	6	27,90	11,80	14,10	15,40	7,20	0,00	4,80	1,60
Mercadinho Pinheiro	7	31,20	14,80	18,20	19,40	10,90	4,80	0,00	3,20
D'France	8	28,50	13,10	16,10	17,40	7,60	2,00	3,10	0,00

Fonte: O autor (2019)

De acordo com a tabela 2, nota-se as entregas feitas pelo motorista para 8 pontos, conforme a sequência apontada pelas cores em destaque. A seguir será apresentado a tabela 3 para a rota 3 com todas as origens e destinos, representando a última entrega analisada.

Tabela 3 – Distâncias das origens e destinos da rota

3

NÓS	ORIGEM/DESTINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Porto do Itaquí - Empresa	1	0,00	15,40	15,50	24,70	25,90	24,20	22,90	25,60	21,70	21,80	22,60	27,90
Panificadora Aliança	2	15,90	0,00	3,40	12,60	13,90	12,20	10,40	10,10	6,30	6,40	6,80	12,40
Comic Pizzaria	3	15,80	1,90	0,00	10,10	11,30	9,40	7,40	8,80	8,10	8,30	8,70	11,20
Figueiredos Comercio	4	25,40	11,40	9,50	0,00	5,00	1,70	7,80	8,90	10,00	13,20	12,40	7,50
Casa Cruzeiro	5	27,90	13,70	11,80	4,70	0,00	4,60	11,90	13,50	14,10	17,30	16,60	13,50
Forno Quente Conveniências	6	24,20	10,20	8,40	2,10	4,60	0,00	7,60	9,10	9,80	13,00	12,30	7,80
Trovao Cavalcante, Brownie Club	7	22,70	8,80	6,90	8,10	10,90	7,20	0,00	0,600	4,10	8,80	8,20	4,80
Pizza One, Cohajap	8	23,20	9,20	7,40	8,60	11,30	7,70	0,600	0,00	4,20	9,10	8,60	5,00
Vitapão	9	22,40	7,20	9,70	10,90	13,70	10,00	4,10	3,90	0,00	5,90	4,40	6,30
Pizza one, Av. dos Holandeses	10	19,50	7,10	9,60	12,90	15,60	12,00	8,00	7,70	3,90	0,00	0,450	10,10
Teresinha Neves Mansano	11	19,30	6,90	9,30	12,80	15,50	11,80	7,90	7,60	3,80	0,650	0,00	10,00
Francisco Medanha	12	27,80	13,10	10,20	7,70	12,80	9,10	4,00	4,30	6,50	12,20	10,40	0,00

Fonte: O autor (2019)

Por fim a tabela 3 configura a última rota realizada pelo motorista, sendo uma entrega de 12 pontos, que com base nas cores em destaque na tabela, pode-se analisar a sequência de entrega feita pelo motorista. Ressalta-se que todos os dados da planilha estão na medida de (km). A coleta desses dados foram de suma importância para garantir uma análise mais detalhada para se realizar um comparativo demonstrativo entre a rota do motorista e a proposta pelo Solver complemento do MS Excel, utilizando os métodos do algoritmo

genético. No tópico a seguir, será debatido a comparação entre a rota feita pelo motorista e a rota proposta pelo Solver, na qual usa como base o método evolutivo, fundamentado no princípio do algoritmo genético.

7. Resultados e discussões

Este tópico destinou-se a tratar sobre a relação entre o percurso realizado pelo motorista e o obtido pelo Solver, para que se possa comparar e visualizar os ganhos significativos que o presente método, baseado no princípio do algoritmo genético pode trazer a logística de *Last mile* de uma empresa.

A seguir são apresentadas as tabelas que tratam de demonstrar todas as origens e destinos para a rota 1. Primeiramente conforme tabela 4, será apresentado a rota feita pelo motorista até o cliente, tomando como base o percurso feito antes da otimização.

Tabela 4 – Sequência de entrega da rota 1 (antes da aplicação do algoritmo)

Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4	Rota 5	Rota 6	Rota 7	Rota 8	Rota 9	Rota 10	Rota 11	Total(km)
Distância (km)	0,00	22,60	0,650	4,60	1,70	3,90	2,90	1,50	8,80	5,50	8,10	20,30	80,550

Fonte: O autor (2019)

Conforme tabela 4 apresentada, pode-se perceber a sequência de entregas antes do uso do algoritmo com uma distância total de 80,550 km ao realizar todo o percurso. A seguir a tabela 5 é apresentada com base na tabela 1, representando a rota obtida pelo Solver, atribuindo uma melhor sequência de entrega.

Tabela 5 – Sequência de entrega da rota 1 (depois da aplicação do algoritmo)

Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 11	Rota 10	Rota 9	Rota 7	Rota 8	Rota 6	Rota 4	Rota 5	Rota 2	Rota 3	Total(km)
Distância (km)	0,00	19,10	6,10	4,60	6,80	1,50	3,70	4,30	1,70	7,00	0,650	19,50	74,950

Fonte: O autor (2019)

De acordo com a tabela 5, nota-se que a rota a ser feita depois do uso do algoritmo demonstrou uma redução de percurso, apresentando um valor de 74,950 km para todo o trajeto além de propor uma nova sequência para entrega. Ao relacionar as duas entregas pode-se perceber uma melhora de percurso de 5,6 km, visto que antes era de 80,550 km e posteriormente ficou em 74,950 km, assim apresentando uma redução na distância a ser percorrida.

Essas análises foram realizadas com o intuito de comparar a entrega antes da otimização e depois da otimização, verificando o ganho que a execução do algoritmo atribui ao planejamento logístico. Esse caso foi relacionando primeira rota antes e depois do algoritmo, posteriormente sendo debatido as demais.

Em relação a segunda rota, foram abordadas duas tabelas, mas primeiramente será apresentada a tabela 6 conforme a tabela 2, que demonstra a sequência feita pelo motorista sem o uso do algoritmo.

Tabela 6 – Sequência de entrega da rota 2 (antes da aplicação do algoritmo)

Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4	Rota 5	Rota 6	Rota 7	Rota 8	Total (km)
Distância (km)	0,00	15,50	8,10	3,80	11,00	6,30	4,80	3,20	28,50	81,20

Fonte: O autor (2019)

Conforme tabela que foi apresentada, demonstrou-se a sequência adotada pelo motorista ao fazer a entrega e o total de distância percorrida ao realizar o trajeto. A seguir será apresentado a tabela 7, sendo obtida através da tabela 2, a demonstração da sequência da rota 2 depois do uso do algoritmo, sendo estabelecida uma nova sequência e redução do percurso.

Tabela 7 – Sequência de entrega da rota 2 (depois da aplicação do algoritmo)

Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 2	Rota 6	Rota 8	Rota 7	Rota 5	Rota 3	Rota 4	Total(km)
Distância (km)	0,00	15,50	11,30	1,60	3,10	10,90	8,90	3,80	18,50	73,60

Fonte: O autor (2019)

Nesta segunda entrega, percebe-se dados mais representativos do que os apresentados no primeiro caso, sendo 81,2 km antes da otimização e 73,60 km depois da otimização, trazendo uma melhoria de 7,60 km, que se caso for aplicado para o planejamento da empresa, já reduz a distância e aumenta o nível de serviço.

No terceiro e último caso, será analisada a última rota, antes da implementação do algoritmo e outra depois do algoritmo. Ressalta-se que essa sequência representa a maior lista de entregas e a que tende a apresentar maior valor significativo de resultado na análise.

Tabela 8 – Sequência de entrega da rota 3 (antes da aplicação do algoritmo)

Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4	Rota 5	Rota 6	Rota 7	Rota 8	Rota 9	Rota 10	Rota 11	Rota 12	Total (km)
Distância (km)	0,00	15,40	3,40	10,10	5,00	4,60	7,60	0,600	4,20	5,90	0,450	10,00	27,80	94,250

Fonte: O autor (2019)

Pode-se perceber que a tabela 8 representa a sequência de entrega feita pelo motorista para a rota 3, apresentando uma distância total de 94,250 km. A seguir será apresentado conforme tabela 9, sendo o resultado obtido através tabela 3.

Tabela 9 – Sequência de entrega da rota 3 (depois da aplicação do algoritmo)

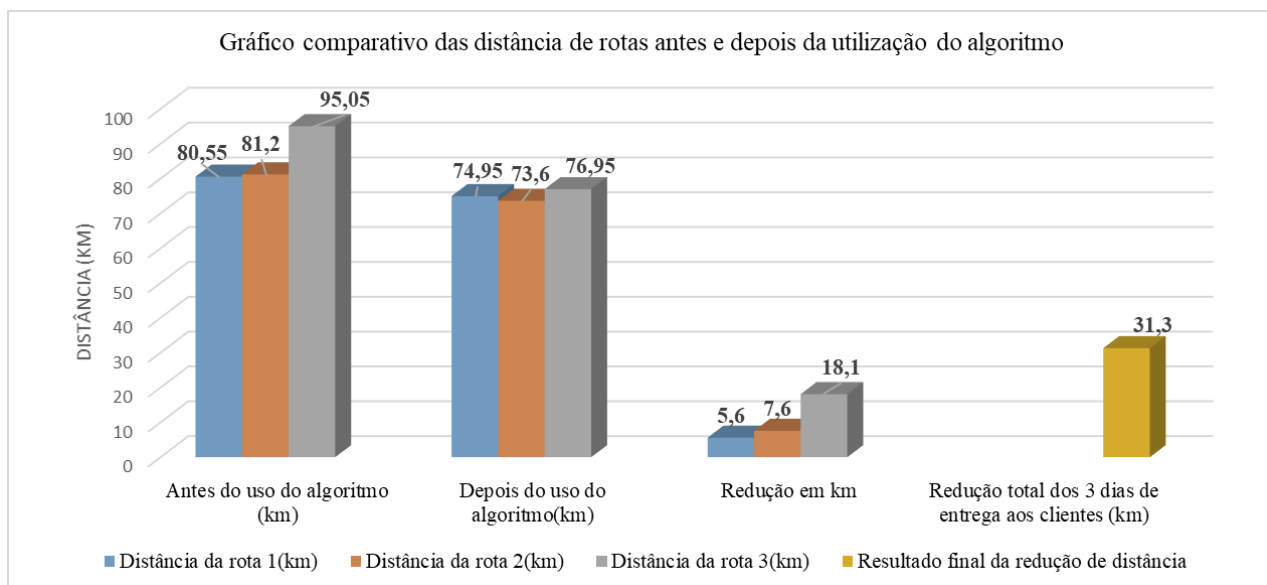
Rotas	Rota 1	Rota 1	Rota 2	Rota 10	Rota 11	Rota 9	Rota 8	Rota 7	Rota 12	Rota 4	Rota 6	Rota 5	Rota 3	Total(km)
Distância (km)	0,00	15,40	6,40	0,450	3,80	3,90	0,600	4,80	7,70	1,70	4,60	11,80	15,80	76,950

Fonte: O autor (2019)

Conforme a tabela 9, percebeu-se uma nova sequência e a redução mais significativa de todos os casos, apresentando uma redução de 18,10 km na distância a ser percorrida na entrega dos produtos. Pois, os valores antes da otimização eram de 95,050 km e depois da otimização no Solver, apresentaram um valor de 76,950 km. Com isso, observa-se o quanto esse método está sendo útil como apoio ao planejamento logístico.

A seguir é apresentado um gráfico comparativo de todas as rotas antes e depois da aplicação do algoritmo, para que possa se ressaltar o quanto de redução de percurso a aplicação desse algoritmo trouxe para a empresa. O resultado comparativo é demonstrado conforme o gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparação entre antes e depois do uso do algoritmo



Fonte: O autor (2019)

Este resultado representa a análise visual de 3 rotas de entrega da empresa, comparando antes e depois do algoritmo, apresentando uma redução de 31,3 km na distância a ser percorrida nesse percurso de entrega de produtos aos clientes. Portanto, esse gráfico demonstra visualmente o quanto pode ser útil ter um planejamento logístico com base nos princípios do algoritmo genético, assim obtendo melhor êxito na logística de *last mile* da empresa.

Desta forma, após análises de resultados compilados no Solver e comparados com a entrega feita pelo motorista, notou-se que houve uma redução de 31,3 km na distância percorrida total considerando as 3 rotas, representando uma redução de aproximadamente 12,19% na quilometragem total. Essa análise foi feita considerando as três rotas que foram tratadas no estudo para entrega de produto aos clientes, assim demonstrando o quanto o algoritmo pode vir a agregar valor nesse quesito da logística de *last mile* de uma empresa, atribuindo melhorias como: melhoria no planejamento e melhoria no nível de serviço.

8. Conclusão

A análise foi feita com o objetivo de atribuir maior nível de serviço nas entregas da empresa, visto que se verificou que o processo de entrega da empresa poderia ser melhorado assim tornando-a mais competitiva ao mercado, para ter uma menor distância para fazer entrega aos clientes. Com base nisso, utilizou-se os conceitos do algoritmo genético aplicado ao Solver, complemento do MS Excel, para tratar as rotas a serem realizadas para entrega aos clientes. Ao final percebeu-se que as análises apresentaram resultados significativos.

Diante dessas análises, conclui-se que o algoritmo genético pode sim vir a ser útil na logística de *last mile*, pois consegue atribuir melhorias na logística de *last mile* de uma empresa do ramo alimentício, uma vez que consegue proporcionar uma redução nas rotas com seus métodos evolutivos e que são de adequado uso para fins logísticos. O algoritmo genético é um método evolucionário, baseado na evolução de Darwin, definindo que aquele ser que conseguir se adaptar as mudanças que acontecem ali no ambiente, será o ideal para prosseguir com novas gerações. No caso do estudo aquele ser que sobreviver as gerações, ou seja, aquele que condizer com a função de minimizar as distâncias irá criar relações com outras rotas para que se possa definir o trajeto que defina o menor percurso.

Assim se consolida a hipótese tratada no início do estudo, de como o algoritmo genético pode aumentar o nível de serviço na logística de *last mile*. No caso seria atribuindo um melhor planejamento de forma que reduza as distâncias, assim proporcionando um maior nível de serviço e menor distância percorrida para que se possa realizar a entrega dos produtos aos clientes. Atribuindo uma execução de trajeto de forma mais eficiente e que atenda os princípios da logística, como: entrega na quantidade certa, prazo estimado e na data prevista.

REFERÊNCIAS

ALVES, Ricardo Arantes. **Algoritmos Genéticos**. São Paulo: EI – Edições Inteligentes, 2005.

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

CAXITO, Fabiano; FORMIGONI, Alexandre; SILVA, Barbara Alyne e; STETTINER, Caio Flavio; MACIEL, Edemir Sabino; RODRIGUES, Enio Fernandes; NAPOLITANO, Flavio; CAMPOS, Ivan Pérsio de Arruda; COPPIN, Ben. **Inteligência artificial**. Tradução e revisão Jorge Duarte Pires Valério. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

COLIN, Emerson Carlos. **Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GEVAERS, R; VAN DE VOORDE, E.; VANELSLANDER, Thierry. **Characteristics of innovations in last mile logistics - using best practices, case studies and making the link with green and sustainable logistics**. Department of Transport and Regional Economics - University of Antwerp Prinsstraat 13 B-2000 Antwerpen Belgium. 2009. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=A0994C74D69269E4E869F48E76A18EFB?doi=10.1.1.676.5843&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

MALQUIAS, Neli Gomes Lisboa, 1965. **Uso dos algoritmos genéticos para a otimização de rotas de distribuição**. Dissertação (mestrado) -Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. 2006. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14632/1/NGLMalaquiasDISPRT.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2018. p.33.

SAYAGO, Jhon Alexander Méndez. **Adaptación de algoritmos genéticos em lasimulación del comportamiento estratégico de los agentes contaminadores ante el cobro de tasas retributivas**. SCIELO, Bogotá (Colombia), p.161-187. Enero-junio de 2018. Disponível em:

<<http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v21n35/v21n35a07.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2018.