



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

## **ATIVIDADE 2 TCC**

VINICIUS DOURADO SILVA

## **ATIVIDADE 2 TCC**

Atividades TCC

Docente: Ernesto Ferreyra Ramirez



## **Sumário**

<b>1 RESUMO</b>	p. 4
<b>Referências</b>	p. 7

## 1 RESUMO

Com a grande concorrência entre as empresas nos dias de hoje, é preciso estar em constante mudança para se destacar no mercado, pois, devido à grande velocidade de inovação e novas tecnologias, as empresas que não conseguem acompanhar este ritmo tendem a se tornar obsoletas e podem até fechar as portas (HUGO et al., 2017).

A popularidade da Internet e a ampla utilização do comércio eletrônico fazem com que empresas e prestadoras de serviço necessitem de uma logística mais eficiente, no que diz respeito ao transporte de cargas entre grandes distâncias e com vários destinos, para serem visitados com uma única viagem (SILVA et al., 2013).

(CARVALHO et al., 1980) Argumentam que a gestão de transportes, no que tange à redução de custos, é um impasse para as empresas nos dias de hoje. (BALLOU, 2004) complementa que a logística participa de pelo menos um terço total das despesas de uma empresa. Considerando custo e tempo, é inevitável que o planejamento da distribuição, não apenas de transporte de produtos, mas também de pessoas seja cada vez mais complexo.

Nesse sentido, destacasse o Problema do Caixeiro Viajante (PCV), que propõe um algoritmo para otimização de rotas e que abrange várias adaptações na atualidade (BARBOSA; JR.; KASHIWABARA, 2015).

Para (SOUZA; ROMERO, 2014), o Problema do Caixeiro Viajante pode ser retratado como a formação de uma rota que se inicia e termina no mesmo ponto (vértice), após passar por vários locais, a fim de reduzir custos, tempo e extensão da viagem. (SOUZA, 2014) complementa que esse problema tem sido recorrentemente estudado também na matemática computacional e possui aplicações na área de transportes.

Uma abordagem do PCV consiste em estabelecer uma única rota que passe por cada nó de um grafo, uma e apenas uma vez, retornando ao nó inicial no final do percurso. Este roteiro Hamiltoniano deve ser feito de modo que a distância total percorrida

seja mínima.

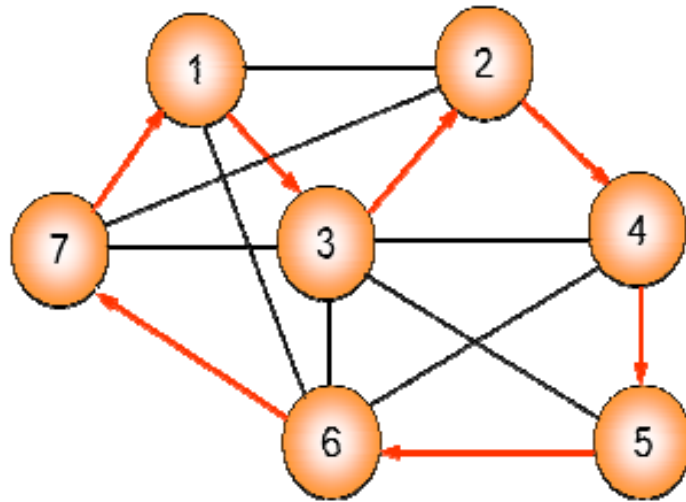


Figura 1: Exemplo do PCV (BENEVIDES et al., 2011).

A dificuldade na resolução do PCV aumenta à medida que o número de nós (pontos) aumenta. Para um problema com "n" nós e uma ligação entre cada par de nós, é possível calcular o número de rotas possíveis por  $\frac{(n-1)!}{2}$ , pois existem (n – 1) possibilidades para o primeiro nó, (n – 2) para o segundo, etc. A divisão por 2 surge devido a cada rota possuir uma rota reversa equivalente com a mesma distância. Assim, uma situação envolvendo 10 nós, tem aproximadamente 181.000 soluções, já envolvendo 20 nós, tem  $6,08 \times 10^{16}$  soluções, e assim por diante (LIEBERMAN, 2010).

Segundo (PRESTES, 2006), como os tempos para otimizar rotas com vários vértices por algoritmos exatos são inviáveis, a opção nesses casos seria o uso de heurísticas. A implementação da Heurística de construção de rotas para o Problema do Caixeiro Viajante são algoritmos que geram um circuito viável partindo de conjunto inicial de vértices, e modificando esse conjunto a cada iteração utilizando um critério de escolha (SILVA et al., 2013).

Há também diversas abordagens para o problema do caixeiro viajante utilizando algoritmos genéticos. Elas diferem entre si não apenas na questão dos parâmetros, mas também na forma de representar as soluções viáveis, de selecionar os indivíduos para reprodução e na maneira de definir os operadores genéticos.

A principal ideia do processo de seleção é permitir que os indivíduos mais adaptados tenham maior chance de se reproduzir. (BARBOZA; OLANDOSKI, 2005) Afirma que a seleção elitista consiste em copiar ou reproduzir os melhores indivíduos da população

atual para a próxima geração, garantindo que estes cromossomos não sejam destruídos nas etapas de recombinação e mutação. Sua vantagem é que se no caso ótimo global for descoberto durante o processo de busca, o algoritmo deve convergir para tal solução

Em (MALAQUIAS; GOMES, 2006), temos que o algoritmo genético pode convergir muito rapidamente para uma região específica do espaço de busca se nenhum mecanismo seja implementado para que evite isso.

Portanto, existe uma tendência de convergência rápida para uma região de mínimos locais ao invés de mínimos globais. Para que isso não ocorra, impõe-se uma rotina para explorar outras áreas do espaço de busca por meio de alterações nos genes por meio da mutação. A probabilidade de se efetuar uma mutação deve ser relativamente baixa, caso contrário o algoritmo se comportará fazendo uma busca aleatória

Outra abordagem para solução do PVC se baseia da técnica de otimização conhecida por Simulated Annealing, técnica que foi usada para simular em um computador o processo de “annealing” de cristais, processo este de resfriamento gradativo de materiais a partir de uma alta temperatura levando-os aos estados mínimos de energia.

A ideia de aplicar este método para resolver problemas de otimização combinatória foi proposta por (KIRKPATRICK; GELATT; VECCHI, 1983).

O fato do método Simulated Annealing permitir a aceitação de configurações intermediárias do problema em que cresce o valor da função objetivo que se deseja minimizar é crucial. Essa aceitação temporária de soluções “piores”, significa que o método admite caminhar “morro acima”, na esperança de encontrar “vales” mais profundos (BENEVIDES et al., 2011).

Dentre as aplicações práticas mais conhecidas do Problema do Caixeiro Viajante, destacam-se o sequenciamento das operações de máquinas em manufatura, otimização de perfurações de furos em placas de circuitos impressos e a maioria dos problemas de roteamento de veículos (NASCIMENTO et al., 2004).

Podendo convergir para aplicações mais específicas, como a otimização de rotas de entregas de materiais em uma rede hospitalar (FONSECA et al., 2020), otimização de rotas em uma concessionária de energia elétrica (FERREIRA, 2020), até o planejador de roteiros turísticos (BISPO, 2018).

## Referências

BALLOU, R. *Business Logistics/supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*. Pearson/Prentice Hall, 2004. ISBN 9780130661845. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=sgsdQAAACAAJ>>.

BARBOSA, D.; JR., C.; KASHIWABARA, A. Aplicação da otimização por colônia de formigas ao problema de múltiplos caixeiros viajantes no atendimento de ordens de serviço nas empresas de distribuição de energia elétrica. In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2015. p. 23–30. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/5797>>.

BARBOZA; OLANDOSKI, A. Simulação e técnicas da computação evolucionária aplicadas a problemas de programação linear inteira mista. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/74>>.

BENEVIDES, P. F. et al. Aplicação de algoritmos genéticos e simulated annealing para o problema do caixeiro viajante em uma situação real de distribuição de produtos. 2011.

BISPO, R. C. Planejador de roteiros turísticos: uma aplicação do problema do caixeiro viajante na cidade do Recife. Brasil, 2018. Disponível em: <<http://repository.ufrpe.br/handle/123456789/722>>.

CARVALHO, L. et al. Redução de custo com combustível para uma frota. p. 55–62, 1980. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/896/725>>.

FERREIRA, I. A. Caixeiro viajante: aplicação da modelagem matemática na otimização de rotas em uma concessionária de energia elétrica. *Revista Produção Online*, v. 20, n. 1, p. 221–246, mar. 2020. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3491>>.

FONSECA, J. D. d. O. et al. HOSPITALAR POR MEIO DO ALGORITMO DO PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE OPTIMIZATION OF MATERIAL DELIVERY ROUTES IN A HOSPITAL NETWORK 1 Introdução Carvalho et al . ( 2014 ) argumentam que a gestão de transportes , no que tange à redução de custos , é um impasse. v. 9, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/revistargss/article/view/16570>>.

HUGO, V. et al. O problema do caixeiro viajante aplicado ao grupo crítico do sistema de entregas de um restaurante. 2017. Disponível em: <[http://anais.unespar.edu.br/xi\\_eepa/data/uploads/artigos/3/3-04.pdf](http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/3/3-04.pdf)>.

KIRKPATRICK, S.; GELATT, C. D.; VECCHI, M. P. Optimization by simulated annealing. *Science*, v. 220, n. 4598, p. 671–680, 1983. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.220.4598.671>>.

LIEBERMAN, F. *Introdução à Pesquisa Operacional*. McGraw Hill Brasil, 2010. ISBN 9788563308283. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=XM\\_4wAEACAAJ](https://books.google.com.br/books?id=XM_4wAEACAAJ)>.

MALAUQUIAS, L.; GOMES, N. Uso dos Algoritmos Genéticos para a Otimização de Rotas de Distribuição. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14632/1/NGLMalaquiasDISPRT.pdf>>.

NASCIMENTO, D. B. et al. Análise comparativa de algoritmos heurísticos para resolução do problema do caixeiro-viajante em grafos não clusterizados. 2004. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0601\\_567.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0601_567.pdf)>.

PRESTES Álvaro. Uma análise experimental de abordagens heurísticas aplicadas ao problema do caixeiro viajante. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/17962>>.

SILVA, G. A. N. d. et al. Algoritmos heurísticos contrutivos aplicados ao problema do caixeiro viajante para definição de rotas otimizadas. *Colloquium Exactarum*. ISSN: 2178-8332, v. 5, n. 2, p. 30–46, nov. 2013. Disponível em: <<https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/939>>.

SOUSA, M. M. D. COMPARAÇÃO DE ABORDAGENS HEURÍSTICAS BASEADAS EM ALGORITMO MEMÉTICO PARA O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE COM SELEÇÃO DE HOTÉIS. p. 1543–1554, 2014. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/ademir/sbpo/sbpo2014/pdf/arq0302.pdf>>.

SOUZA, S. S. F.; ROMERO, R. Algoritmo Imunológico Artificial CLONALG e Algoritmo Genético Aplicados ao Problema do Caixeiro Viajante Introdução. v. 2, p. 1–6, 2014. Disponível em: <<https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/view/307/309>>.