

# **ALGORITMO GENÉTICO COM CHAVE ALEATÓRIA VICIADA (BRKGA)**

Felipe Soares Gonçalves

Kevin Siqueira Perdomo

Mateus Terra Tavares Ramos

Pedro Matias Menezes

Campos dos Goytacazes

Fevereiro de 2023



## 1.0 Introdução

O BRKGA (Biased Random Key Genetic Algorithm) é um algoritmo genético com chave aleatória viciada que pode ser usado para resolver uma variedade de problemas de otimização. O algoritmo é particularmente útil para problemas de otimização combinatória, onde as soluções são representadas como permutações ou vetores binários.

Algumas das aplicações comuns do BRKGA incluem:

- Problemas de alocação de recursos, como o problema do caixeiro viajante, o problema da mochila e o problema de roteamento de veículos.
- Problemas de planejamento, como o problema de programação de tarefas e o problema de escalonamento de produção.
- Problemas de design, como o problema de layout de fábrica e o problema de design de circuitos eletrônicos.

O BRKGA pode ser adaptado para resolver uma ampla variedade de problemas de otimização. Para isso, é necessário definir a representação das soluções, a função de avaliação e os operadores de recombinação e mutação de acordo com as características do problema.

Em geral, o BRKGA pode ser aplicado a problemas de otimização onde a solução ótima não pode ser encontrada em tempo razoável por algoritmos exatos. Ele pode encontrar soluções aproximadas de alta qualidade em um tempo razoável, o que o torna útil para problemas de grande escala e complexidade elevada.



## 2.0 Metaheurística

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um problema clássico de otimização combinatória que envolve encontrar a rota mais curta para visitar um conjunto de cidades, visitando cada cidade exatamente uma vez e retornando à cidade de origem. O PCV é conhecido por ser um problema NP-difícil e, portanto, é difícil de resolver exatamente em um tempo razoável para instâncias grandes.

O problema do caixeiro viajante é um problema de otimização combinatória que consiste em encontrar a rota mais curta possível que um viajante deve percorrer para visitar uma série de cidades e retornar à cidade de origem, passando por todas as cidades exatamente uma vez. O objetivo é minimizar o custo total da rota, que é geralmente medido como a distância percorrida ou o tempo gasto.

Embora pareça ser um problema simples, o número de rotas possíveis cresce exponencialmente com o número de cidades, o que torna a busca pela solução ótima computacionalmente inviável para problemas maiores. Por isso, diferentes algoritmos de otimização e heurísticas foram desenvolvidos para encontrar soluções aproximadas para o problema do caixeiro viajante.

O problema do caixeiro viajante é um problema clássico de otimização combinatória e tem aplicações em diversas áreas, como logística, transporte, design de circuitos eletrônicos, genética e biologia computacional.



### 3.0 Aplicação

Uma possível abordagem para resolver o PCV é utilizar o algoritmo genético BRKGA (Biased Random-Key Genetic Algorithm). Essa técnica utiliza uma chave aleatória viciada para codificar as soluções do problema e uma população de indivíduos é gerada a partir de chaves aleatórias. Em seguida, os indivíduos são avaliados e selecionados para a geração da próxima população com base em sua qualidade (ou aptidão) e em uma probabilidade de hereditariedade.

O BRKGA é uma técnica poderosa para resolver o PCV, pois é capaz de encontrar soluções de alta qualidade em um tempo razoável. No entanto, a qualidade da solução depende fortemente da codificação do problema e da escolha dos parâmetros do algoritmo. O ajuste cuidadoso dos parâmetros é necessário para obter o melhor desempenho do BRKGA.

O BRKGA pode ser aplicado ao PCV da seguinte forma:

- Codificar as soluções do PCV como permutações de cidades. A chave aleatória viciada é usada para gerar as permutações de cidades.
- Gerar uma população inicial de soluções aleatórias a partir das chaves aleatórias.
- Avaliar a qualidade de cada solução usando uma função de aptidão, que calcula a distância total percorrida ao visitar todas as cidades em uma determinada ordem.
- Selecionar indivíduos da população atual para gerar a próxima população com base na sua aptidão e em uma probabilidade de hereditariedade.
- Aplicar operadores de crossover e mutação para gerar novas soluções.
- Repetir os passos 3 a 5 até que uma solução satisfatória seja encontrada.



### **3.1 Vizinhaça:**

No algoritmo genético com chave aleatória viciada (BRKGA) para o problema do caixeiro viajante, a vizinhaça é definida por uma estratégia que modifica a solução atual com base na chave aleatória viciada. A chave aleatória viciada é uma estratégia que introduz um fator de aleatoriedade na busca pela solução ótima, tornando o processo de otimização menos determinístico.

A estratégia de vizinhaça no BRKGA para o problema do caixeiro viajante é geralmente baseada na vizinhaça  $k$ -opt, que consiste em selecionar  $k$  arestas na rota atual e inverter a ordem entre essas arestas. O valor de  $k$  é definido aleatoriamente com base na chave aleatória viciada, de modo que diferentes valores de  $k$  são explorados em cada geração do algoritmo.

Além disso, o BRKGA para o problema do caixeiro viajante também pode usar outras estratégias de vizinhaça, como a vizinhaça 2-opt ou a vizinhaça 3-opt, para explorar soluções na vizinhaça da solução atual. A escolha da estratégia de vizinhaça adequada depende em grande parte da instância do problema e das características da solução atual, e pode ser ajustada para melhorar o desempenho do algoritmo.

## 4.0 Referências Bibliográficas

"Pymoo - BRKGA: Biased Random Key Genetic Algorithm". Pymoo.Org, 2023,  
<https://pymoo.org/algorithms/soo/brkga.html>. Acesso em :14 Fev 2023.

Resende, M. G. (2012). **Biased random-key genetic algorithms: A tutorial**  
<http://mauricio.resende.info/talks/2012-09-CLAIO2012-brkga-tutorial-both-days.pdf>. Acesso em 14  
Fev 2023.

J.F. Gonçalves and M.G.C.R., “**Biased random-key genetic algorithms for combinatorial optimization**,” J. of Heuristics, vol.17, pp. 487-525, 2011.

Resende, M. G. (2013). “**Introdução aos algoritmos genéticos de chaves aleatórias viciadas**”.  
<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0113.pdf> . Acesso em 16 Fev. 2023.

SANTOS, Philippe Leal Freire dos. “**Heurísticas para o Problema da Partição Cromática de Custo Mínimo**”. 2018. Disponível em: <https://site.ic.uff.br/wp-content/uploads/2021/09/872.pdf>  
Acesso em: 16 fev. 2023.

"**Algoritmos Genéticos**". *Sites.Icmc.Usp.Br*, 2023, <https://sites.icmc.usp.br/andre/research/genetic/>.  
Accessed 14 Feb 2023.