



Universidade Federal de São João del Rei  
Departamento de Ciência da Computação  
Curso de Ciência da Computação

## Algoritmo Genético 5 - Colônia de Formigas

Adélson de Oliveira Carmo Júnior  
212050019

### 1 Como executar o programa:

O programa possibilita a passagem de valores para o número de gerações e o tamanho da população como parâmetros, o que facilita a realização de novos testes para uma compreensão mais aprofundada do seu funcionamento. Para utilizar o programa, basta fornecer a sua versão do Python, o nome do arquivo, o número de gerações desejado, o método que deseja utilizar para a atualização dos cromossomos (1 para o padrão, 2 para o EAS e 3 para o best ranked) e se deseja mostrar (0 para não e 1 para sim) o gráfico ou não seguindo a ordem exemplificada abaixo:

```
1 python3.11 ag1.py 100 3 1
```

Além disso, para o funcionamento adequado do programa, é essencial que o arquivo de entrada esteja localizado na mesma pasta do programa, devidamente nomeado e preenchido conforme demonstrado abaixo

- **instancia.txt:** Contém a matriz de distância das cidades;

### 2 Resultados esperados

Após a execução do algoritmo, serão gerados dois arquivos de saída: `saida_1.txt`, e `saida.txt`. Cada um desses arquivos tem uma função específica para os resultados. O primeiro, `saida_1.txt`, salva os dados dos melhores indivíduos por iteração utilizando o métodos escolhido, respectivamente. O último arquivo, `saida.txt`, apresenta a melhor combinação de cidades encontrada, assim como a distância total entre elas. Este resultado é baseado no último indivíduo de ambos os outros arquivos de texto, selecionando o menor entre eles.

As figuras 1 e 2 ilustram esses dois arquivos de saída. Se necessário, um gráfico adicional será gerado, conforme mostrado na figura 3, exibindo as curvas de convergência para encontrar o melhor caminho utilizando os dois métodos.

ag.py	88	33759.0
instancia.txt	89	33759.0
saida_1.txt	90	33759.0
saida.txt	91	33759.0
testes.py	92	33759.0
	93	33759.0
	94	33759.0
	95	33759.0
	96	33759.0
	97	33759.0
	98	33759.0
	99	33759.0
	100	33759.0
	101	

Figura 1: Melhores resultados do método

ag.py	37	38
instancia.txt	38	31
saida_1.txt	39	24
saida.txt	40	13
testes.py	41	12
	42	20
	43	46
	44	19
	45	32
	46	45
	47	35
	48	29
	49	Distancia = 33759.0
	50	

Figura 2: Caminho do melhor indivíduo e seu fitness

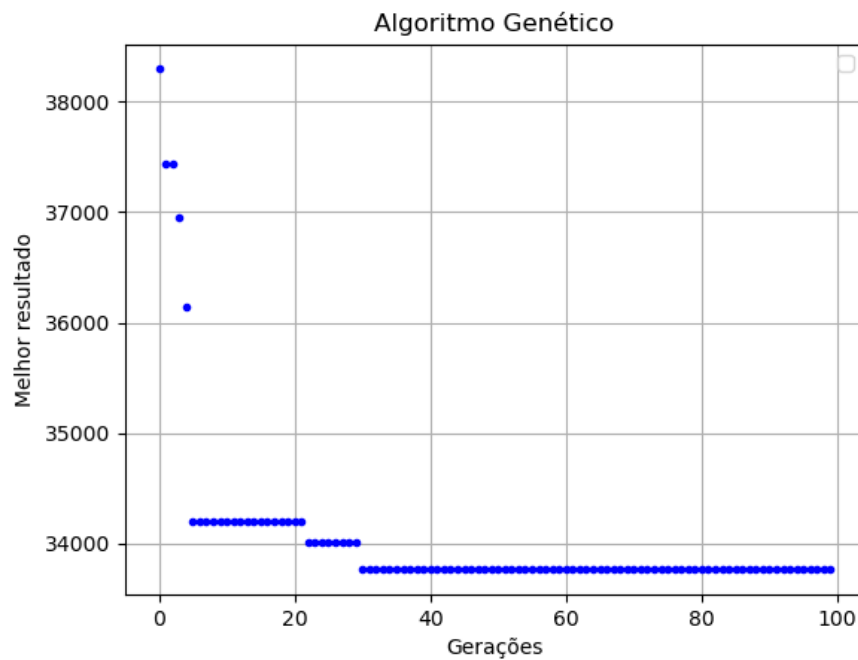


Figura 3: Gráfico do melhor indivíduo de cada geração

### 3 Testes e análise de resultados

Com o objetivo de compreender o desempenho do algoritmo genético em diferentes cenários, foram conduzidos diversos testes, nos quais variáveis cruciais, como os valores para alfa e beta, foram modificadas. Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos nestes experimentos e as conclusões que são possíveis de extrair sobre o algoritmo com base neles.

Os testes foram realizados usando um outro código, também em Python, além do código principal. Esse código adicional permitia a realização de vários testes e a geração de gráficos a partir dos resultados.

Nesta seção, foram mantidos alguns parâmetros constantes para explorar o impacto de um em particular. O padrão utilizado foi o seguinte:

- 100 Formigas;
- Método Ranked best com  $w = 5$ ;
- 48 Formigas;
- Entrada de 48 cidades;

- 48 Formigas;
- 48 Formigas;
- $\alpha = 1$ ;
- $\beta = 5$ ;
- $p = 0.05$ ;
- $q = 100$ .

## 4 Variação do $\alpha$

Para a análise inicial, foi decidido examinar o comportamento da variável  $\alpha$ , que representa a probabilidade de escolher a aresta mais próxima, variando seus valores em 1, 5 e 10. Foram realizados 100 testes utilizando ambos os métodos, mantendo constantes os parâmetros previamente definidos.

A figura 04 demonstra que o aumento na variável  $\alpha$  resultou em uma queda no desempenho, além de gerar indivíduos maiores do que o desejado. Entretanto, como sugerido na figura 05, valores mais altos de  $\alpha$  proporcionam uma convergência mais rápida.

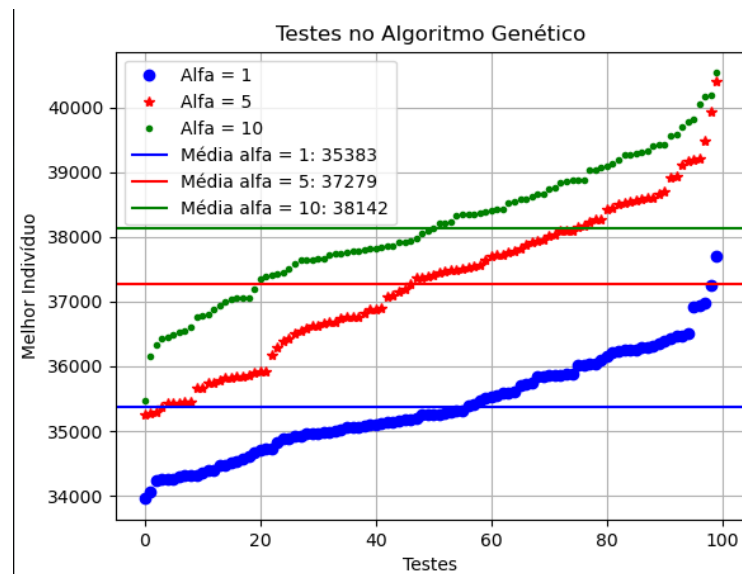


Figura 4: Melhores valores em cada teste

Portanto, conclui-se que, para essa aplicação, um valor menor para a probabilidade de selecionar a aresta mais próxima ( $\alpha$ ) é a melhor escolha para encontrar o menor caminho.

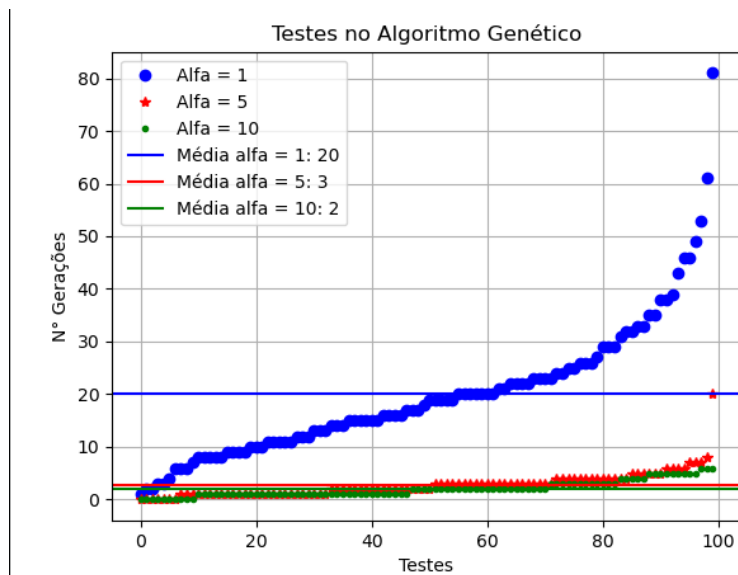


Figura 5: Gerações para encontra o melhor indivíduo

## 5 Variação do beta

Mantendo os demais parâmetros constantes, o beta, que representa a probabilidade de escolher a aresta com maior concentração de feromônio, foi analisado. Para isso, foram realizados 100 novos testes, variando essa variável em 1, 5 e 10.

As figuras 06 e 07 indicam que reduzir o valor de beta não é recomendável, pois resulta em um tempo maior para encontrar o melhor indivíduo, que, além disso, é inferior em qualidade comparado aos valores maiores. Embora não haja uma diferença significativa entre os valores 5 e 10 em termos do melhor indivíduo encontrado, o valor 5 permite uma convergência mais rápida.

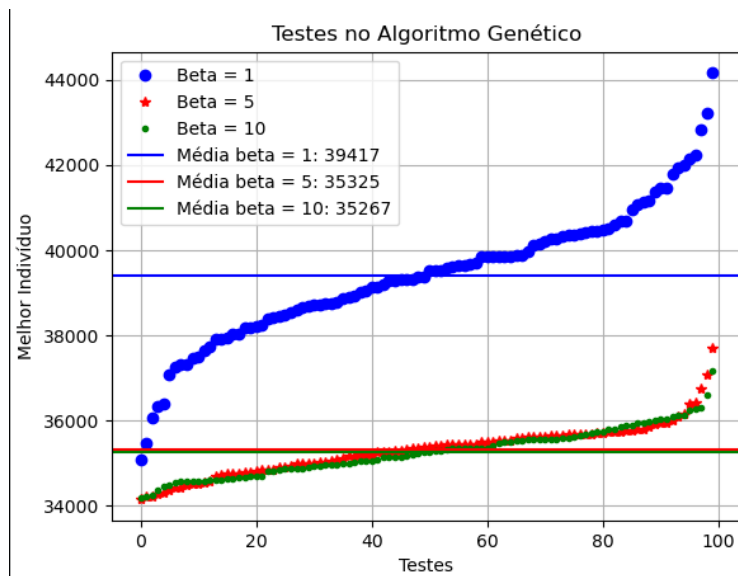


Figura 6: Melhores valores em cada teste

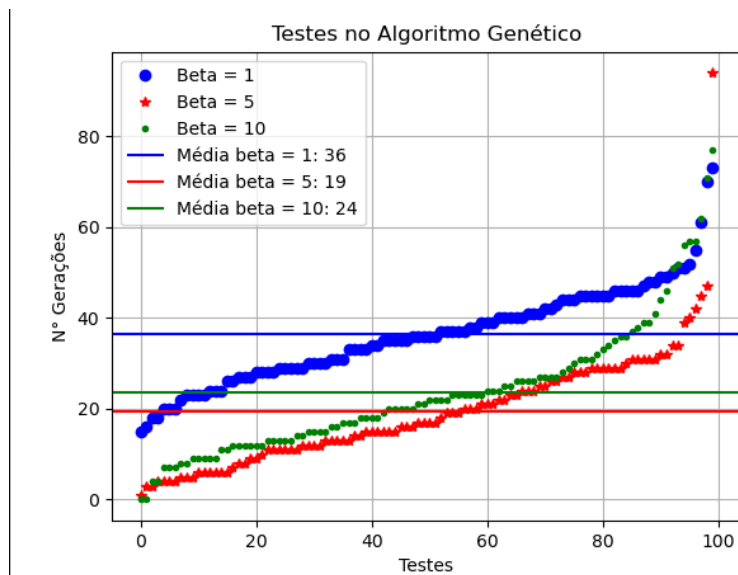


Figura 7: Gerações para encontra o melhor indivíduo

Portanto, conclui-se que valores muito baixos para beta são desaconselháveis, enquanto valores intermediários oferecem os melhores resultados. Valores mais altos podem ser utilizados, mas podem apresentar uma leve perda de eficiência em comparação aos intermediários.

## 6 Variação do q

Agora, o parâmetro q será analisado, variando seus valores em 50, 100 e 500, enquanto os demais parâmetros serão mantidos constantes.

Como demonstrado nas figuras 08 e 09, tanto a convergência quanto o valor do melhor indivíduo apresentam resultados muito próximos, independentemente do valor de q. As diferenças são tão pequenas que tornam a análise mais difícil.

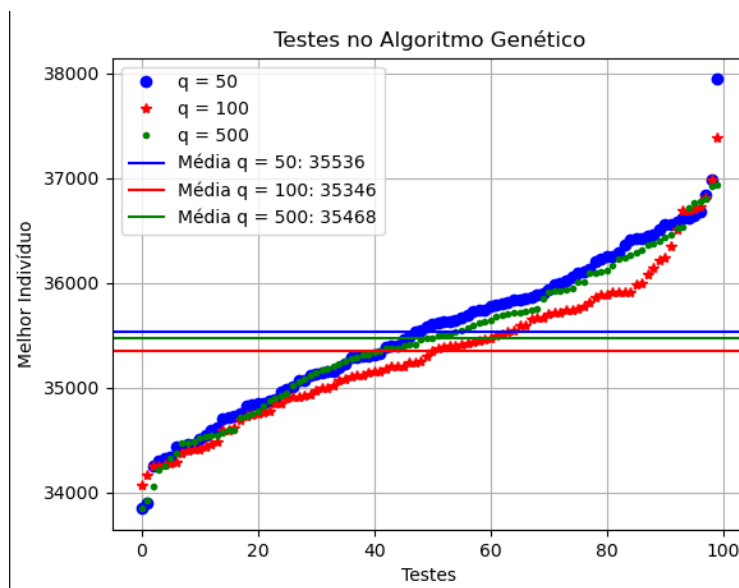


Figura 8: Melhores valores em cada teste

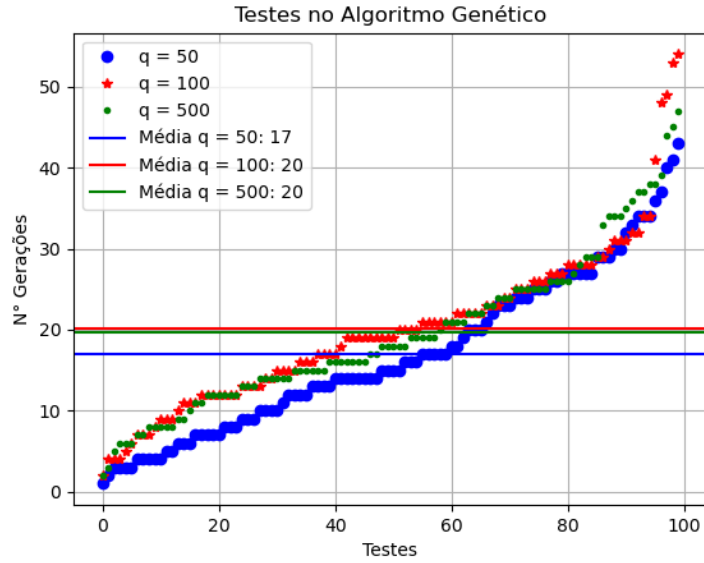


Figura 9: Gerações para encontra o melhor indivíduo

Dessa forma, pode-se concluir que o valor de  $q$  nesta aplicação não é tão impactante quanto os demais parâmetros analisados anteriormente.

## 7 Variação do $p$

Quanto à probabilidade de evaporação,  $p$ , foram realizados testes variando esse parâmetro em 0,25, 0,5 e 0,75, mantendo os demais constantes.

A figura 10 sugere que a qualidade do melhor indivíduo encontrado é diretamente proporcional à redução de  $p$ . À medida que o valor de  $p$  foi diminuído, houve uma melhora na identificação desses indivíduos, enquanto o aumento de  $p$  resultou em uma piora. No entanto, a figura 11 indica que, embora indivíduos melhores sejam encontrados com valores menores de  $p$ , a convergência torna-se mais lenta; já com valores maiores de  $p$ , a convergência é mais rápida.

Portanto, se o objetivo principal é encontrar o melhor indivíduo, um valor menor para a probabilidade de evaporação  $p$  é o mais indicado para essa aplicação.

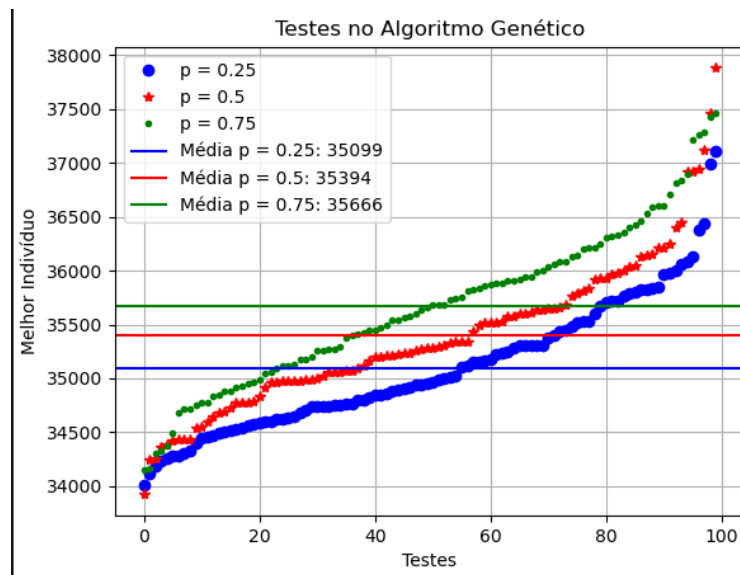


Figura 10: Melhores valores em cada teste

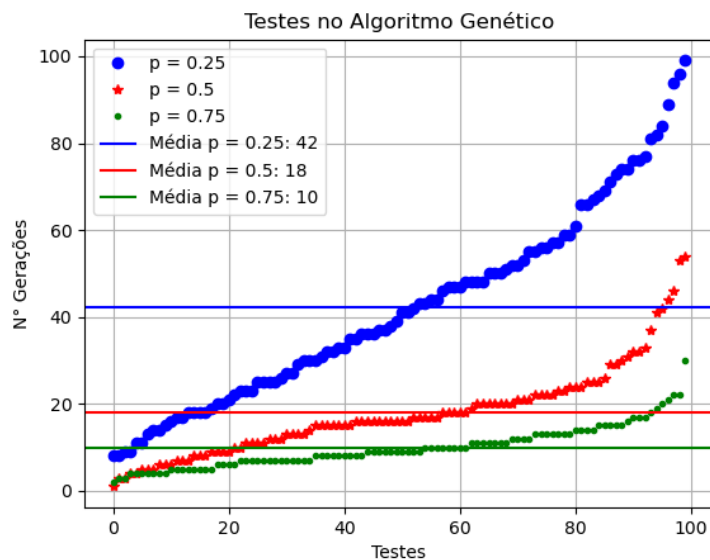


Figura 11: Gerações para encontra o melhor indivíduo

## 8 Variação do $e$

Desta vez, será variado apenas o parâmetro  $e$ , com valores de 0,1, 1 e 10, mantendo os demais constantes.

Conforme observado na figura 12, um valor maior para  $e$  melhora a capacidade de encontrar o melhor indivíduo. No entanto, a figura 13 revela que essa eficiência vem acompanhada de uma piora na convergência.

Portanto, conclui-se que um valor maior para o parâmetro  $e$  é preferível, pois resulta em menores valores para o melhor indivíduo.

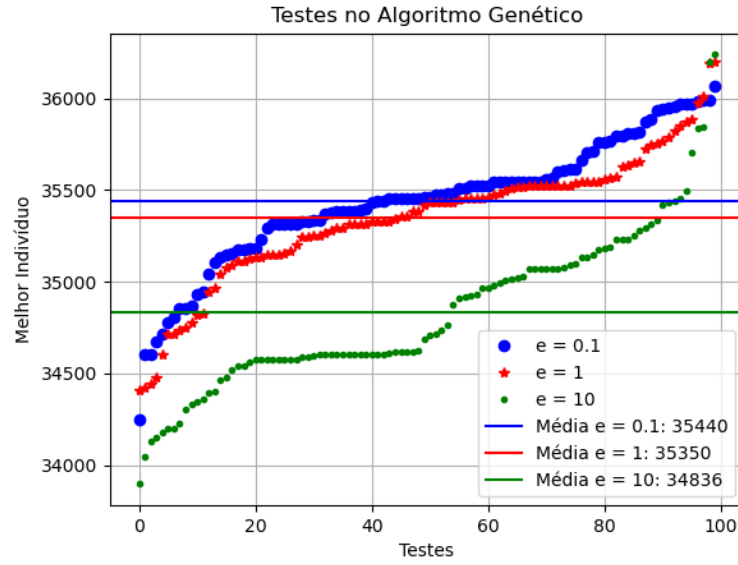


Figura 12: Melhores valores em cada teste

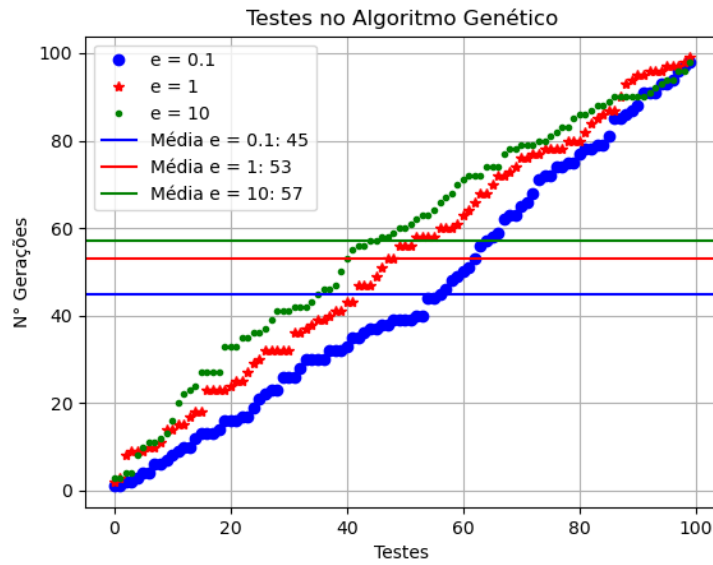


Figura 13: Gerações para encontra o melhor indivíduo

## 9 Variação do $w$

Variando exclusivamente o parâmetro  $w$ , com valores de 5, 10 e 20, observa-se o comportamento desse parâmetro.

As figuras 14 e 15 mostram resultados muito próximos entre as diferentes variações, com pouca diferença tanto na busca pelo melhor indivíduo quanto na convergência.

Portanto, este é outro parâmetro que aparenta não impactar significativamente a aplicação, permitindo variações. No entanto, é recomendável manter um valor médio para evitar que esse parâmetro faça o método Best Ranked se comportar de forma padrão.



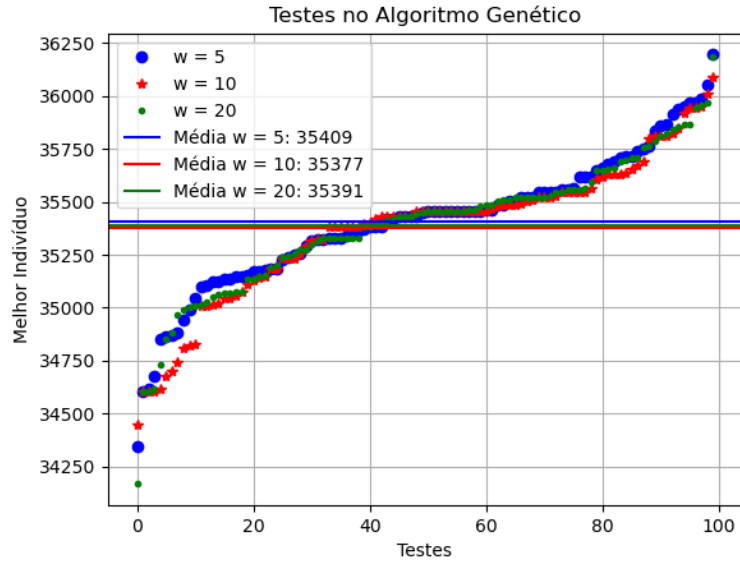


Figura 14: Melhores valores em cada teste

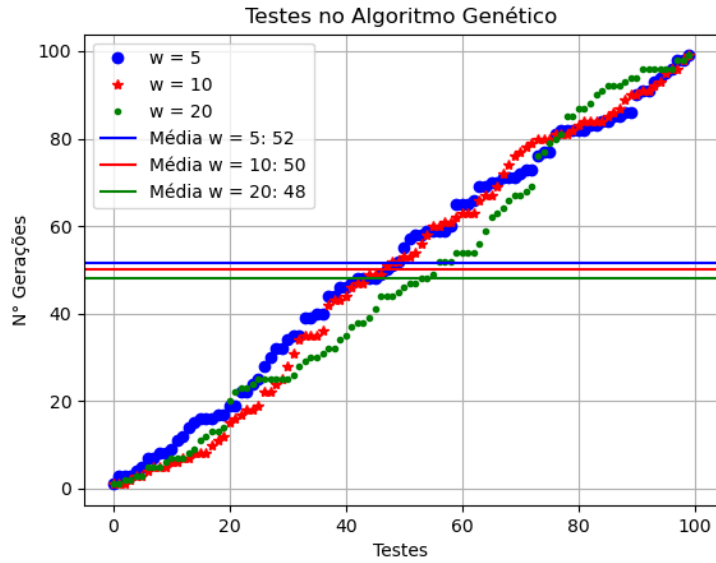


Figura 15: Gerações para encontra o melhor indivíduo

## 10 Métodos diferentes para atualização de feromônios

Agora, serão analisados diferentes métodos de atualização de feromônios, mantendo os demais parâmetros constantes.

Conforme mostrado nas figuras 16 e 17, os valores de convergência e de melhor indivíduo para os métodos Padrão e EAS são muito próximos. Em contrapartida, o método Best Ranked apresenta resultados significativamente melhores tanto na qualidade do melhor indivíduo quanto na convergência.

Portanto, o método Best Ranked é o mais indicado para essa aplicação.

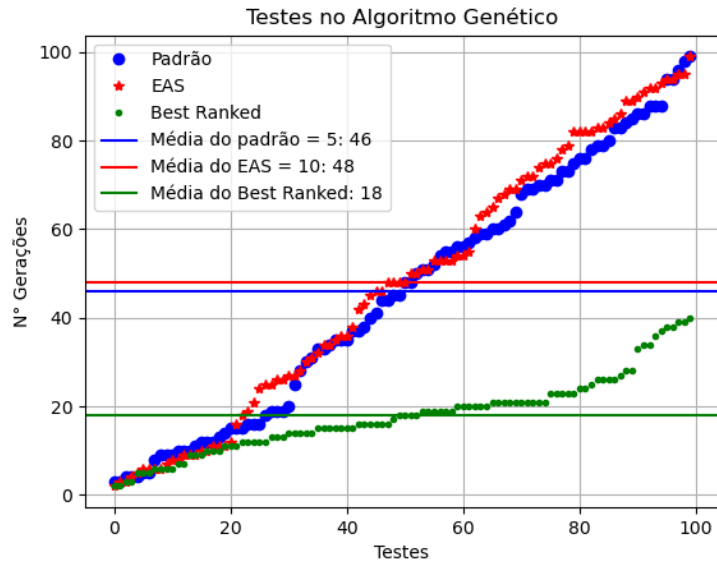


Figura 16: Melhores valores em cada teste

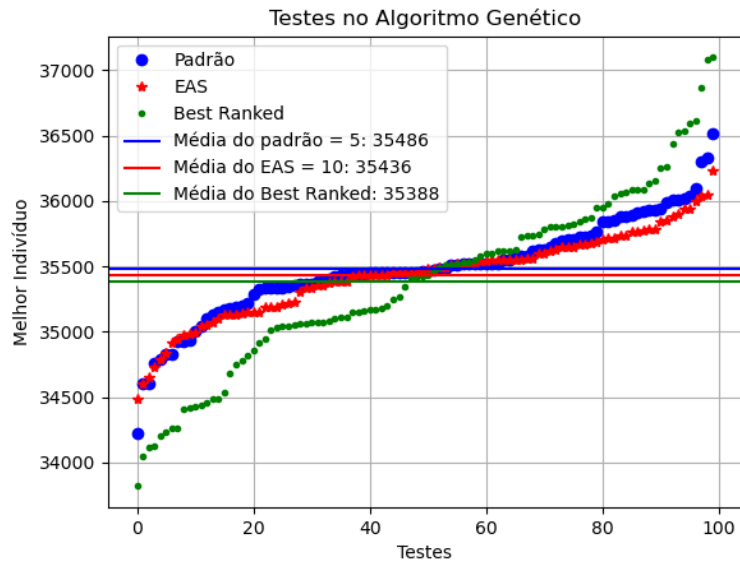


Figura 17: Gerações para encontra o melhor indivíduo

## 11 128 cidades

Como teste adicional, foi selecionada a instância com 128 cidades para avaliar a eficiência do algoritmo genético.

A figura 18 mostra que a média do melhor indivíduo após 100 testes foi de 21.077. Além disso, a convergência ocorreu na 38ª geração, conforme apresentado na figura 19.

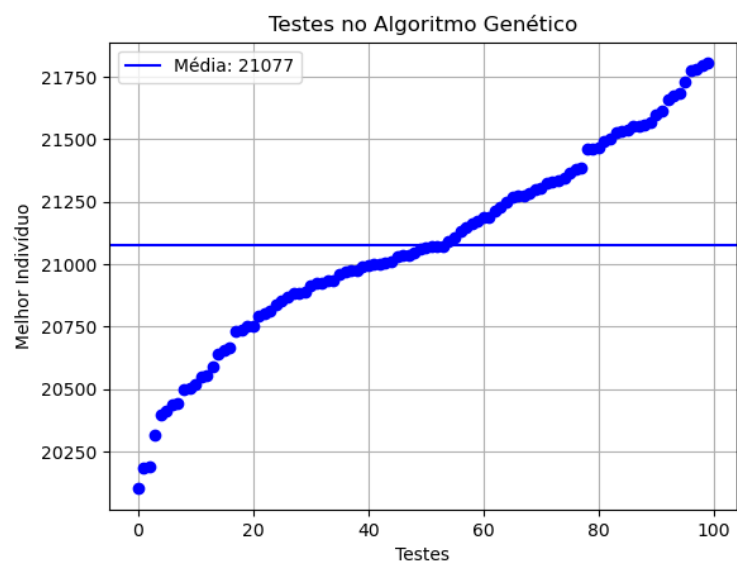


Figura 18: Melhores valores em cada teste

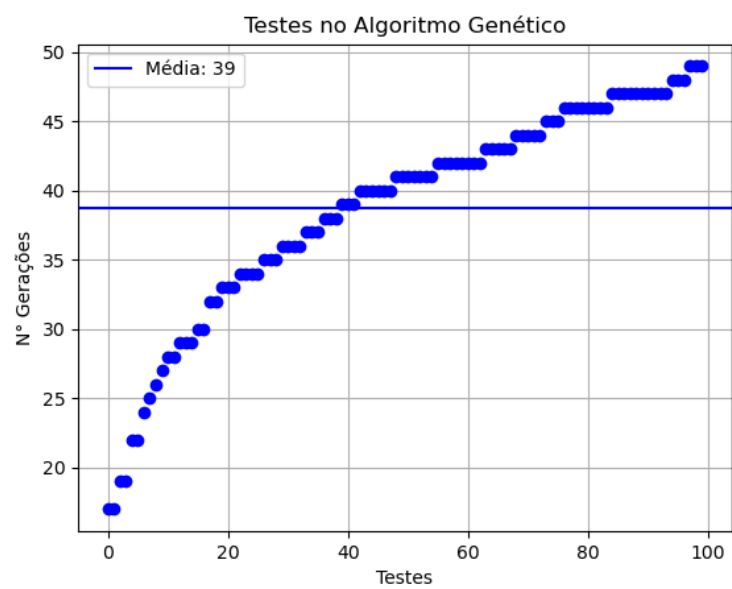


Figura 19: Gerações para encontra o melhor indivíduo