

## RESULTADOS

Execução 1/30 finalizada	Melhor distância: 8027	Tempo: 0.41s
Execução 2/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 3/30 finalizada	Melhor distância: 7861	Tempo: 0.59s
Execução 4/30 finalizada	Melhor distância: 7704	Tempo: 0.76s
Execução 5/30 finalizada	Melhor distância: 7701	Tempo: 0.75s
Execução 6/30 finalizada	Melhor distância: 7672	Tempo: 0.74s
Execução 7/30 finalizada	Melhor distância: 7639	Tempo: 0.75s
Execução 8/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.40s
Execução 9/30 finalizada	Melhor distância: 7808	Tempo: 0.42s
Execução 10/30 finalizada	Melhor distância: 7573	Tempo: 0.40s
Execução 11/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.41s
Execução 12/30 finalizada	Melhor distância: 7651	Tempo: 0.43s
Execução 13/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.42s
Execução 14/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.43s
Execução 15/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.40s
Execução 16/30 finalizada	Melhor distância: 7586	Tempo: 0.40s
Execução 17/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.43s
Execução 18/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.40s
Execução 19/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.42s
Execução 20/30 finalizada	Melhor distância: 7668	Tempo: 0.40s
Execução 21/30 finalizada	Melhor distância: 7573	Tempo: 0.40s
Execução 22/30 finalizada	Melhor distância: 7343	Tempo: 0.42s
Execução 23/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.41s
Execução 24/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 25/30 finalizada	Melhor distância: 7534	Tempo: 0.40s
Execução 26/30 finalizada	Melhor distância: 7808	Tempo: 0.41s
Execução 27/30 finalizada	Melhor distância: 7318	Tempo: 0.42s
Execução 28/30 finalizada	Melhor distância: 8117	Tempo: 0.41s
Execução 29/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.42s
Execução 30/30 finalizada	Melhor distância: 7812	Tempo: 0.41s
Execução 1/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.59s
Execução 2/30 finalizada	Melhor distância: 7619	Tempo: 0.80s
Execução 3/30 finalizada	Melhor distância: 7594	Tempo: 0.78s
Execução 4/30 finalizada	Melhor distância: 8107	Tempo: 0.76s
Execução 5/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.67s
Execução 6/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 7/30 finalizada	Melhor distância: 7586	Tempo: 0.41s
Execução 8/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.41s
Execução 9/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.43s
Execução 10/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.41s
Execução 11/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 12/30 finalizada	Melhor distância: 7870	Tempo: 0.41s
Execução 13/30 finalizada	Melhor distância: 7573	Tempo: 0.41s
Execução 14/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.42s
Execução 15/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.41s
Execução 16/30 finalizada	Melhor distância: 8020	Tempo: 0.43s
Execução 17/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.41s
Execução 18/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.41s
Execução 19/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 20/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 21/30 finalizada	Melhor distância: 7534	Tempo: 0.42s
Execução 22/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 23/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.42s
Execução 24/30 finalizada	Melhor distância: 7653	Tempo: 0.44s
Execução 25/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 26/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 27/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 28/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.41s
Execução 29/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.60s
Execução 30/30 finalizada	Melhor distância: 7295	Tempo: 0.79s

Figura 1 - taxa de mutação de 1%

Figura 2 - taxa de mutação de 5%

Execução 1/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s
Execução 2/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 3/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 4/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 5/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.41s
Execução 6/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.43s
Execução 7/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.67s
Execução 8/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.80s
Execução 9/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.77s
Execução 10/30 finalizada	Melhor distância: 7343	Tempo: 1.01s
Execução 11/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.50s
Execução 12/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.44s
Execução 13/30 finalizada	Melhor distância: 7534	Tempo: 0.42s
Execução 14/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.45s
Execução 15/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 16/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.43s
Execução 17/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s
Execução 18/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.43s
Execução 19/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s
Execução 20/30 finalizada	Melhor distância: 7295	Tempo: 0.42s
Execução 21/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.46s
Execução 22/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.42s
Execução 23/30 finalizada	Melhor distância: 7343	Tempo: 0.44s
Execução 24/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s
Execução 25/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 26/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.45s
Execução 27/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.42s
Execução 28/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.43s
Execução 29/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.44s
Execução 30/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 1/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s
Execução 2/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.46s
Execução 3/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.47s
Execução 4/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 5/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.44s
Execução 6/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.45s
Execução 7/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.44s
Execução 8/30 finalizada	Melhor distância: 7318	Tempo: 0.44s
Execução 9/30 finalizada	Melhor distância: 7586	Tempo: 0.46s
Execução 10/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.45s
Execução 11/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.44s
Execução 12/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.45s
Execução 13/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.43s
Execução 14/30 finalizada	Melhor distância: 7295	Tempo: 0.43s
Execução 15/30 finalizada	Melhor distância: 7870	Tempo: 0.45s
Execução 16/30 finalizada	Melhor distância: 7310	Tempo: 0.44s
Execução 17/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.62s
Execução 18/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.84s
Execução 19/30 finalizada	Melhor distância: 7668	Tempo: 0.89s
Execução 20/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.81s
Execução 21/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.67s
Execução 22/30 finalizada	Melhor distância: 7534	Tempo: 0.43s
Execução 23/30 finalizada	Melhor distância: 7573	Tempo: 0.47s
Execução 24/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.44s
Execução 25/30 finalizada	Melhor distância: 7704	Tempo: 0.44s
Execução 26/30 finalizada	Melhor distância: 7668	Tempo: 0.46s
Execução 27/30 finalizada	Melhor distância: 7619	Tempo: 0.44s
Execução 28/30 finalizada	Melhor distância: 7569	Tempo: 0.46s
Execução 29/30 finalizada	Melhor distância: 7622	Tempo: 0.43s
Execução 30/30 finalizada	Melhor distância: 7293	Tempo: 0.46s

Figura 3 - taxa de mutação de 10%

Figura 4 - taxa de mutação de 20%

**Taxa de mutação 1%:** Consistência Baixa (muitos resultados acima de 7800 e variando).

**Taxa de mutação 5%:** Consistência Média (melhor, mas ainda tem resultados dispersos).

**Taxa de mutação 10%:** Consistência Alta (muitas ocorrências de 7293 e 7569).

**Taxa de mutação 20%:** Consistência Média/Baixa (dispersão maior com valores ruins).

## GRÁFICOS DE CONVERGÊNCIA

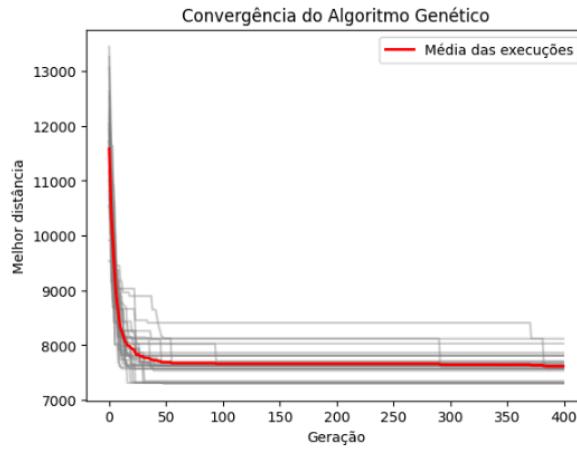


Figura 5 - Convergência de 1%(mutação)

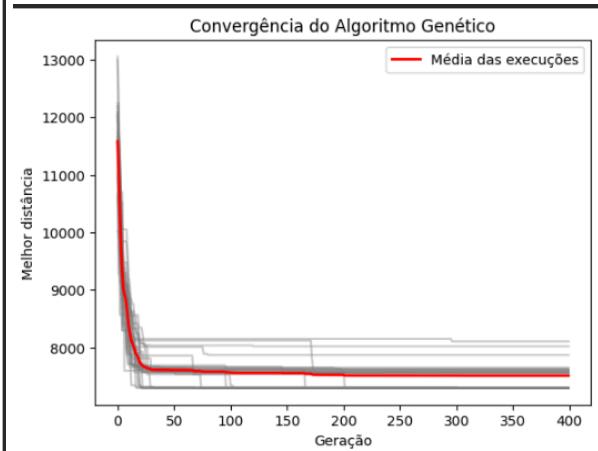


Figura 6 - Convergência de 5%(mutação)

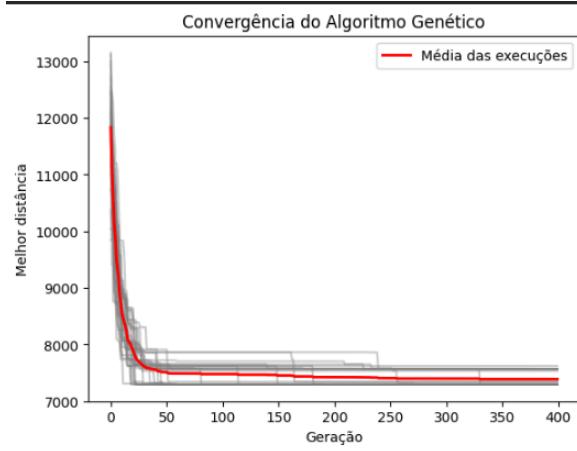


Figura 7 - Convergência de 10%(mutação)

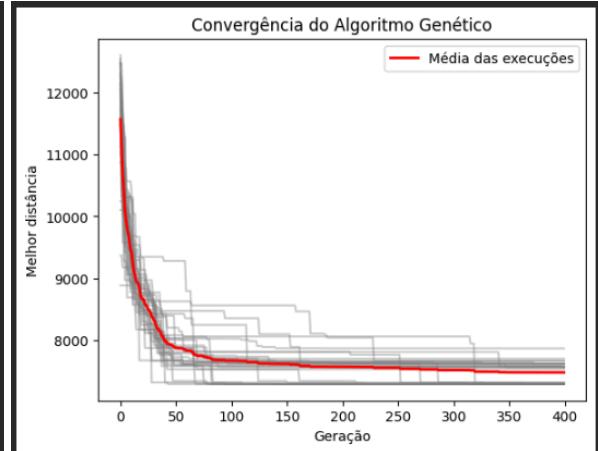


Figura 8 - Convergência de 20%(mutação)

**Convergência de 1%:** Apresentou a pior qualidade média. A linha vermelha converge para o valor mais alto (aproximadamente 7700). A mutação insuficiente limita a capacidade do algoritmo de escapar de ótimos locais (soluções ruins), resultando na pior solução média.

**Convergência de 5%:** A linha vermelha converge para um valor um pouco melhor (aproximadamente 7600) do que 1%, estabilizando a convergência. A baixa taxa, porém, impede melhorias significativas nas gerações finais.

**Convergência de 10%:** A linha vermelha atinge o valor mais baixo (aproximadamente 7500). Esta taxa de mutação proporcionou o melhor equilíbrio entre exploração, encontrando a melhor solução média final.

**Convergência de 20%:** A linha vermelha converge para um valor mediano (aproximadamente 7600), mas a descida é mais dispersa e a convergência mais lenta. A mutação excessiva introduz muita aleatoriedade, dificultando o encontro de boas soluções.

## GRÁFICOS DE BOXPLOT

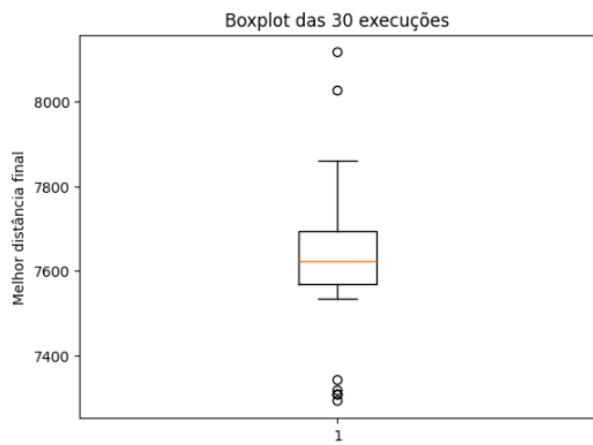


Figura 9 - Boxplot de 1%

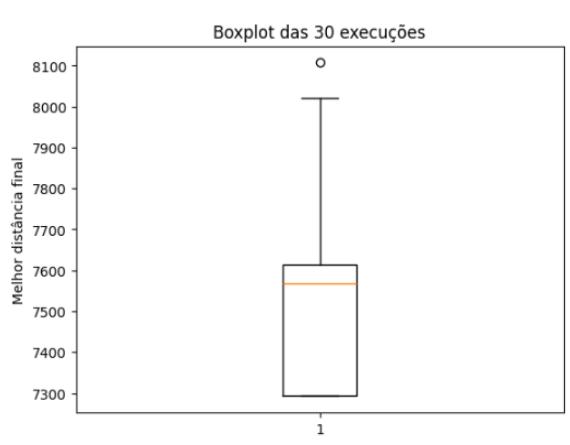


Figura 10 - Boxplot de 5%

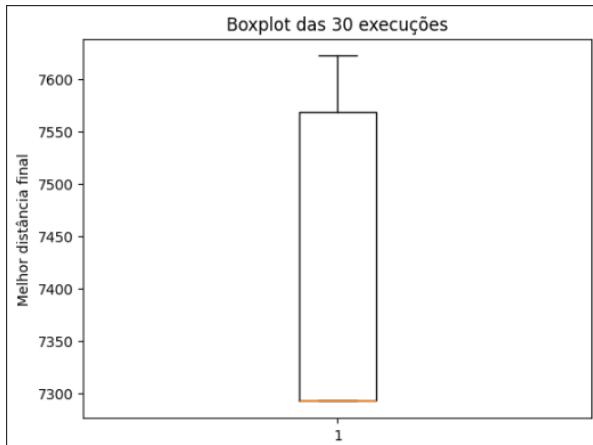


Figura 11 - Boxplot de 10%

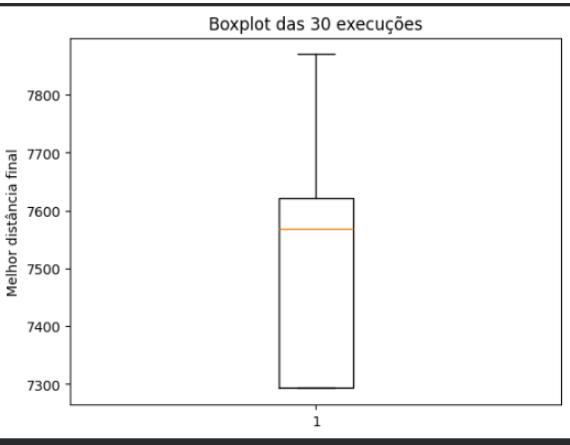


Figura 12 - Boxplot de 20%

**Boxplot de 1%:** A mediana está em torno de aproximadamente 7620, indicando as piores soluções médias. A baixa mutação faz o algoritmo ficar preso facilmente, resultando em alta dispersão e soluções ruins.

**Boxplot de 5%:** A mediana cai para aproximadamente 7560. Houve uma melhora, mas a caixa ainda é grande e o intervalo total é extenso (até aproximadamente 8100), indicando resultados pouco consistentes.

**Boxplot de 10%:** A mediana está no valor mais baixo, aproximadamente 7295. A caixa é a mais estreita, o que significa que a maioria das 30 execuções convergiu para o melhor resultado. **Melhor opção** para qualidade e confiabilidade

**Boxplot de 20%:** A mediana sobe novamente (aproximadamente 7570). A alta taxa de mutação destrói as boas soluções encontradas, resultando em uma qualidade final pior e um boxplot mais disperso que o de 10%.

## REPOSITÓRIO

<https://github.com/BrenoMontenegro/travelling-salesman-problem-with-ga>