

Resposta: Atividade 7 - Ag - TSP (Experimentos)

Aluno: Pedro Henrique Alves da Silva

Disciplina: Tópicos especiais em Inteligência Artificial

Professor: Rodrigo Lira

Código disponível em:

Github: https://github.com/Phads/Atividade_HillClimbing.git

Google Colab:

https://colab.research.google.com/drive/1NoHGg-oHsT_7RKEBJXCkAwLPbJioNqLV?usp=sharing

Resultados:

Experimento 1: Tamanho da População

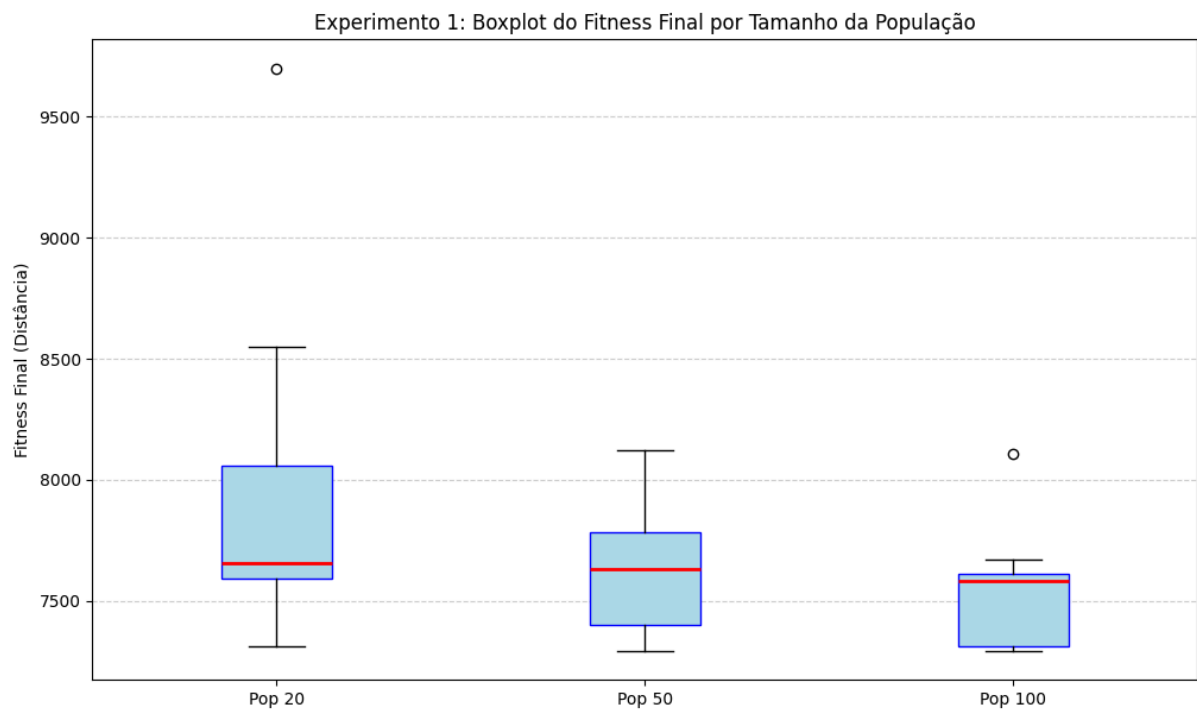
Resultados Experimento 1

[Pop 20] Fitness Médio: 7868.37 | Tempo Médio: 0.057s

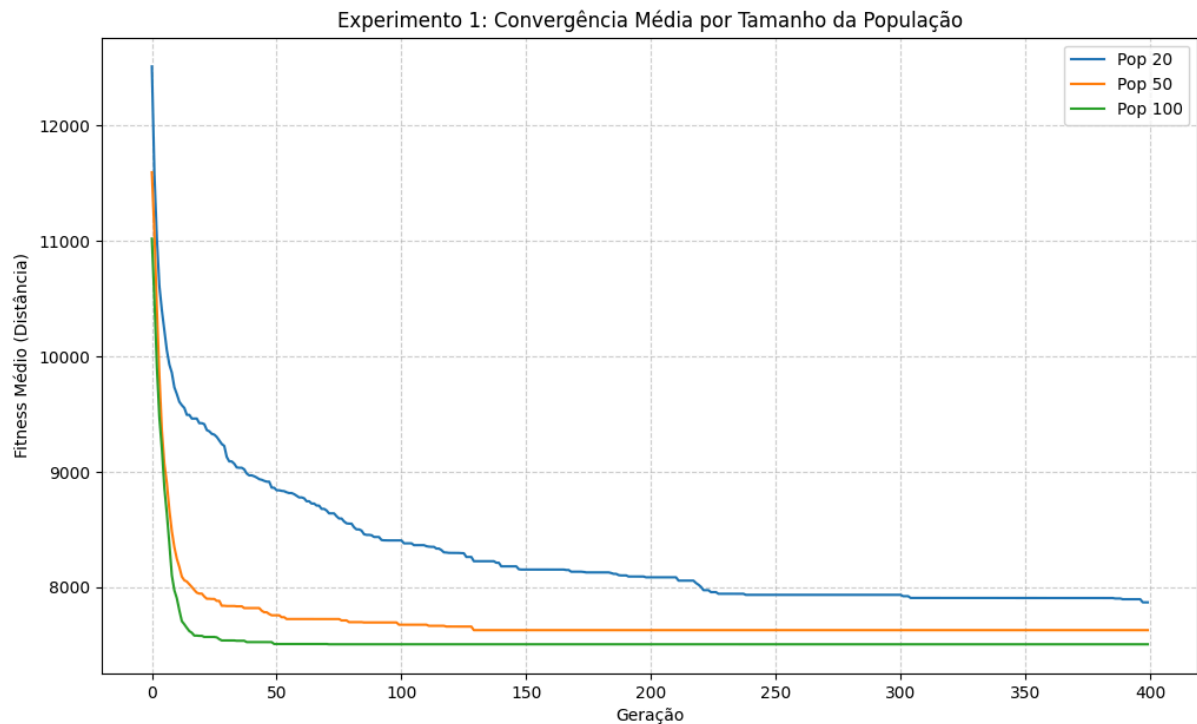
[Pop 50] Fitness Médio: 7627.37 | Tempo Médio: 0.198s

[Pop 100] Fitness Médio: 7504.83 | Tempo Médio: 0.364s

Qualidade (Boxplot) Exp. 1: O Pop=100 foi vencedor. O boxplot mostra que alcançou a mediana mais baixa (melhor) e a melhor rota (ponto mínimo), como também foi o mais consistente. O Pop=20 teve a pior mediana e a maior dispersão, mostrando resultados inconsistentes.



Convergência (Gráfico) Exp. 1: O gráfico de convergência mostra por que isso acontece. A linha de Pop=20 (azul) desce rápido, mas fica reta muito cedo, por volta da geração 100, em um nível de fitness alto (~7900). Isso é convergência prematura: o algoritmo ficou "travado" em uma solução ruim por falta de diversidade. A linha de Pop=100 (verde) começa em um ponto melhor, desce mais rápido e continua encontrando melhorias por mais tempo, estabilizando no menor fitness.



Pop=20 (Pequena): Foi a mais rápida, mas a pior em qualidade. O gráfico de convergência mostra que ela "travou" rápido em uma solução ruim (Fitness Médio: 7868.37).

Pop=100 (Grande): Foi a mais lenta, mas a melhor em qualidade. Encontrou as melhores rotas (Fitness Médio: 7504.83) e foi a mais consistente (caixa pequena no boxplot).

Pop=50 (Média): Foi o melhor equilíbrio. Quase duas vezes mais rápida que a Pop=100, mas com resultados muito melhores que a Pop=20 (Fitness Médio: 7627.37).

Conclusão: Aumentar a população encontra rotas melhores, mas custa mais tempo. Pop=20 é muito pequena e fica "presa", enquanto Pop=100 é a melhor, mas mais lenta.

Experimento 2 Taxa de Mutação:

Resultados Experimento 2

[Mut 1.0%] Fitness Médio: 7653.07

[Mut 5.0%] Fitness Médio: 7757.43

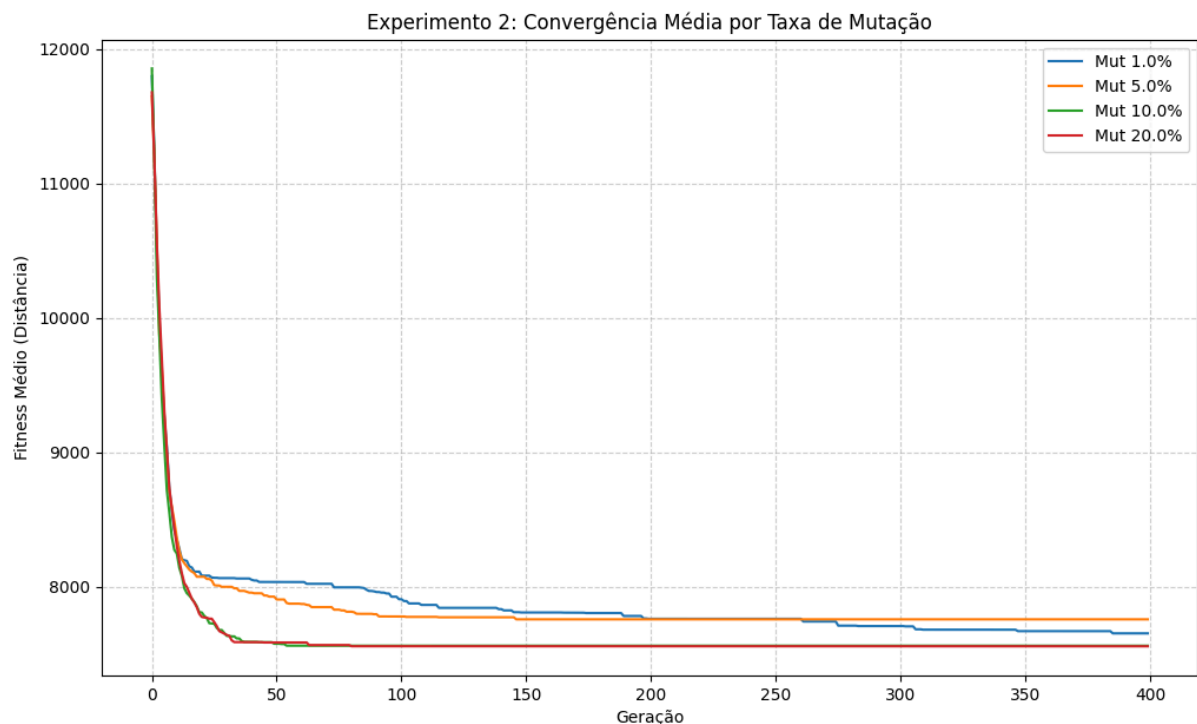
[Mut 10.0%] Fitness Médio: 7560.90

[Mut 20.0%] Fitness Médio: 7556.90

Gráfico de Convergência Exp2:

Linhas Azul (1.0%) e Laranja (5.0%): Elas descem no início, mas rapidamente ficam "retas" (estagnam) em um nível de fitness alto (ruim), acima de 7700. Isso é um sinal clássico de convergência prematura: o algoritmo ficou "preso" em uma solução "ok" e não teve mutação suficiente para explorar outras opções e escapar.

Linhas Verde (10.0%) e Vermelha (20.0%): Elas descem muito mais rápido e chegam a um nível muito mais baixo (perto de 7550). Isso mostra que uma taxa de mutação mais alta foi essencial para continuar a encontrar melhorias e não "travar".



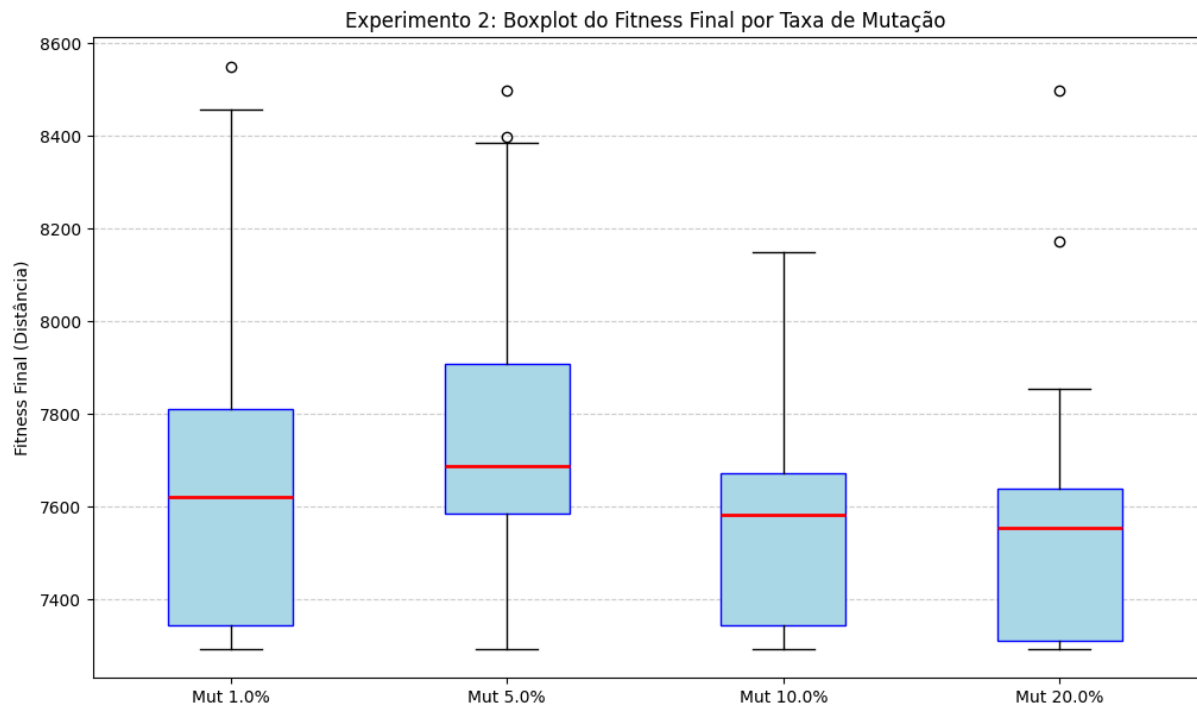


Gráfico Boxplot Exp.2: Este gráfico mostra a qualidade final e a consistência dos 30 resultados de cada configuração.

Caixas 1.0% e 5.0%: Estão mais altas no gráfico. Suas medianas e suas médias (7653 e 7757) são as piores. Elas também têm "outliers" ruins, mostrando inconsistência.

Caixas 10.0% e 20.0%: Estão mais baixas (melhores) e são mais "apertadas". A de 10% (Fitness Médio: 7560) e a de 20% (Fitness Médio: 7556) são estatisticamente muito similares e melhores.

Mut 1.0% e 5.0% (Baixas): Foram as piores opções. Os resultados (Fitness Médio: 7653 e 7757) e os boxplots mostram que o AG ficou "preso" em soluções ruins. O gráfico de convergência (linhas azul e laranja) mostra que elas estagnaram em um nível de fitness alto.

Mut 10.0% e 20.0% (Altas): Foram as melhores opções. Ambas encontraram rotas significativamente melhores (Fitness Médio: 7560 e 7556). O gráfico de convergência (linhas verde e vermelha) mostra que elas desceram muito mais rápido e para um nível de fitness mais baixo.

Conclusão: Uma taxa de mutação baixa (1-5%) é ruim e causa convergência prematura. Para este problema, uma taxa mais alta (10% ou 20%) foi essencial para

"escapar" de soluções ruins e encontrar rotas melhores. A diferença entre 10% e 20% foi pequena, mas ambas foram muito superiores.

Experimento 3: Análise do Tamanho do Torneio

O "Tamanho do Torneio" controla a pressão de seleção:

Torneio 2 (Baixa Pressão): Sorteia 2, o melhor vence. Até indivíduos "médios" têm boa chance de ganhar.

Torneio 7 (Alta Pressão): Sorteia 7, o melhor vence. Só os indivíduos "elite" são selecionados.

Resultados Experimento 3

[Torneio 2] Fitness Médio: 7589.10 | Diversidade Final Média: 2.9 indivíduos

[Torneio 3] Fitness Médio: 7676.47 | Diversidade Final Média: 2.8 indivíduos

[Torneio 5] Fitness Médio: 7594.97 | Diversidade Final Média: 3.6 indivíduos

[Torneio 7] Fitness Médio: 7612.30 | Diversidade Final Média: 3.3 indivíduos

Gráfico de Diversidade Exp. 3:

Este gráfico mostra o "custo" de aumentar a pressão. Todas as configurações destroem a diversidade (o nº de indivíduos únicos cai de 50 para menos de 5) nas primeiras 25 gerações. A população fica cheia de "clones" muito rápido.

A linha do Torneio 7 (vermelha) é a que cai mais rápido e fica no nível mais baixo. Isso mostra que a alta pressão seletiva matou a diversidade quase instantaneamente.

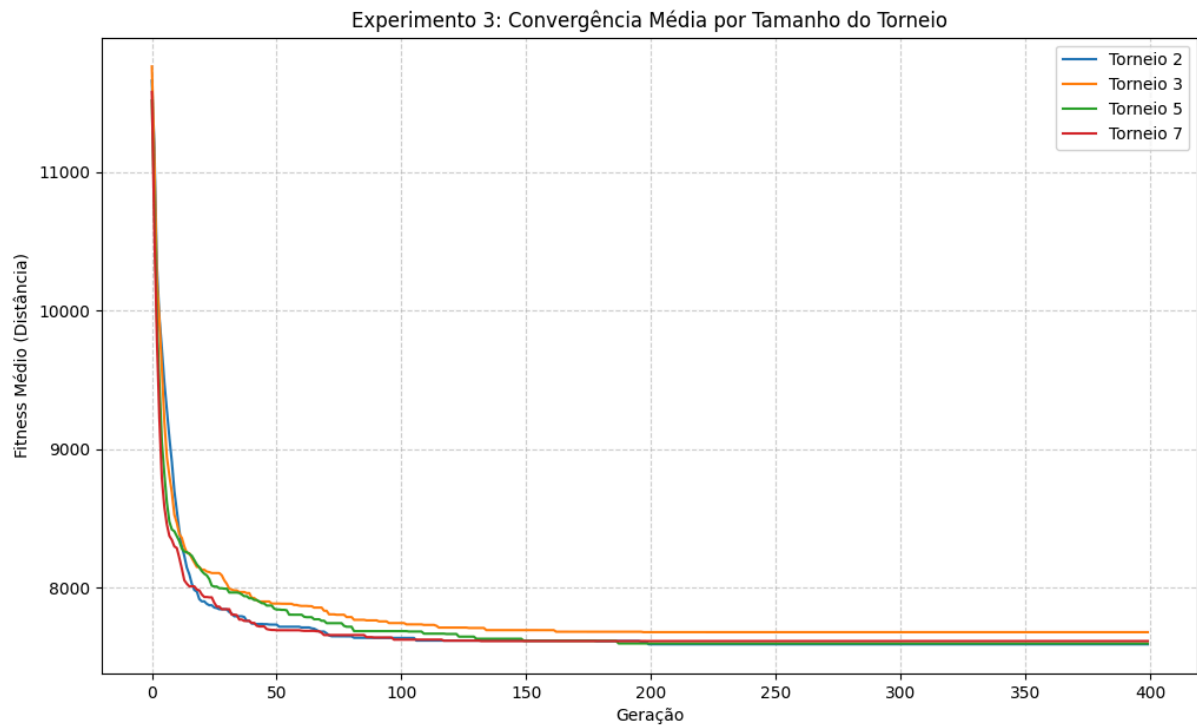


Gráfico de Convergência (Fitness) Exp. 3;

Mostra a velocidade da melhoria. As linhas do Torneio 5 (verde) e Torneio 7 (vermelha) descem mais rápido no início. Isso faz sentido: ao selecionar apenas os melhores (alta pressão), a média da população melhora rapidamente.

No entanto, todas as linhas "travam" (estagnam) mais ou menos no mesmo ponto.

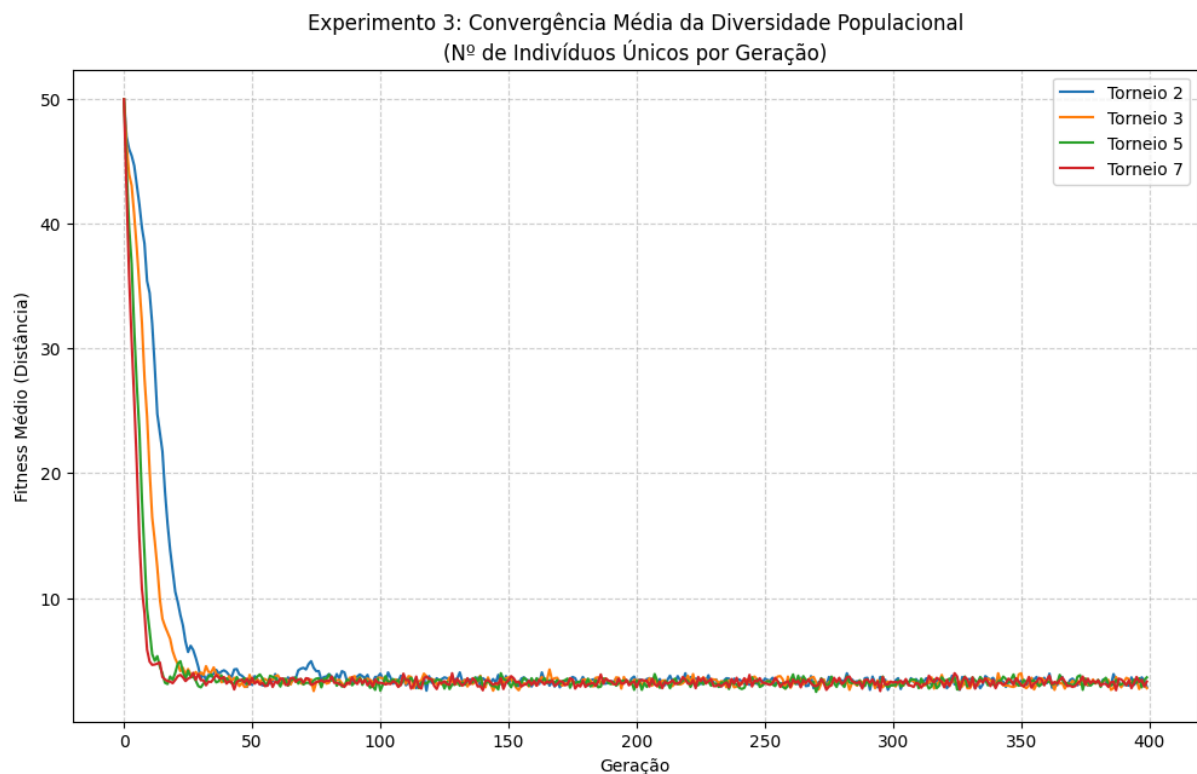


Gráfico Boxplot (O Resultado Final) Exp. 3:

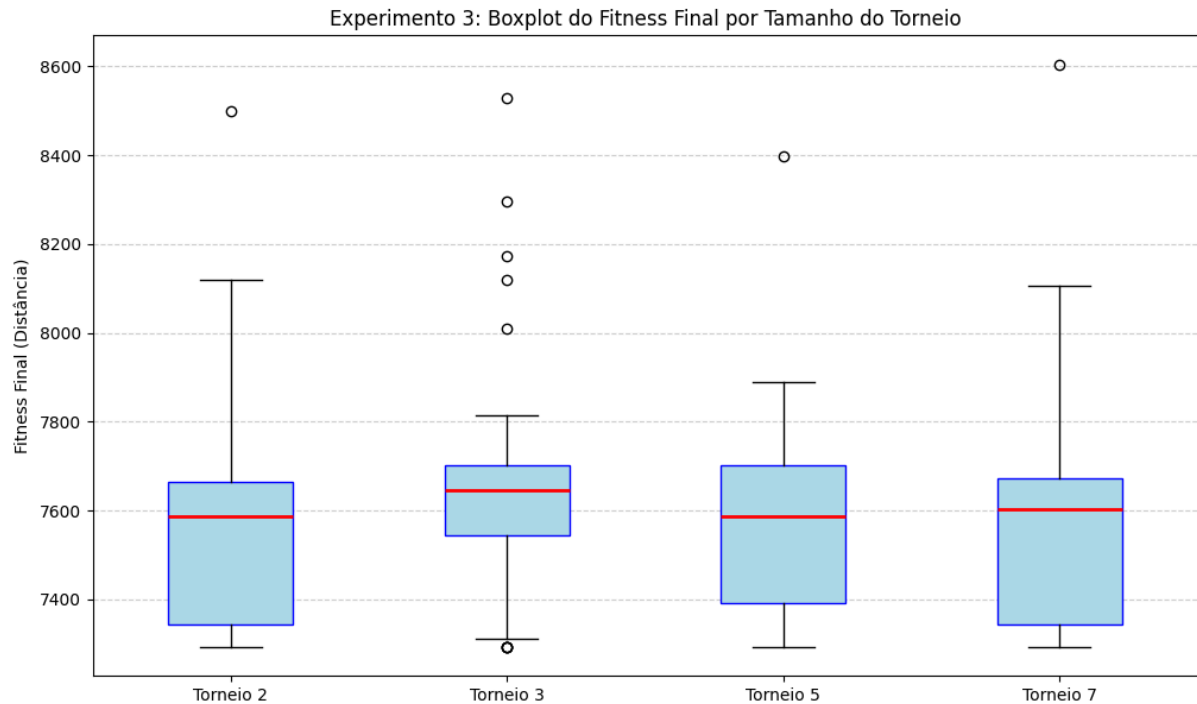
Mostra qual configuração encontrou a melhor rota (mais baixa) e qual foi a mais consistente (caixa menor).

Torneio 2 (azul): Tem uma média boa (7589.10), mas o boxplot mostra que foi inconsistente (a "caixa" é muito larga e tem outliers ruins).

Torneio 3 (laranja): Foi o pior (Média: 7676.47) e teve muitos resultados ruins (outliers).

Torneio 5 (verde): Foi o ponto ideal. Tem uma média excelente (7594.97) e a caixa mais apertada (mais consistente). Também alcançou a melhor rota de todas (o "bigode" inferior é o mais baixo).

Torneio 7 (vermelha): Foi ligeiramente pior que o 5 (Média: 7612.30).



Conclusão: Aumentar a pressão de seleção (torneio maior) é um equilíbrio delicado.

O Torneio 7 foi agressivo demais. Ele matou a diversidade tão rápido que "travou" em uma solução boa, mas não a melhor.

O Torneio 2 foi inconsistente. Ele manteve um pouco mais de diversidade, mas seus resultados variaram muito.

O Torneio 5 foi o ponto de equilíbrio perfeito: foi agressivo o suficiente para convergir para uma solução de alta qualidade, mas não tão agressivo a ponto de "travar" prematuramente. Ele foi o mais consistente e encontrou a melhor rota geral.

Experimento 4: Análise do Elitismo:

O "Elitismo" é a "memória" do AG. É a regra que garante que os melhores indivíduos (ex: os 3 melhores) sobrevivam automaticamente e passem para a próxima geração.

Resultados Experimento 4

[Elite 0.0% (0 ind.)] Fitness Médio: 7648.47

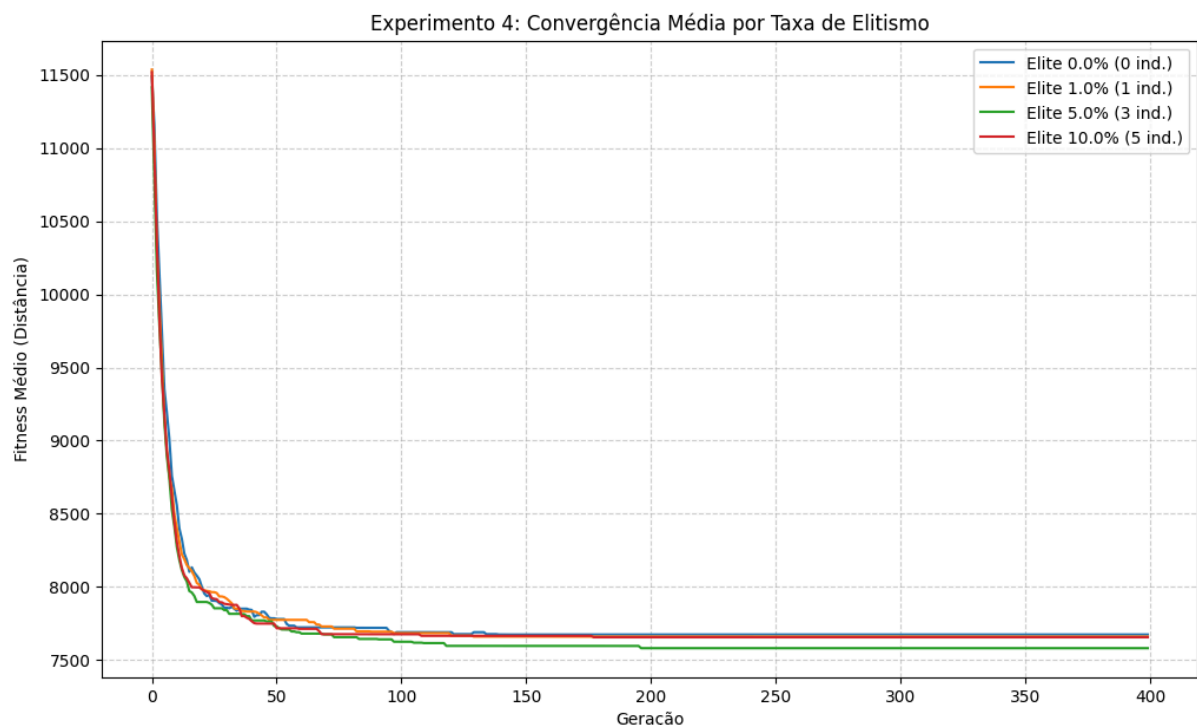
[Elite 1.0% (1 ind.)] Fitness Médio: 7661.13

[Elite 5.0% (3 ind.)] Fitness Médio: 7582.50

[Elite 10.0% (5 ind.)] Fitness Médio: 7657.20

1. Gráfico de Convergência Exp. 4: Este gráfico mostra a velocidade da melhoria. Todas as linhas são muito parecidas no início. No entanto, as linhas de 0% (azul) e 1% (laranja) "travam" (estagnam) em um nível de fitness um pouco mais alto (pior) do que as outras.

A linha verde (5.0%) é a que mais se destaca, terminando no nível mais baixo (melhor), mostrando a convergência mais eficaz.



2. Boxplot Exp. 4: Este gráfico mostra a qualidade final e a consistência dos 30 resultados. Este é o gráfico mais importante aqui.

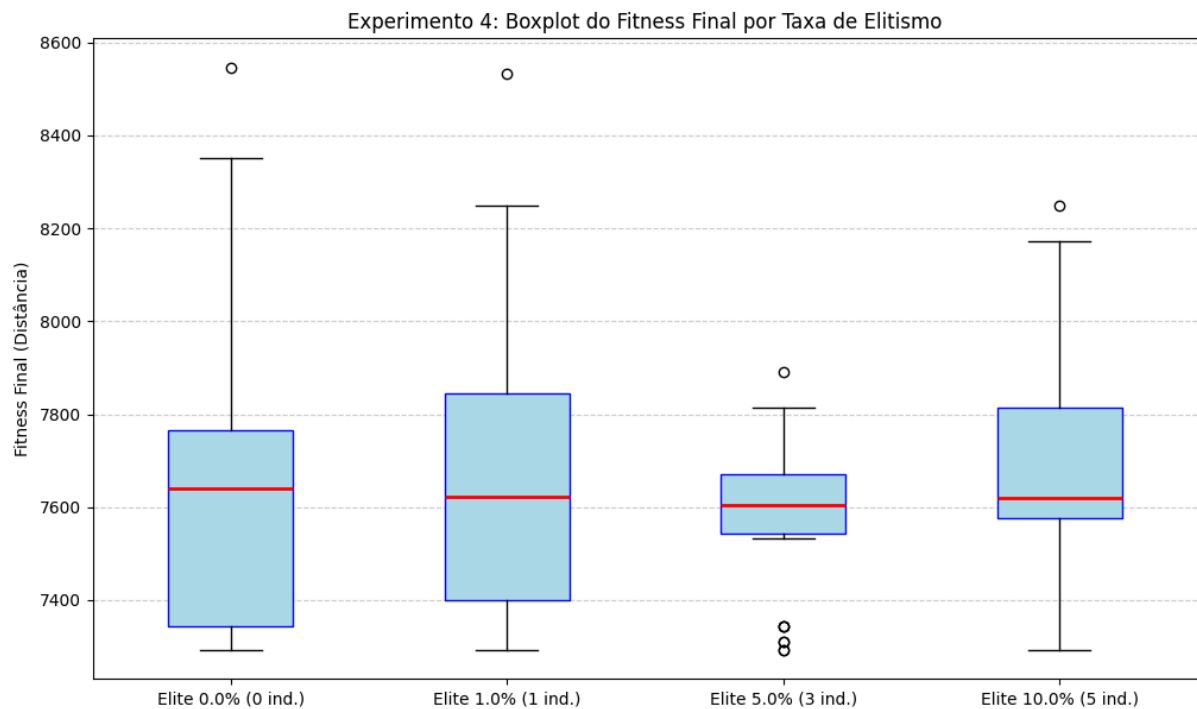
Elite 0.0% (sem memória): Foi inconsistente. A "caixa" é larga e o Fitness Médio (7648.47) não é o melhor. Isso acontece porque, por azar, o algoritmo pode "esquecer" (perder) a melhor rota que encontrou.

Elite 1.0% (1 ind.): Foi similar ao 0%, também com resultados inconsistentes (caixa larga) e uma média ruim (7661.13).

Elite 10.0% (5 ind.): Foi um pouco melhor, mas ainda inconsistente (caixa larga).

Elite 5.0% (3 ind.): Foi o vencedor claro e indiscutível. O boxplot mostra que esta configuração foi a mais consistente (a caixa é muito "apertada") e alcançou os

melhores resultados (a caixa inteira está mais baixa que as outras). A média (7582.50) foi a melhor de todas.



Conclusão: Este é o "trade-off" (equilíbrio) do elitismo:

Sem elitismo (0%) é arriscado, pois você pode perder sua melhor solução.

Elitismo demais (10% ou 5 ind.) é ruim. Isso acontece porque você preenche 10% da nova população com "clones" dos melhores, o que reduz a diversidade e impede que o AG explore novas rotas.

Elitismo na medida certa (5% ou 3 ind.) foi o ponto ideal. Ele guardou os melhores resultados (servindo como "memória"), mas ainda deixou 95% da população (47 indivíduos) livres para o crossover e mutação, mantendo a diversidade e encontrando as melhores rotas.