

# Experimentos - Estratégias Evolutivas

---

## Estrutura do Repositório

O repositório está organizado da seguinte forma:

- **MainOptimizationScript.py**: Contém a classe da implementação principal do algoritmo de otimização.
- **Library**: Diretório que contém módulos auxiliares, como métodos de seleção, cruzamento e mutação.
- **Experiments\_1B**: Diretório onde os resultados dos experimentos são armazenados, incluindo gráficos e tabelas gerados.

## Experimentos

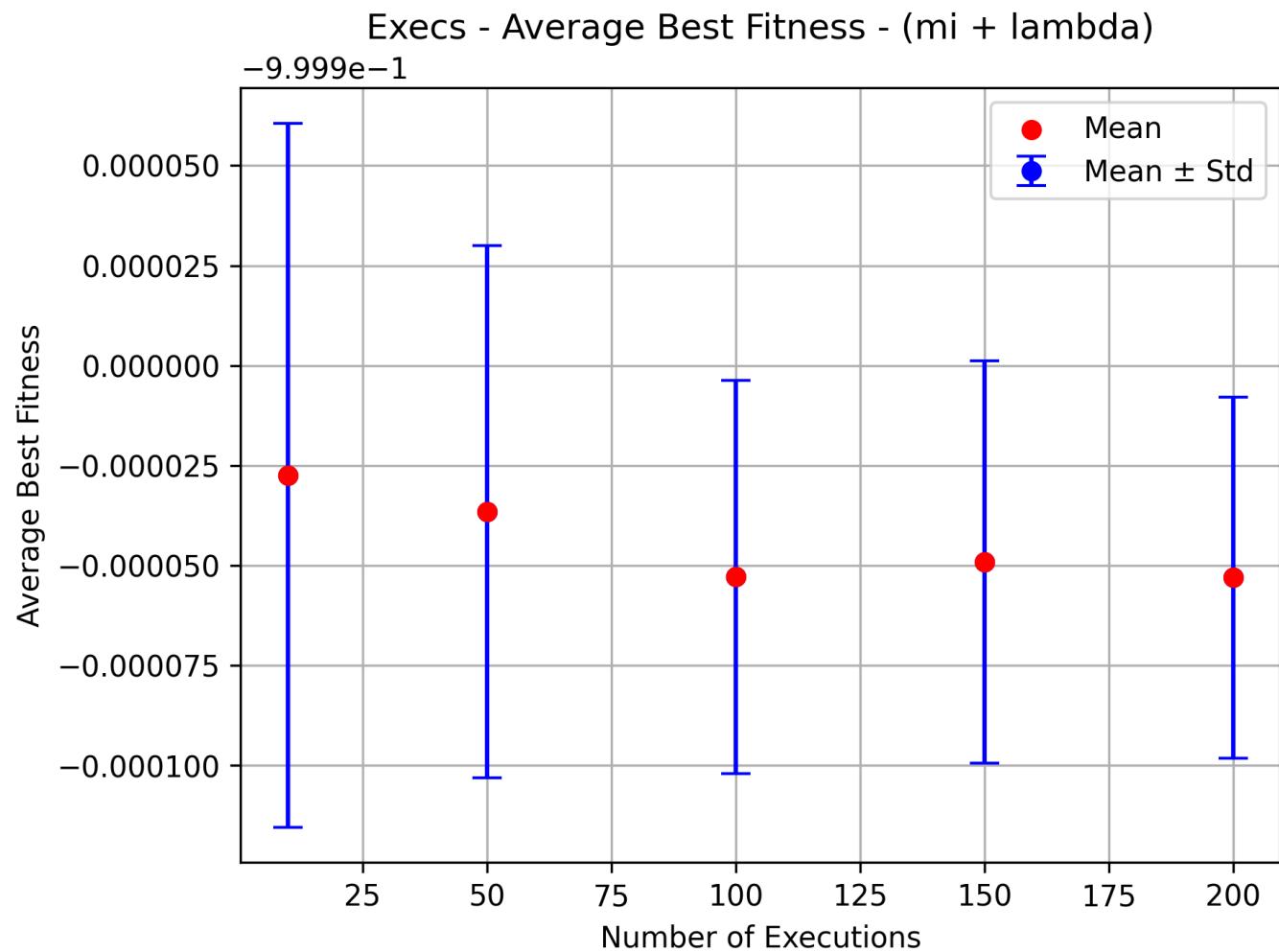
Experimento 1 - Avaliação do desempenho das estratégias evolutivas ( $\mu, \lambda$ ) e ( $\mu+\lambda$ ) para ambos problemas de otimização considerando um número k de inicializações do algoritmo.

O script que executa esse experimento pode ser encontrado em: [ExecVarExperiment.py](#)

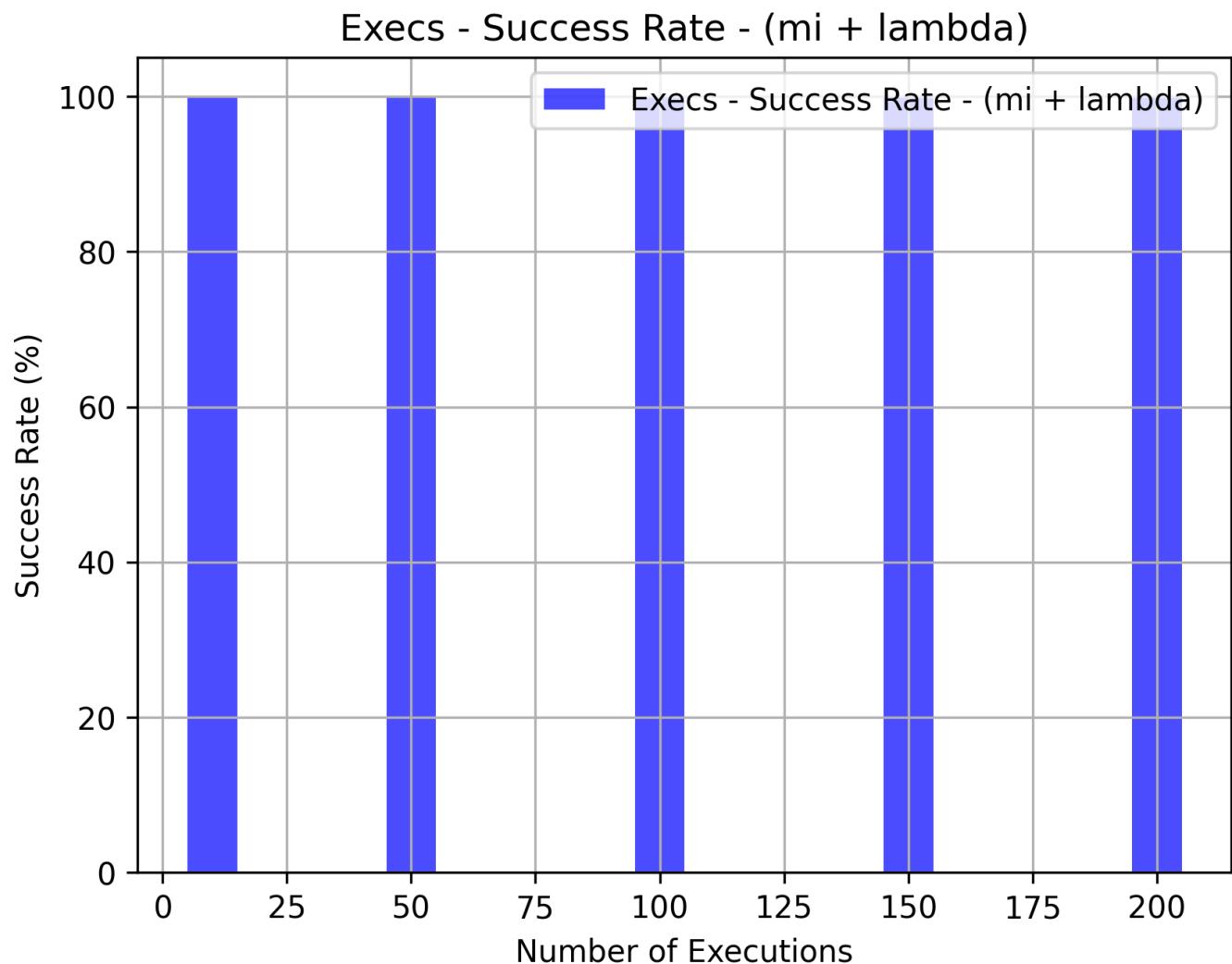
Nesse experimento realiza-se ambas as estratégias evolutivas para as duas funções custo conhecidas como "Levi" e "Drop-wave" avaliando a influência do número de execuções nas suas variáveis. O número de execuções é avaliado para: [10, 50, 100, 150, 200] execuções.

### Experimento 1 - Drop-wave - ( $\mu+\lambda$ )

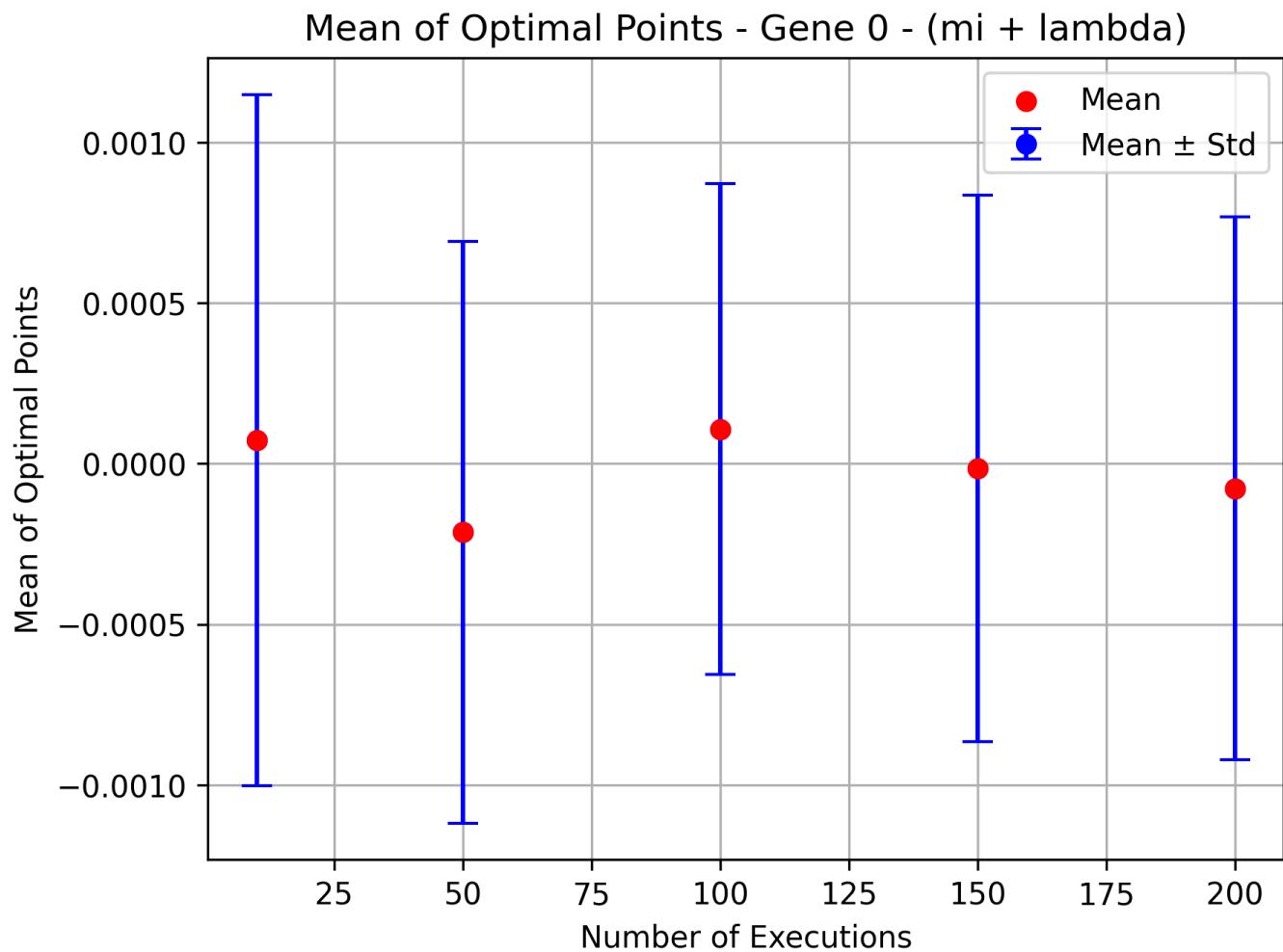
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que a influência do número de execuções é praticamente nula uma vez que há pouca diferença no valor da média e desvio padrão conforme variação de número de execuções.

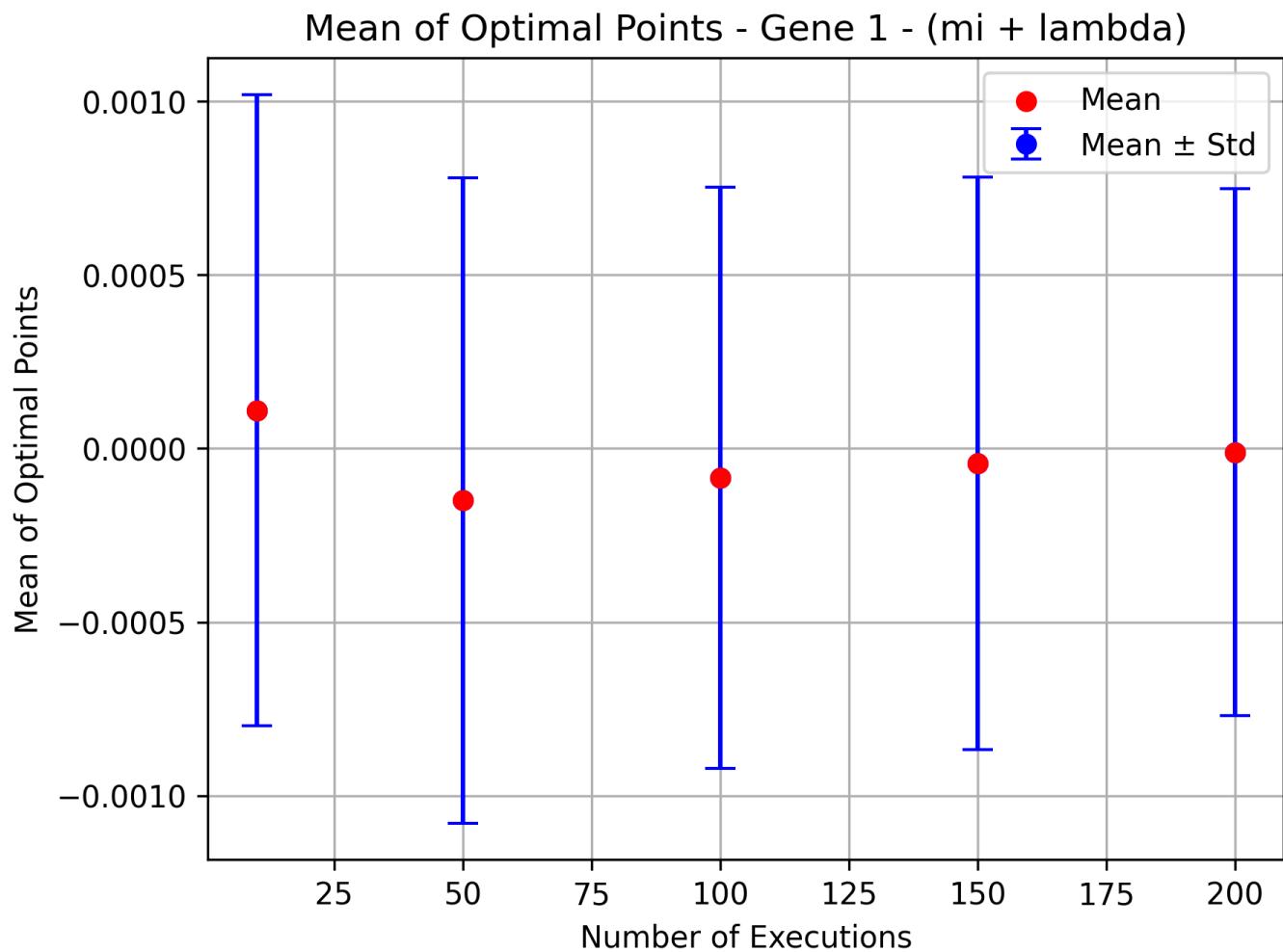


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de execuções e é possível verificar que houve uma taxa de sucesso muito próxima de 100% nesse experimento.

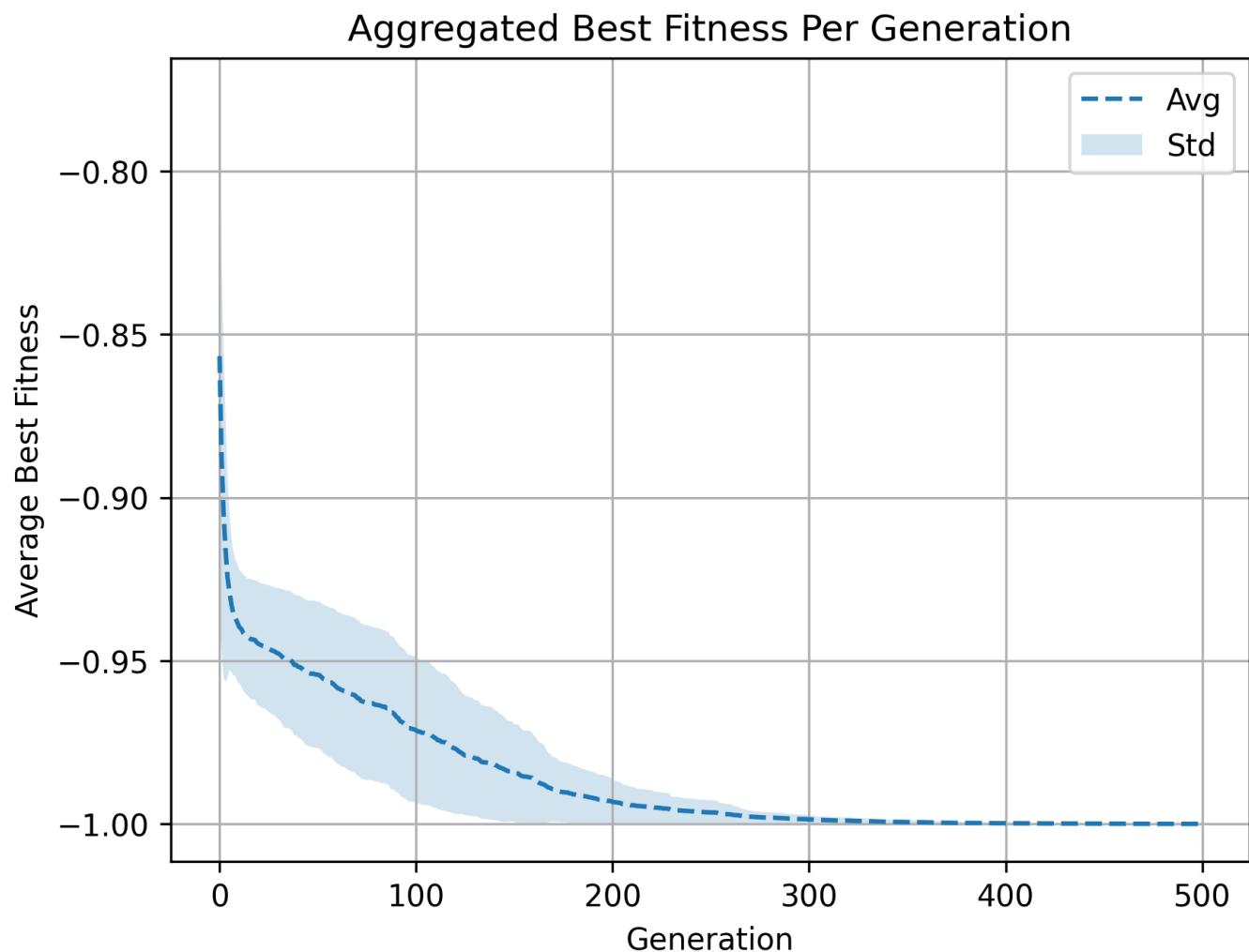


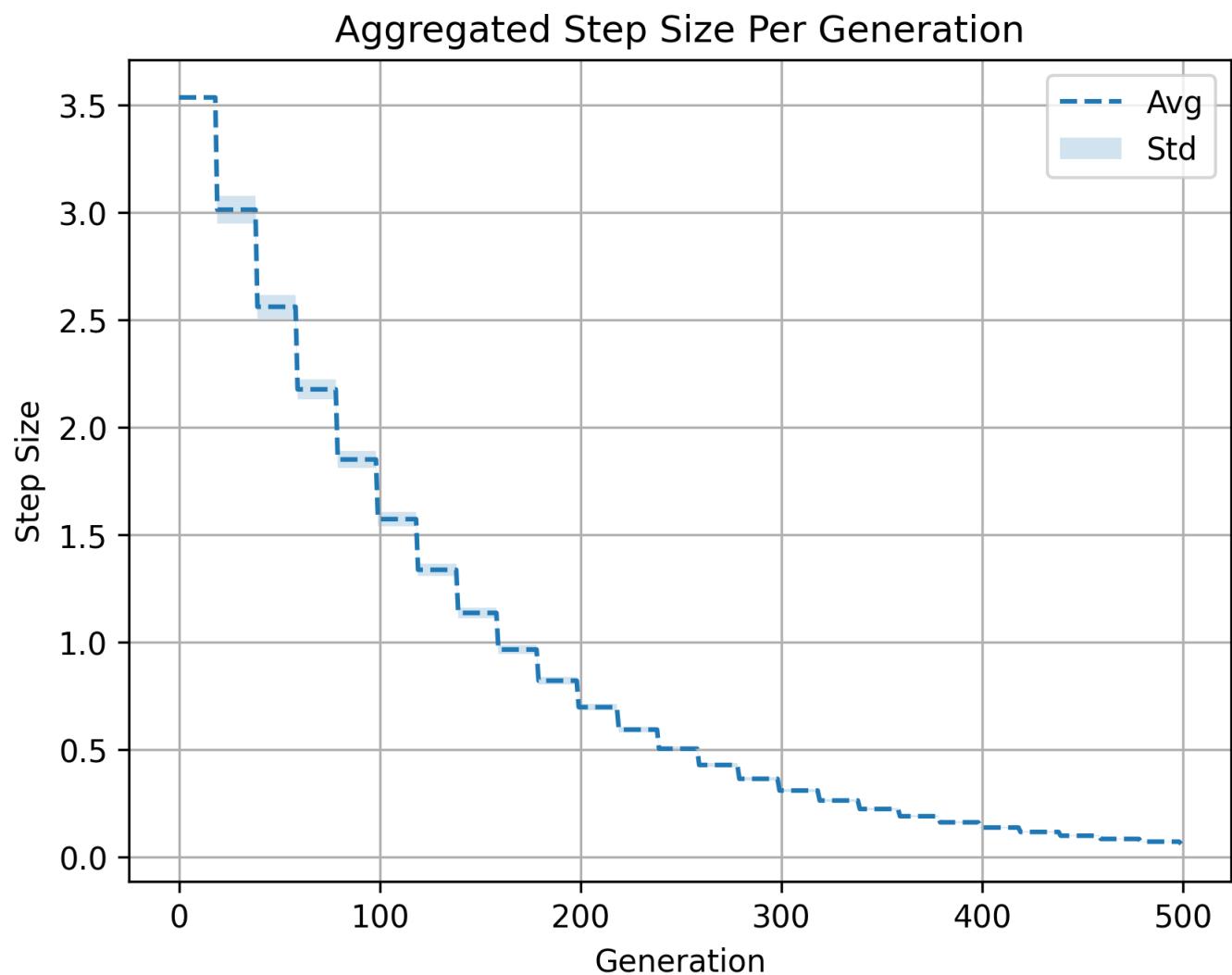
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

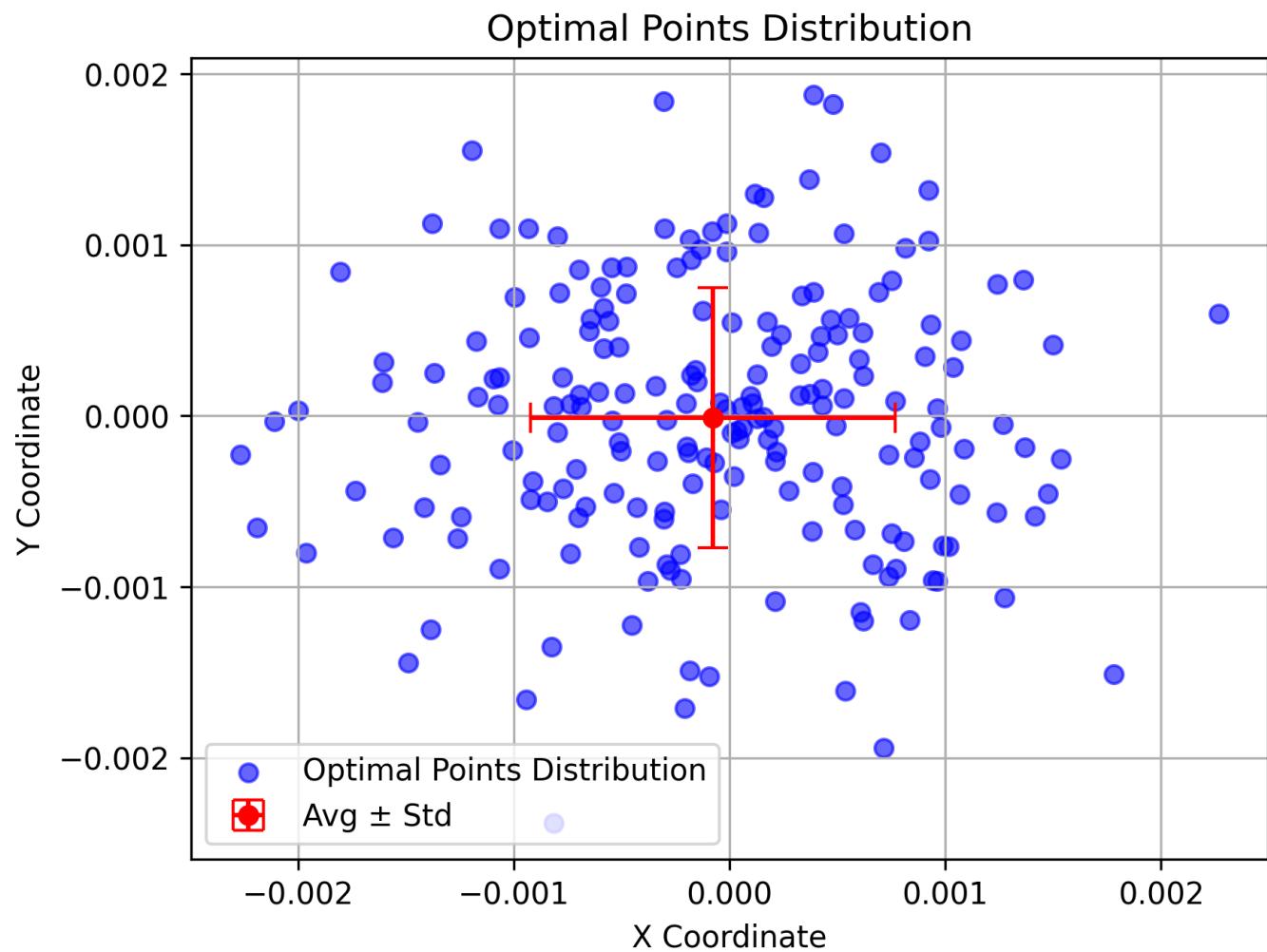




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.

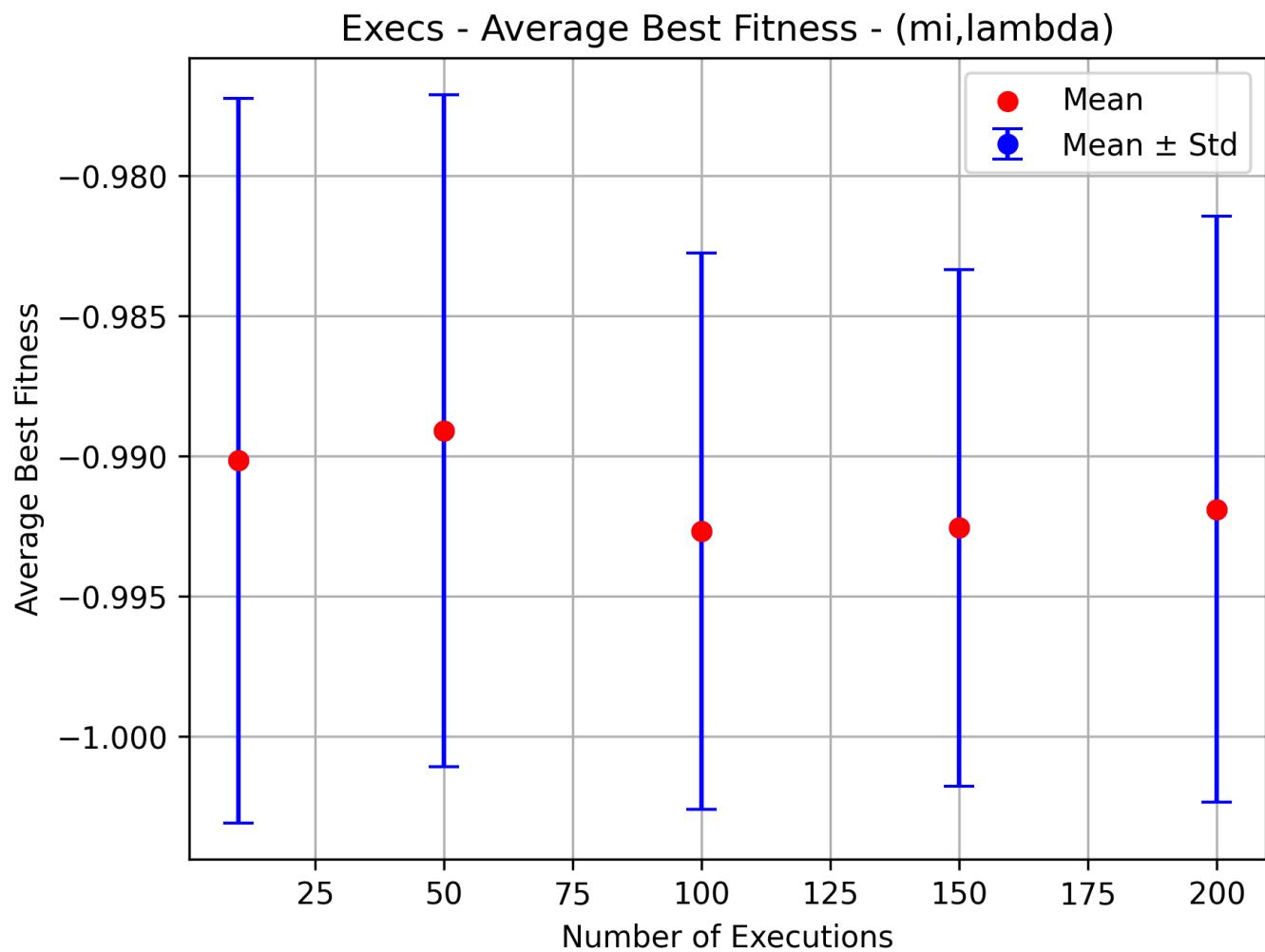




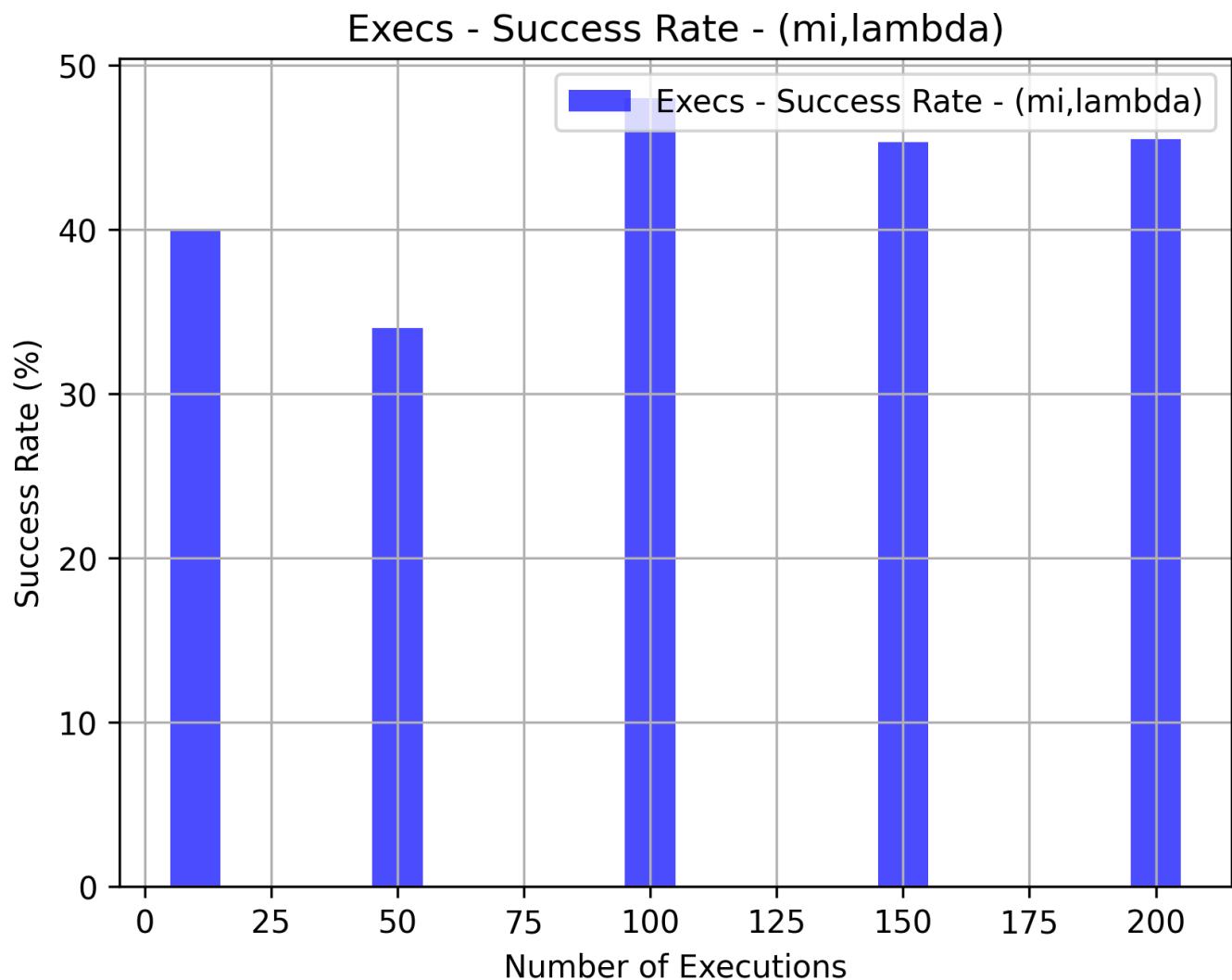


#### Experimento 1 - Drop-wave - ( $\mu, \lambda$ )

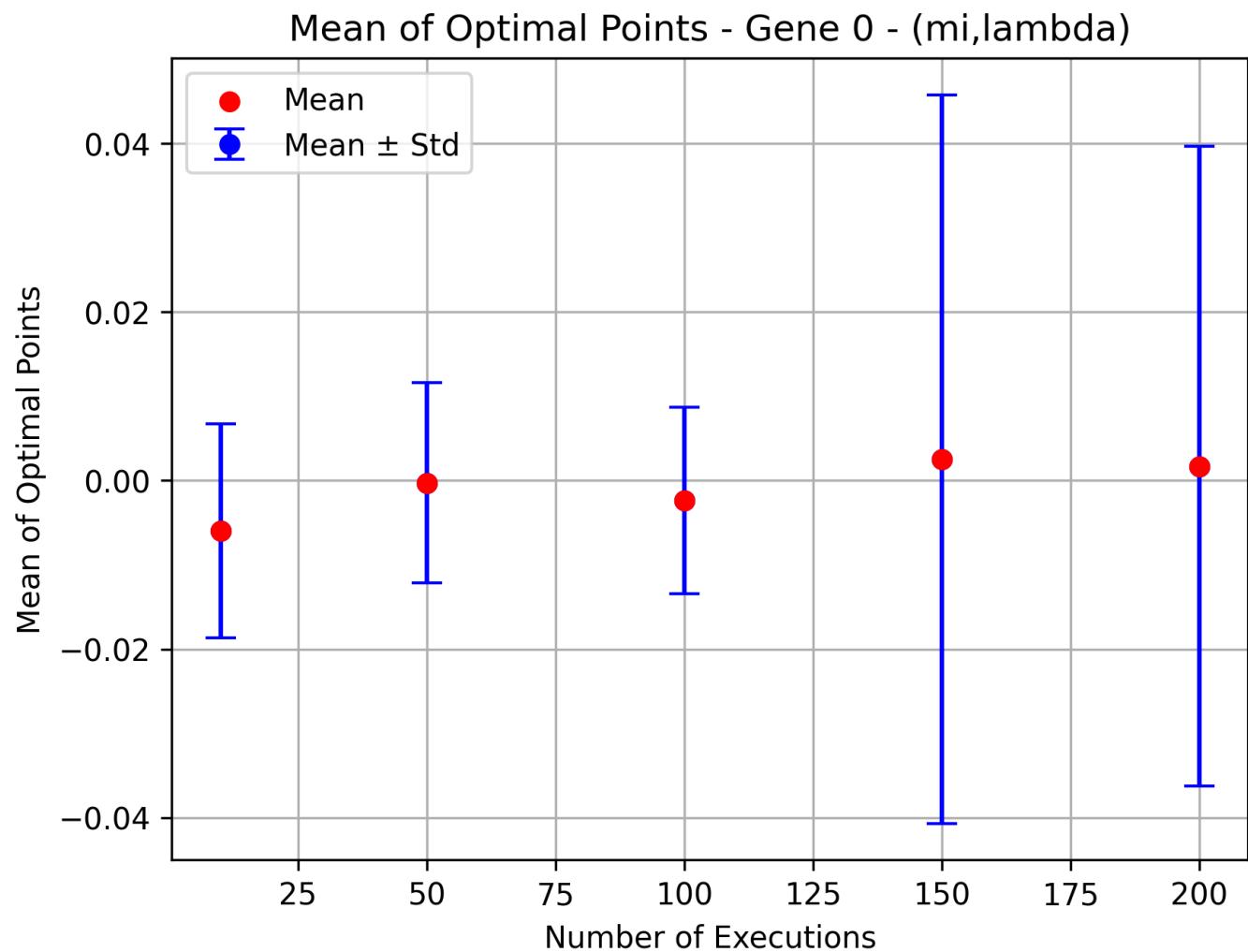
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que a influência do número de execuções é praticamente nula uma vez que há pouca diferença no valor da média e desvio padrão conforme variação de número de execuções.

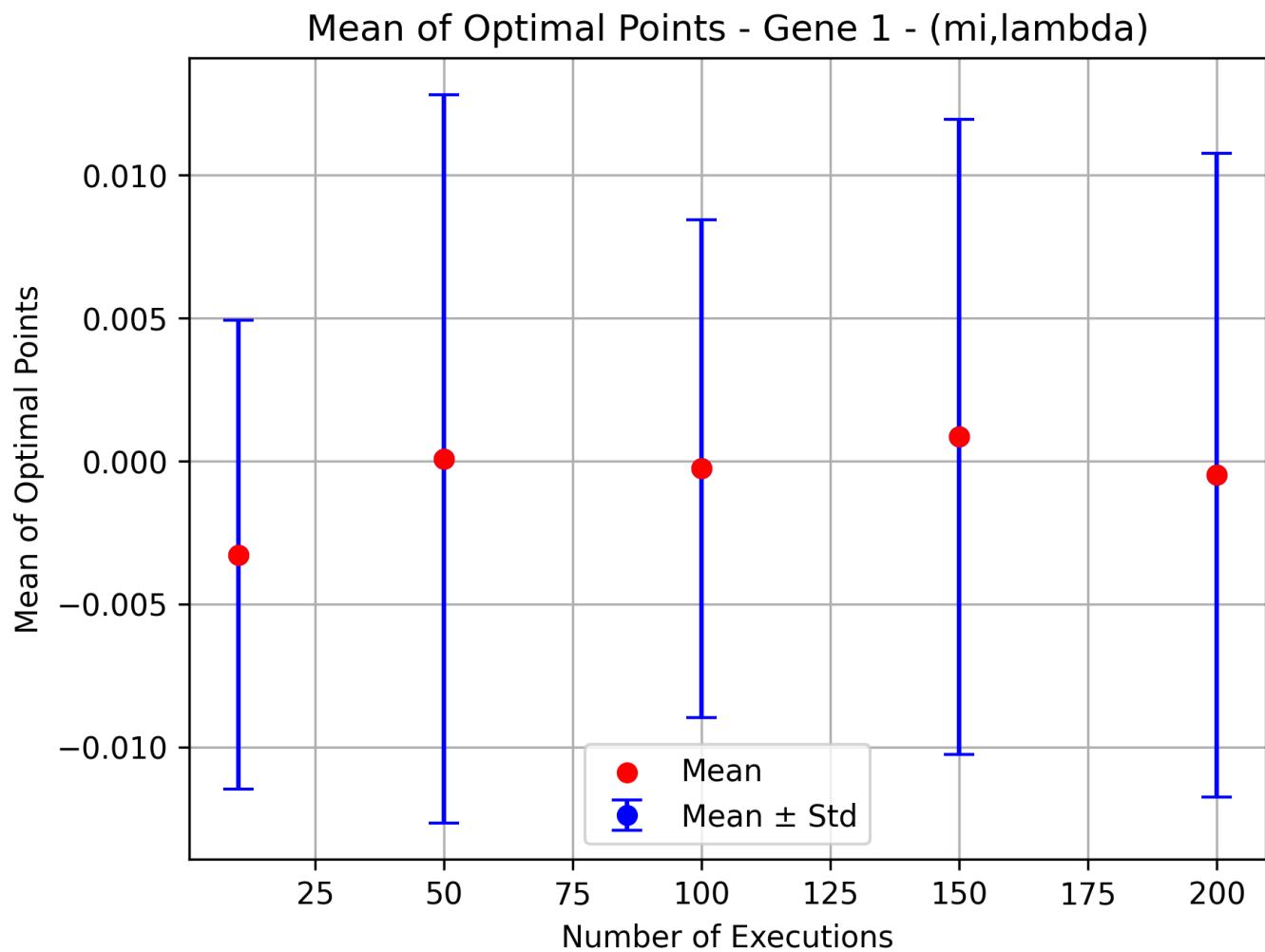


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de execuções e é possível verificar, que para o caso de  $(\mu, \lambda)$ , uma quantidade de execuções maior do que 150 vezes indica uma certa estabilidade para lidar com a característica estocástica do modelo uma vez que a taxa de sucesso parece estabilizar para valores de execuções acima de 150.

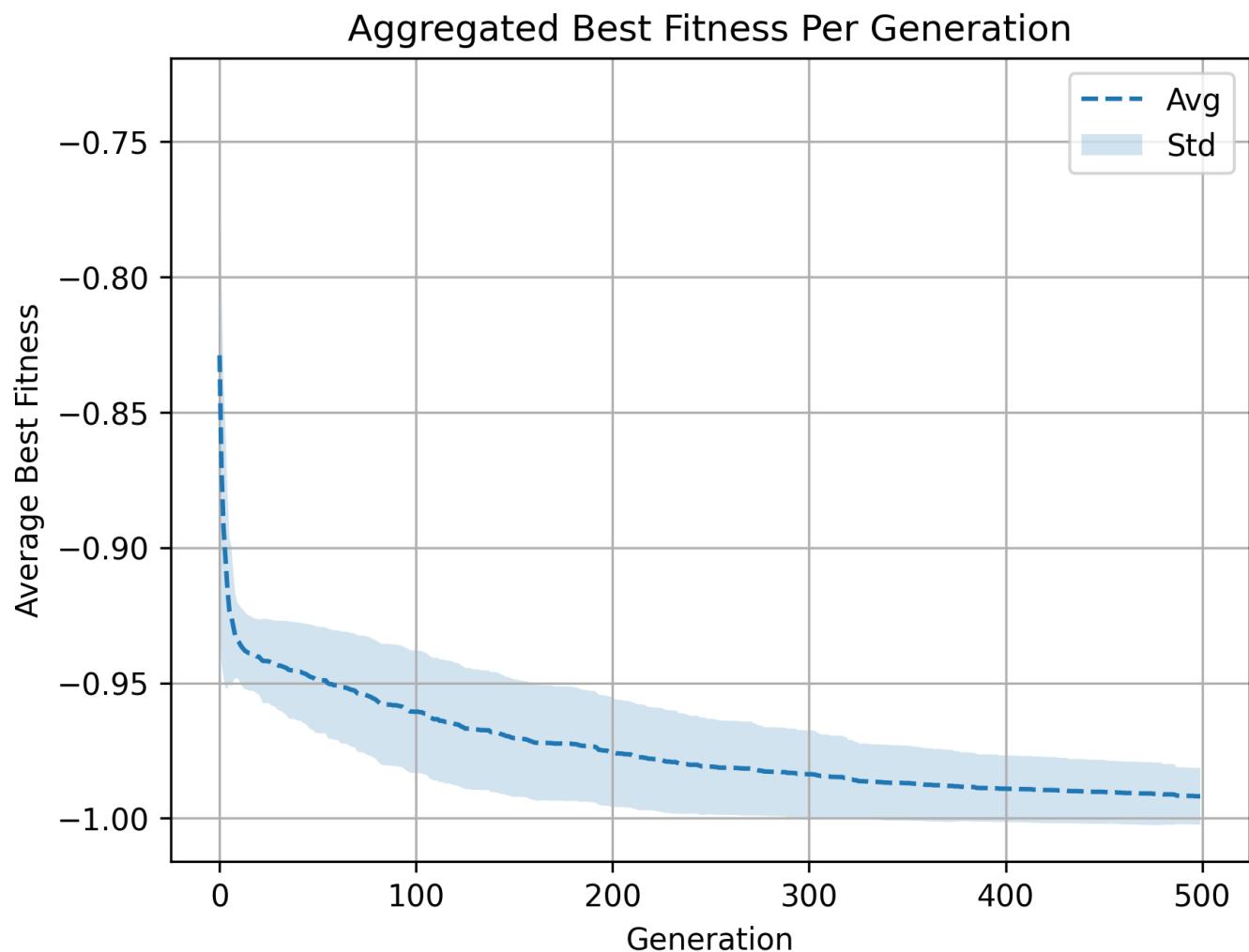


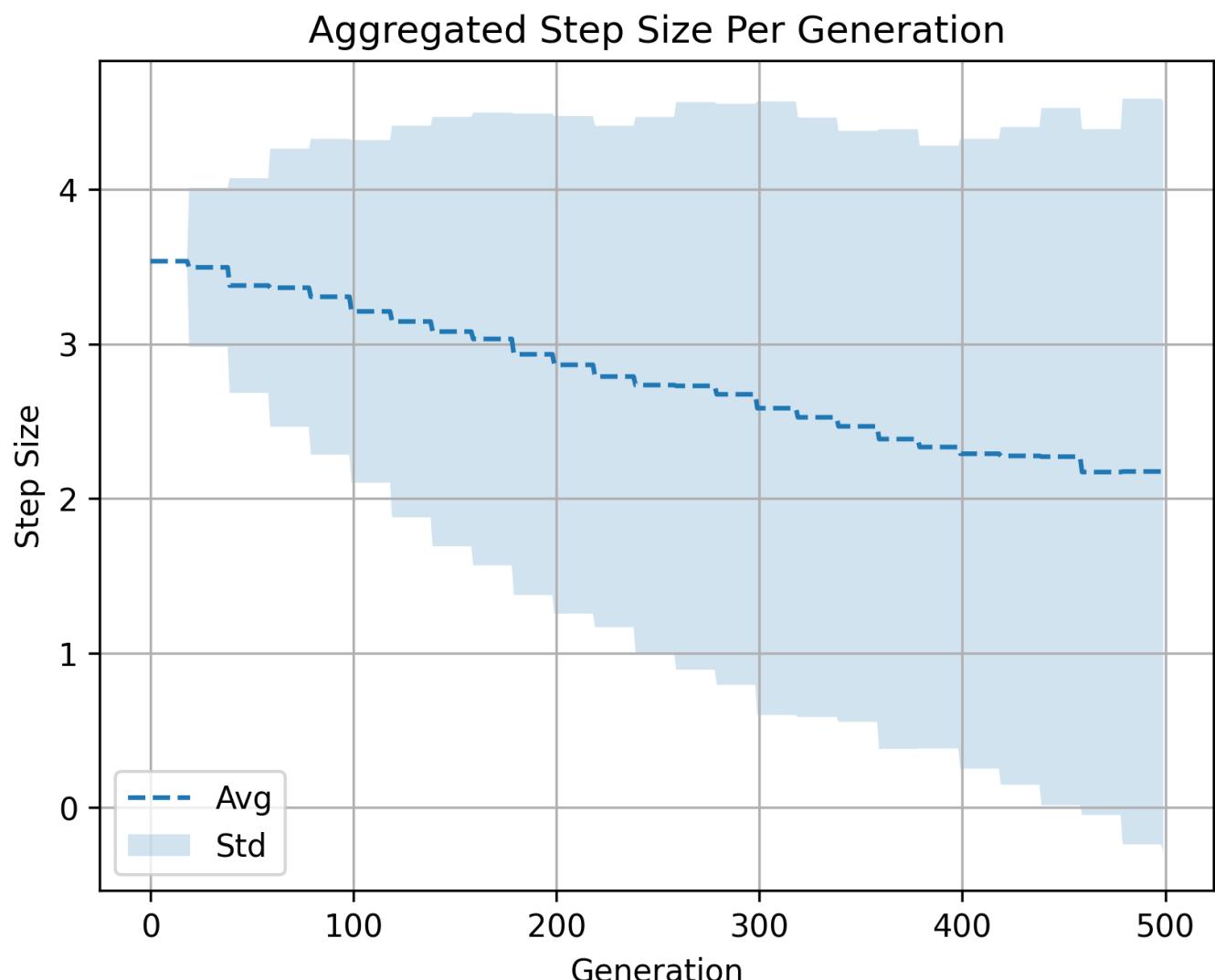
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

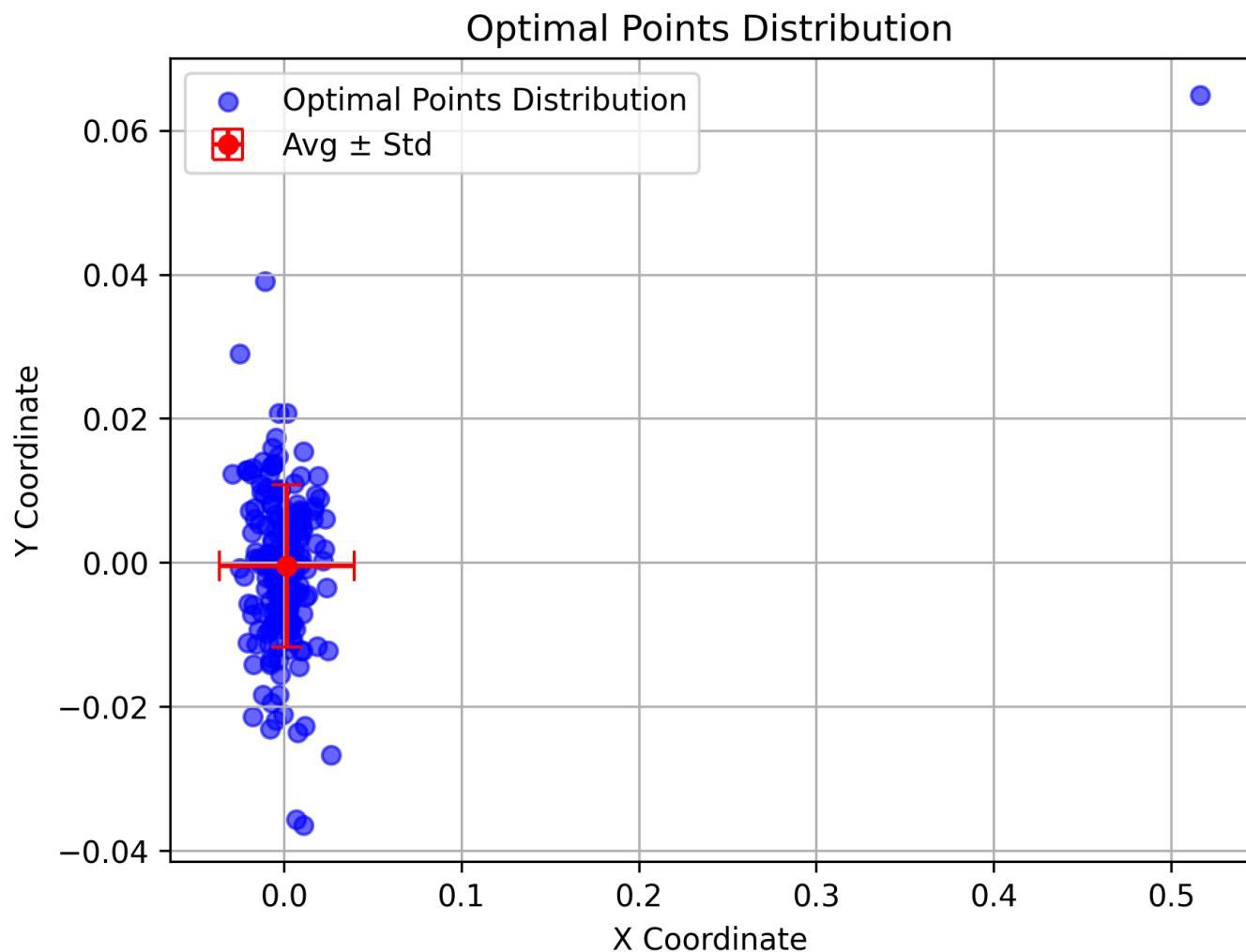




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.

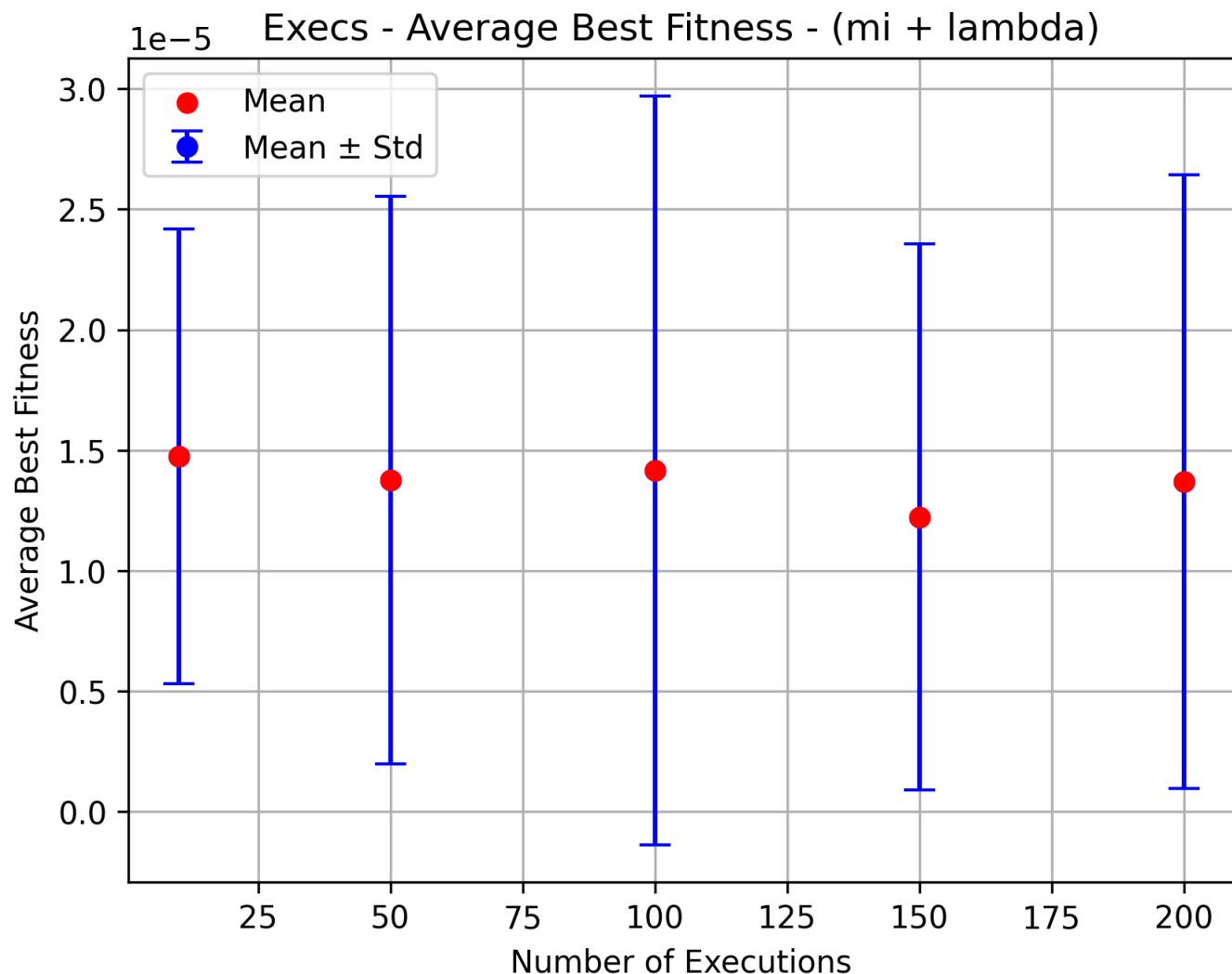




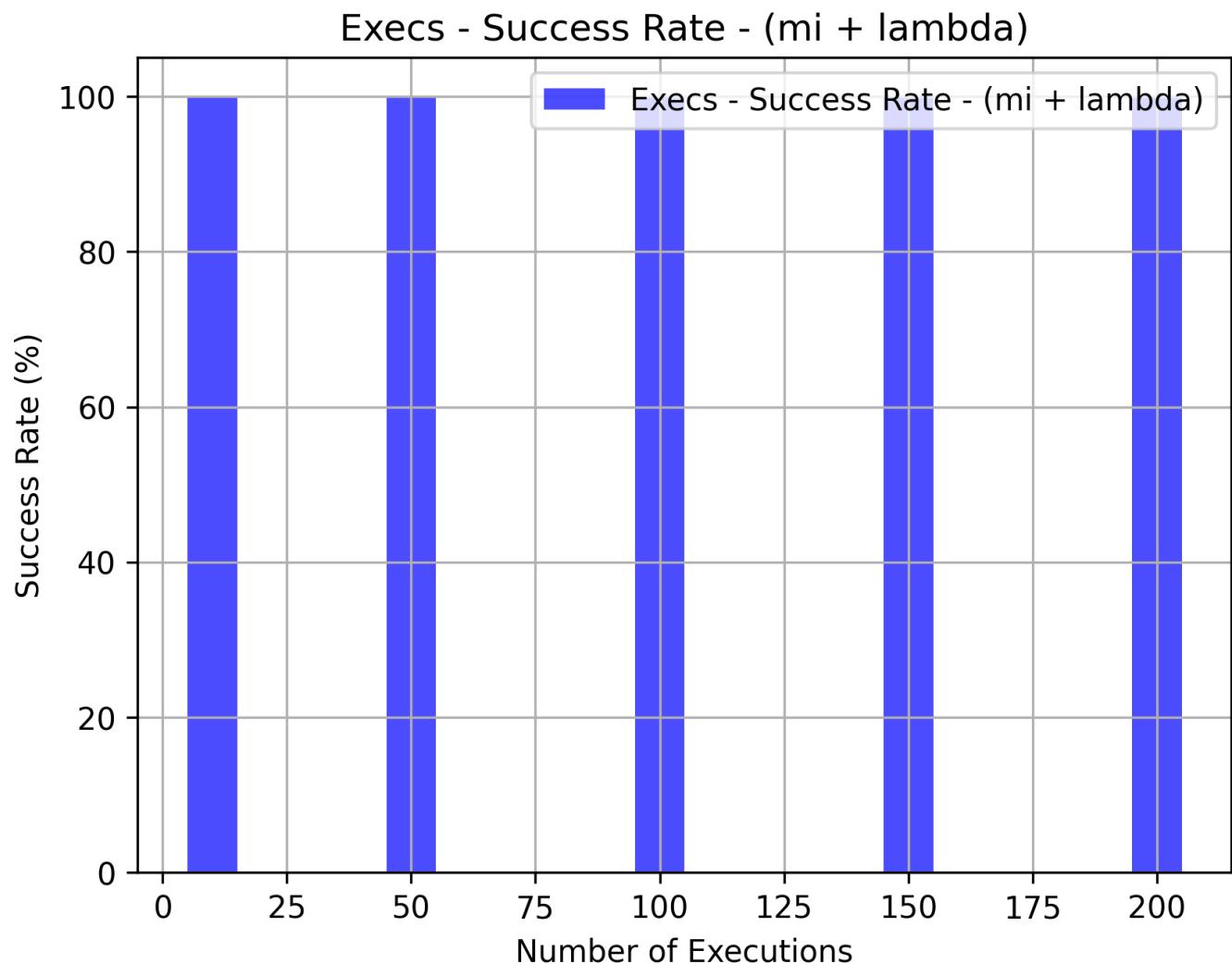


#### Experimento 1 - Levi - ( $\mu+\lambda$ )

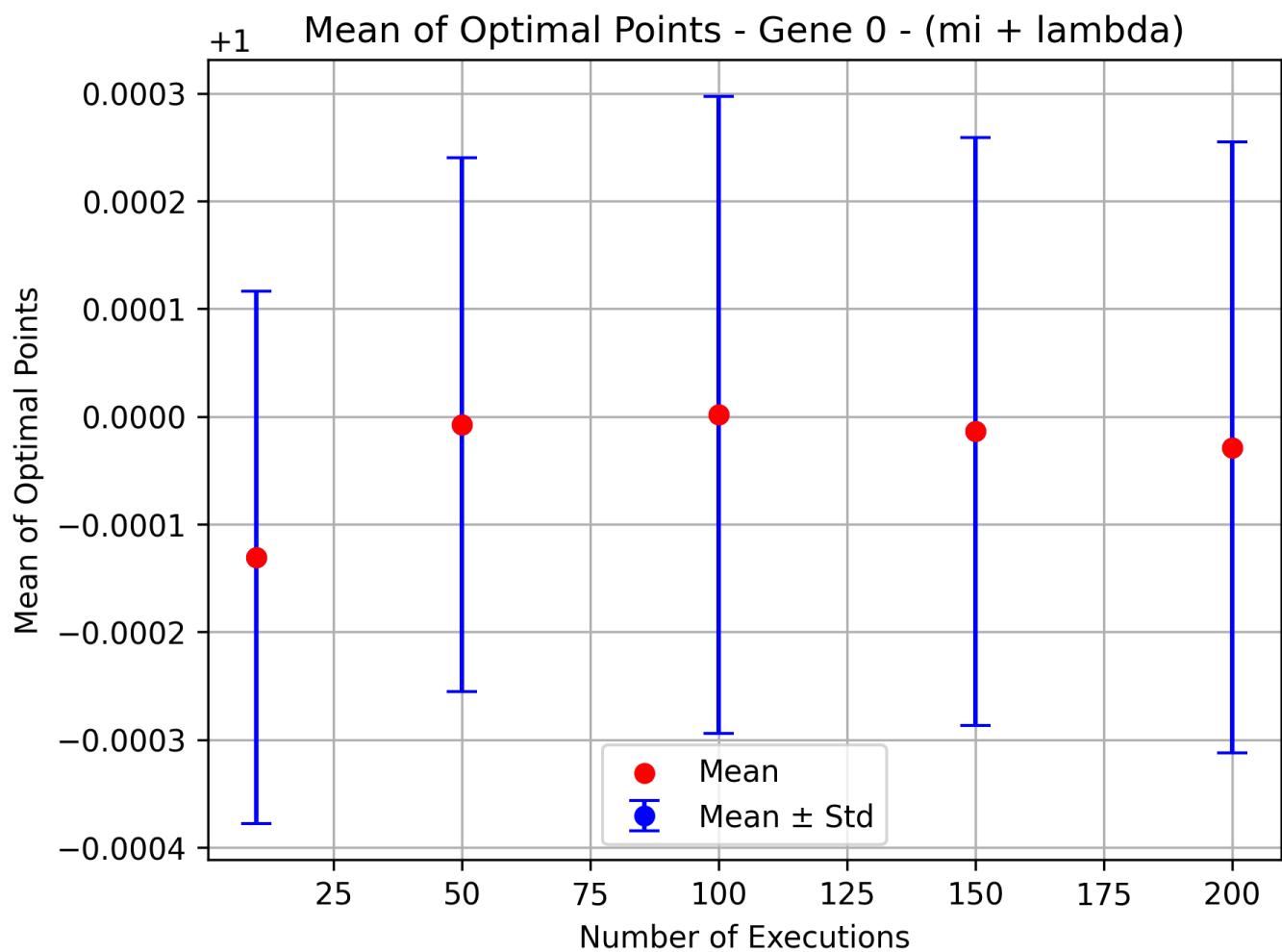
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que a influência do número de execuções é praticamente nula uma vez que há pouca diferença no valor da média e desvio padrão conforme variação de número de execuções.

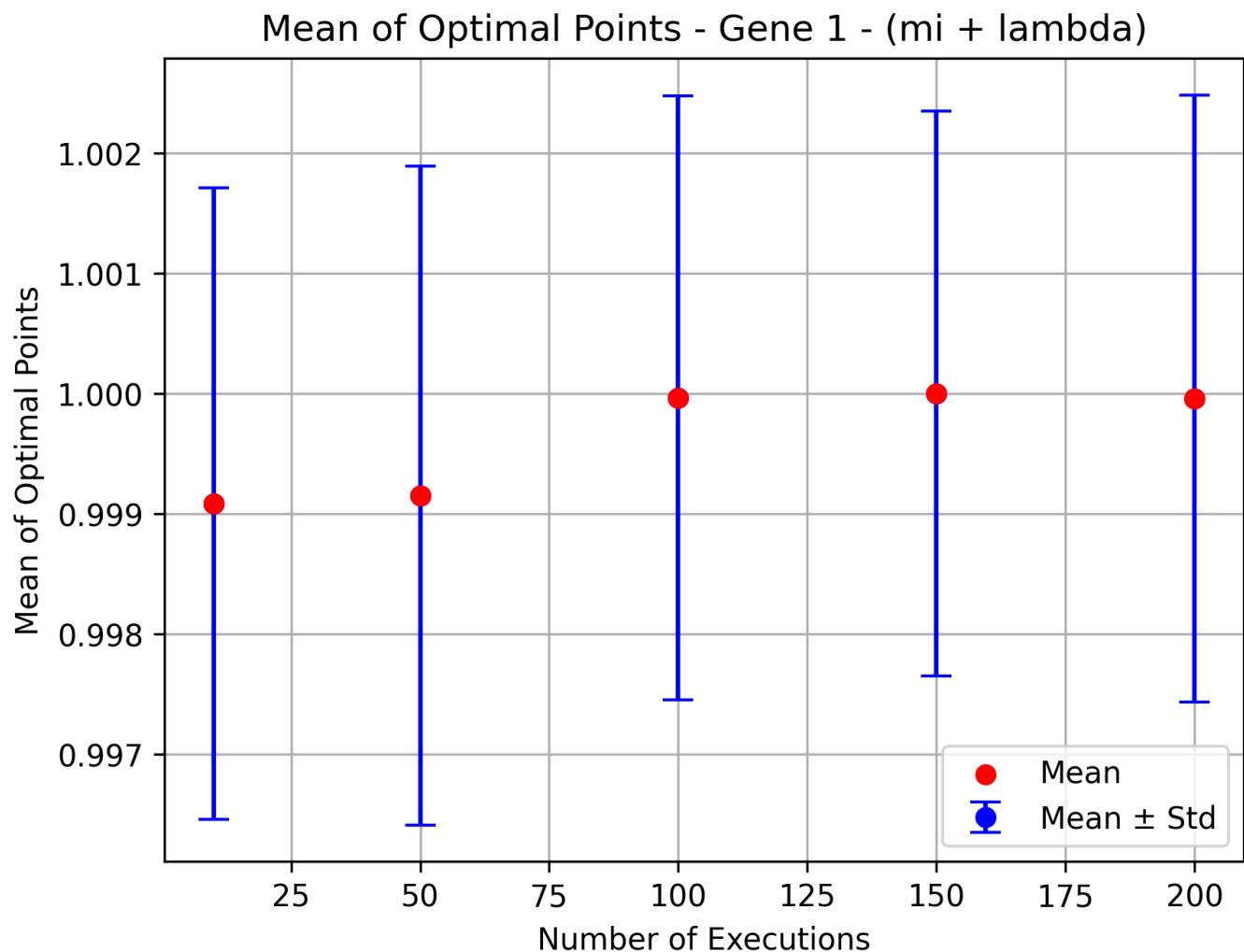


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de execuções e é possível verificar que houve uma taxa de sucesso muito próxima de 100% nesse experimento.

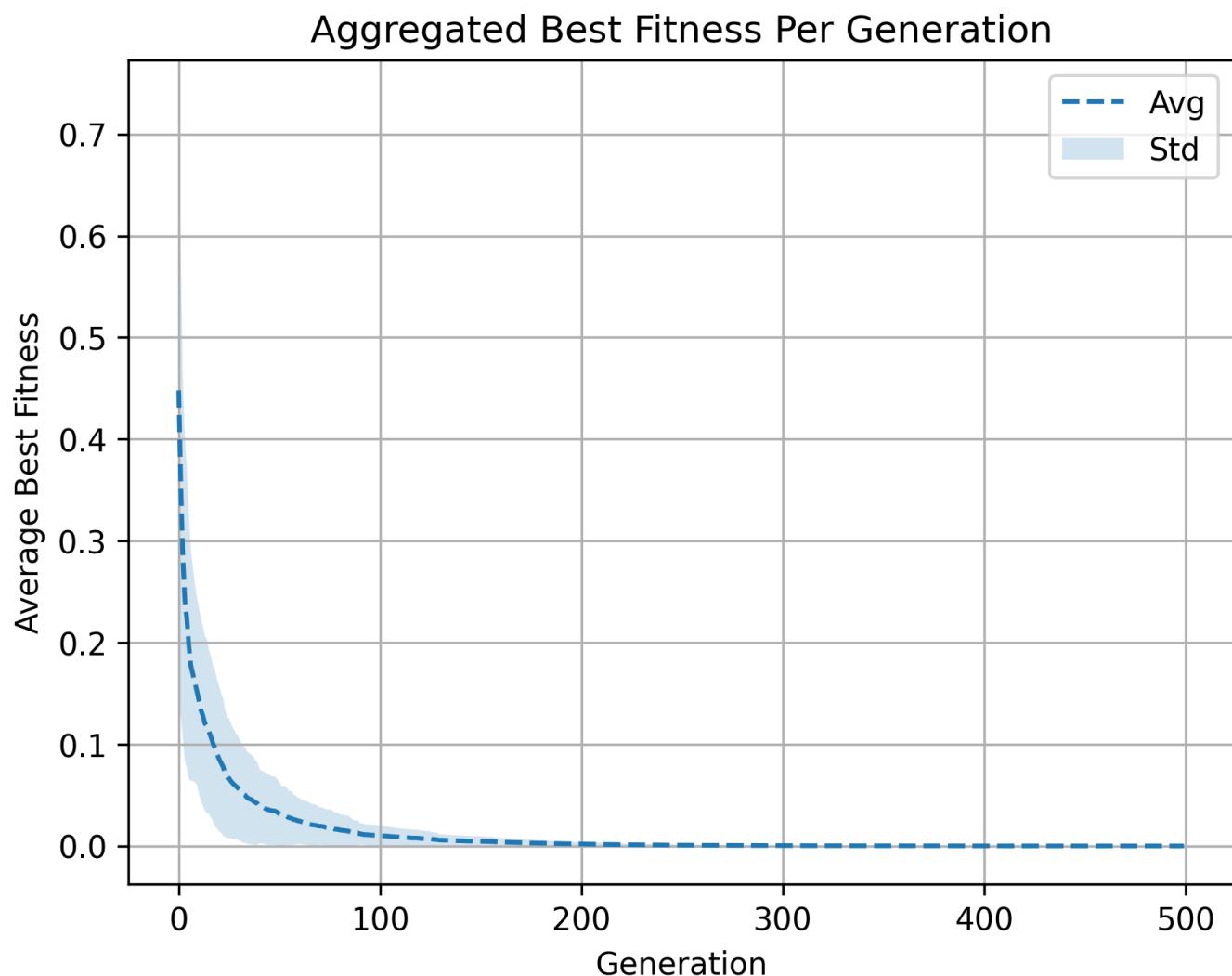


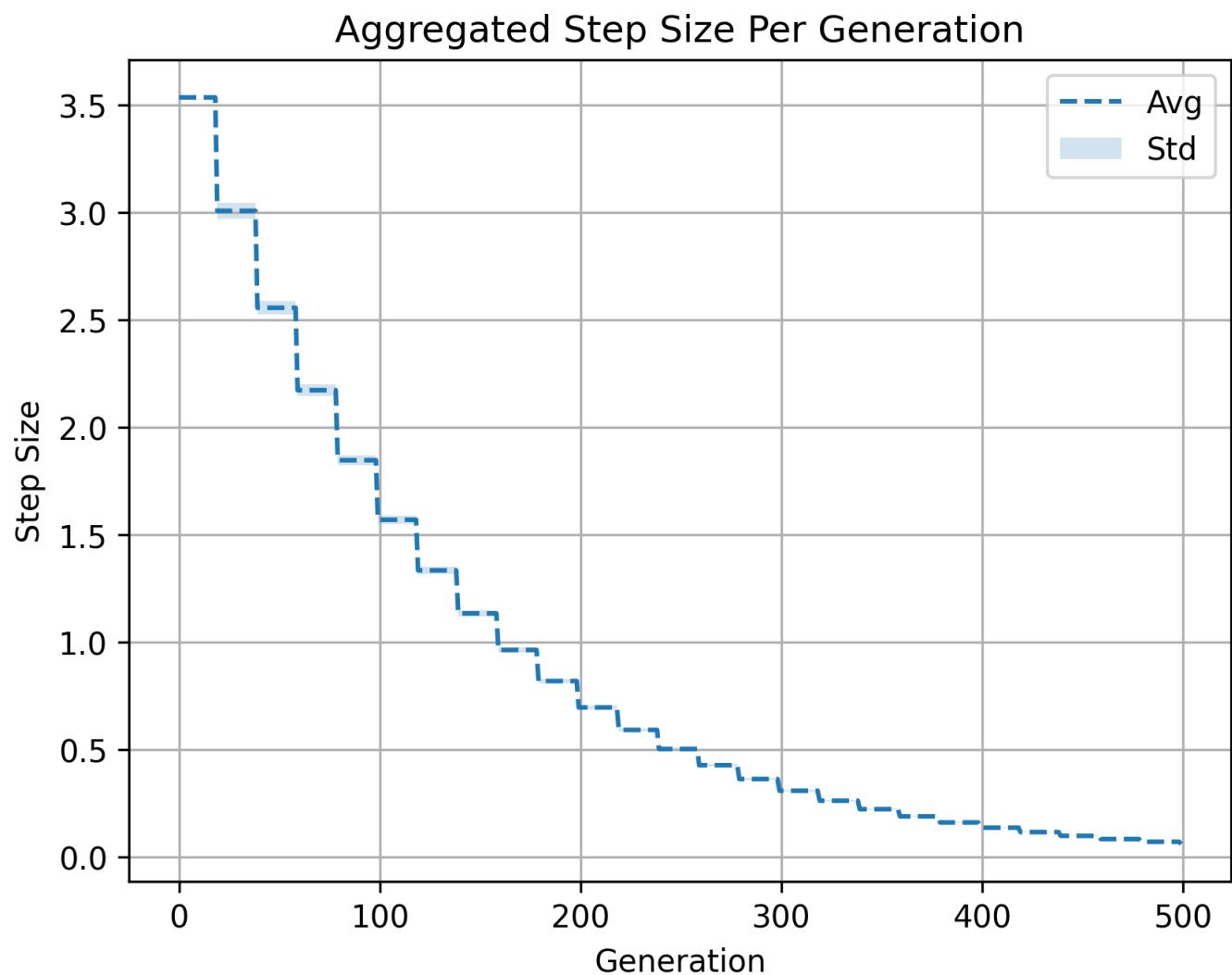
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

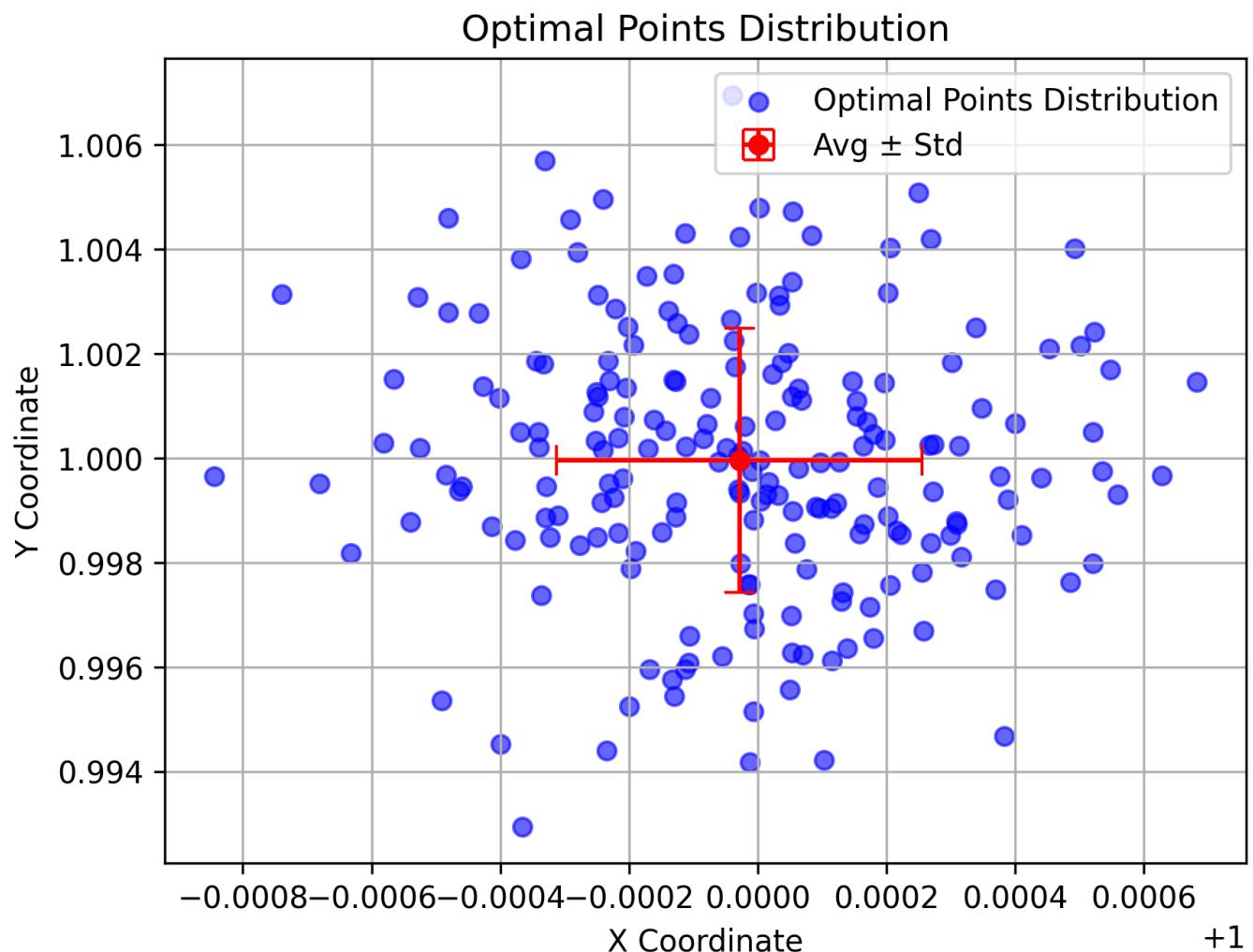




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.

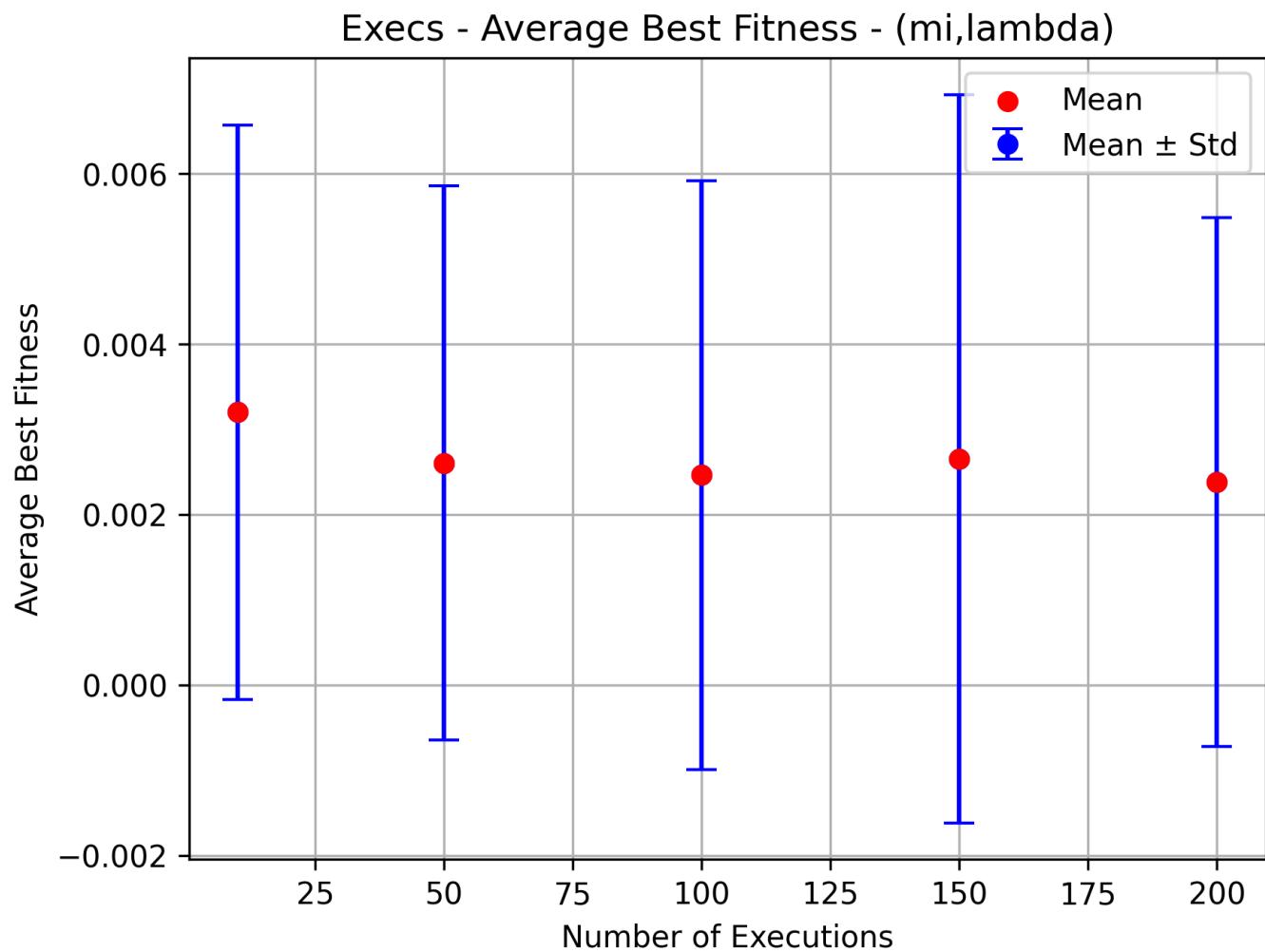




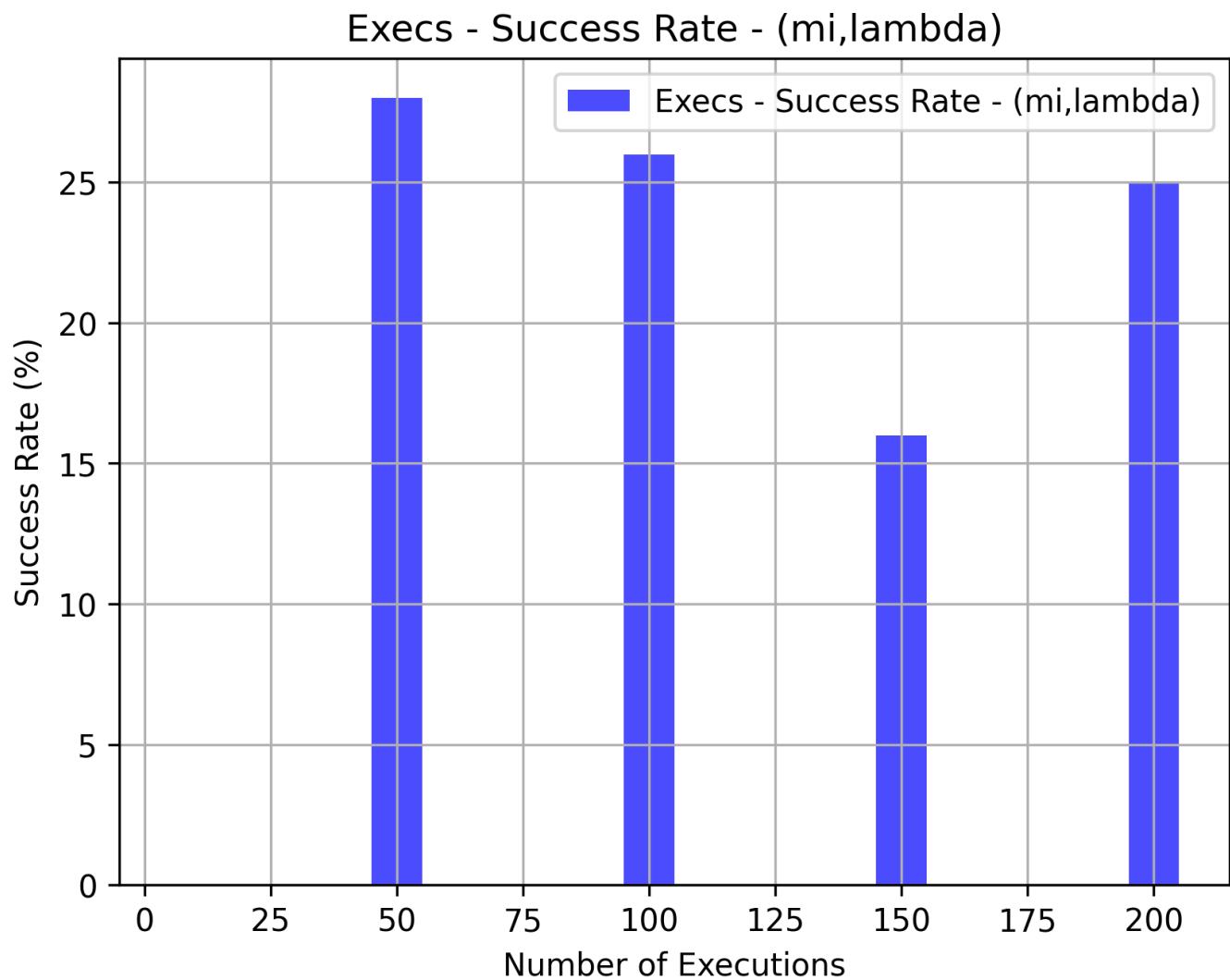


#### Experimento 1 - Levi - $(\mu, \lambda)$

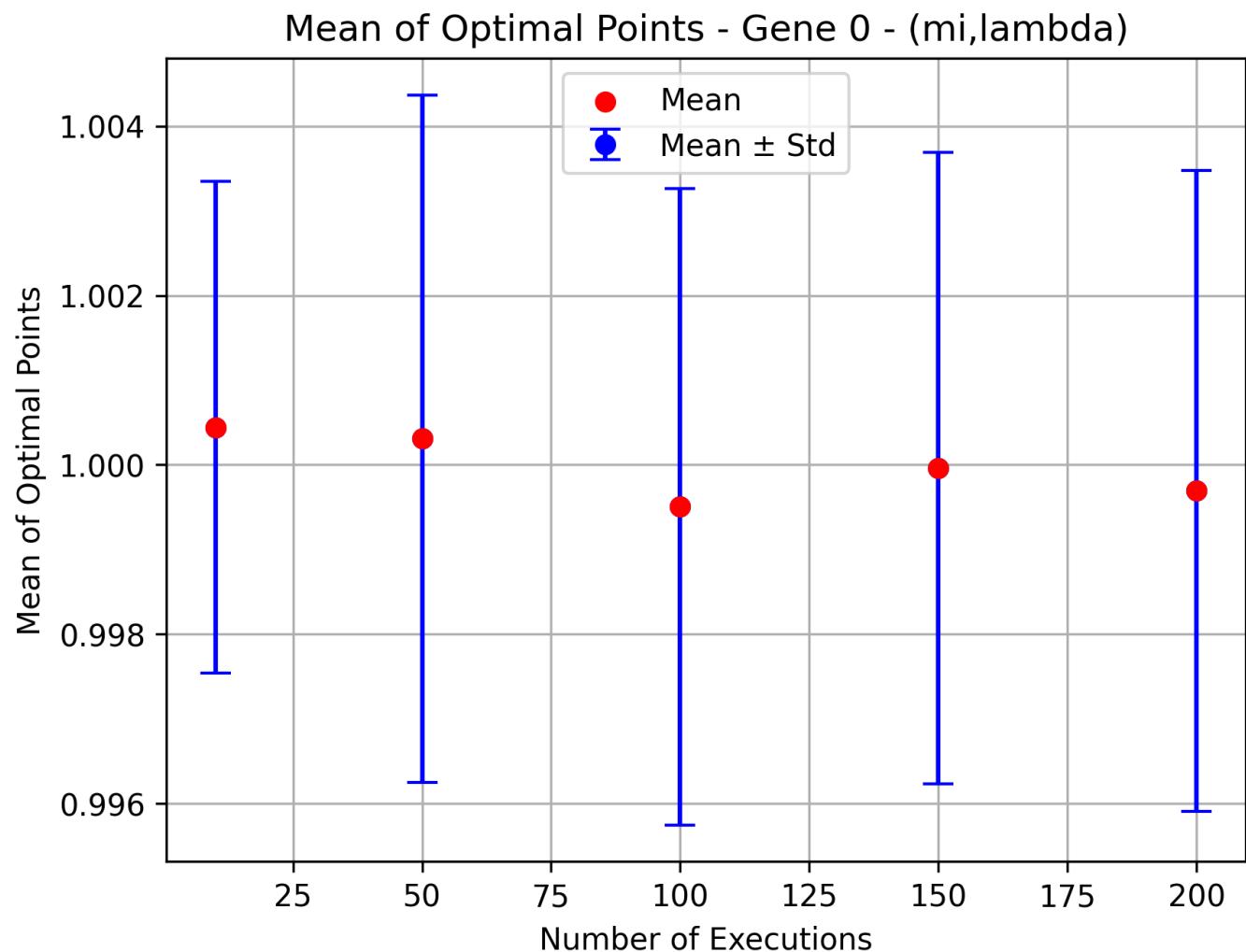
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que a influência do número de execuções é praticamente nula uma vez que há pouca diferença no valor da média e desvio padrão conforme variação de número de execuções.

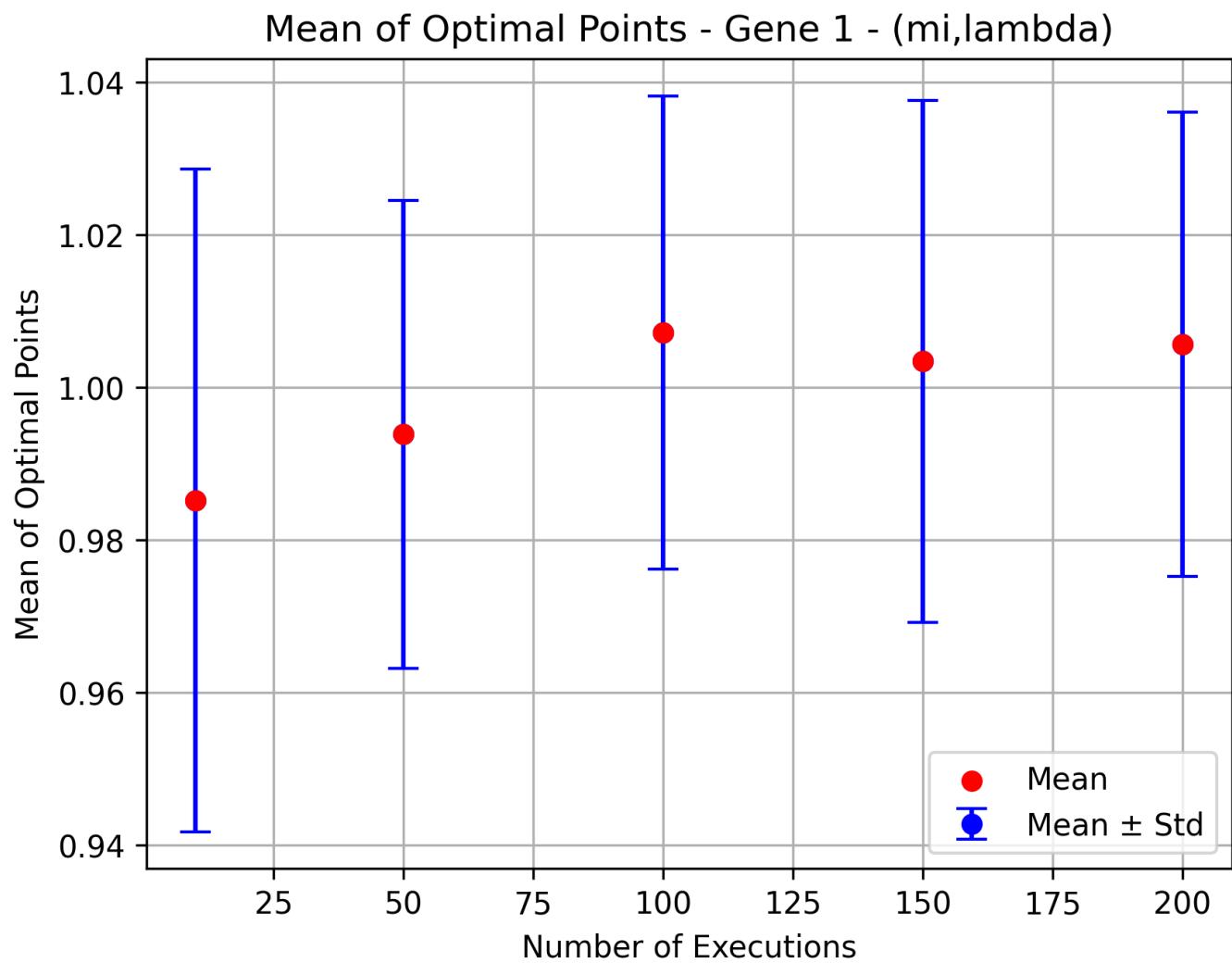


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de execuções.

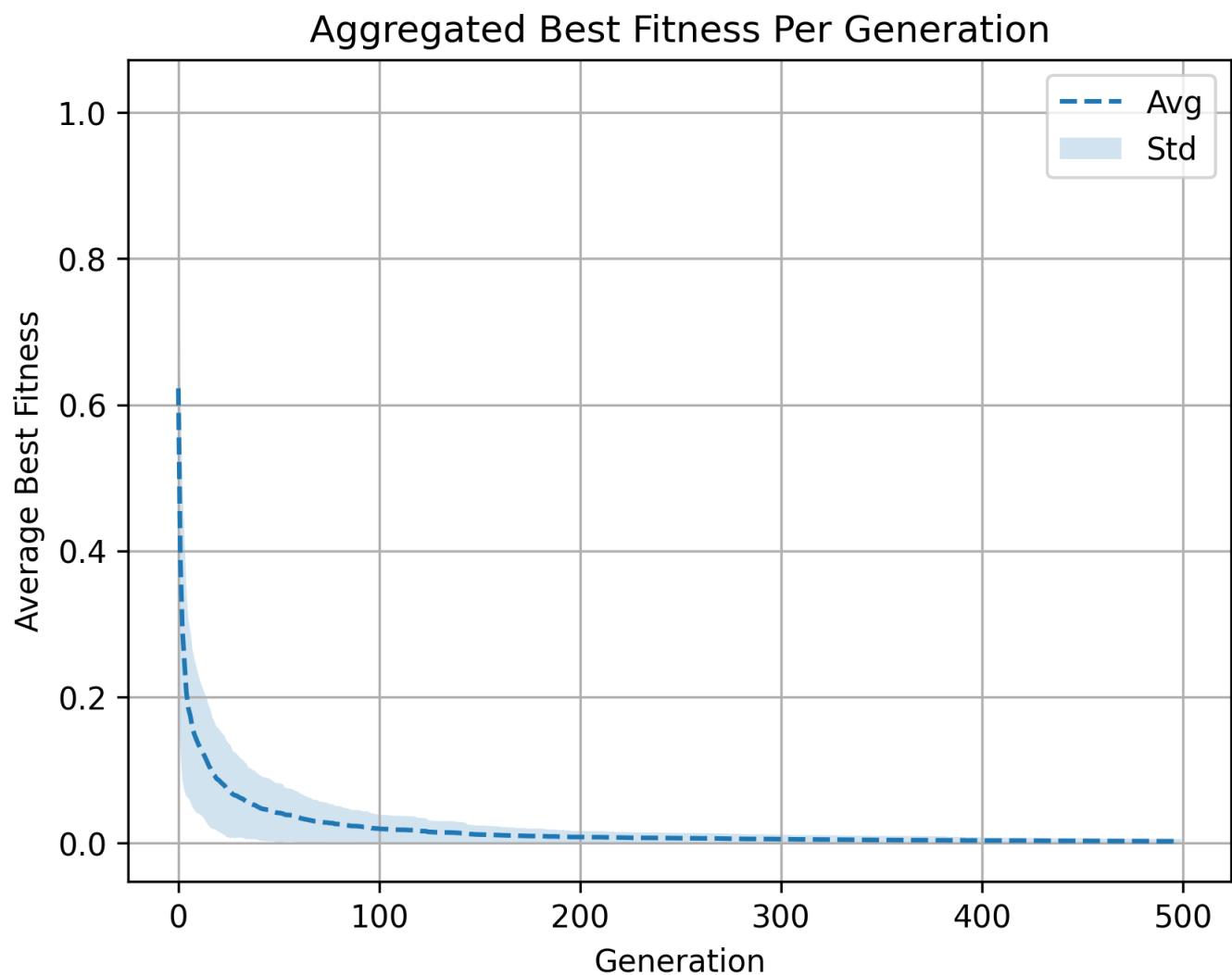


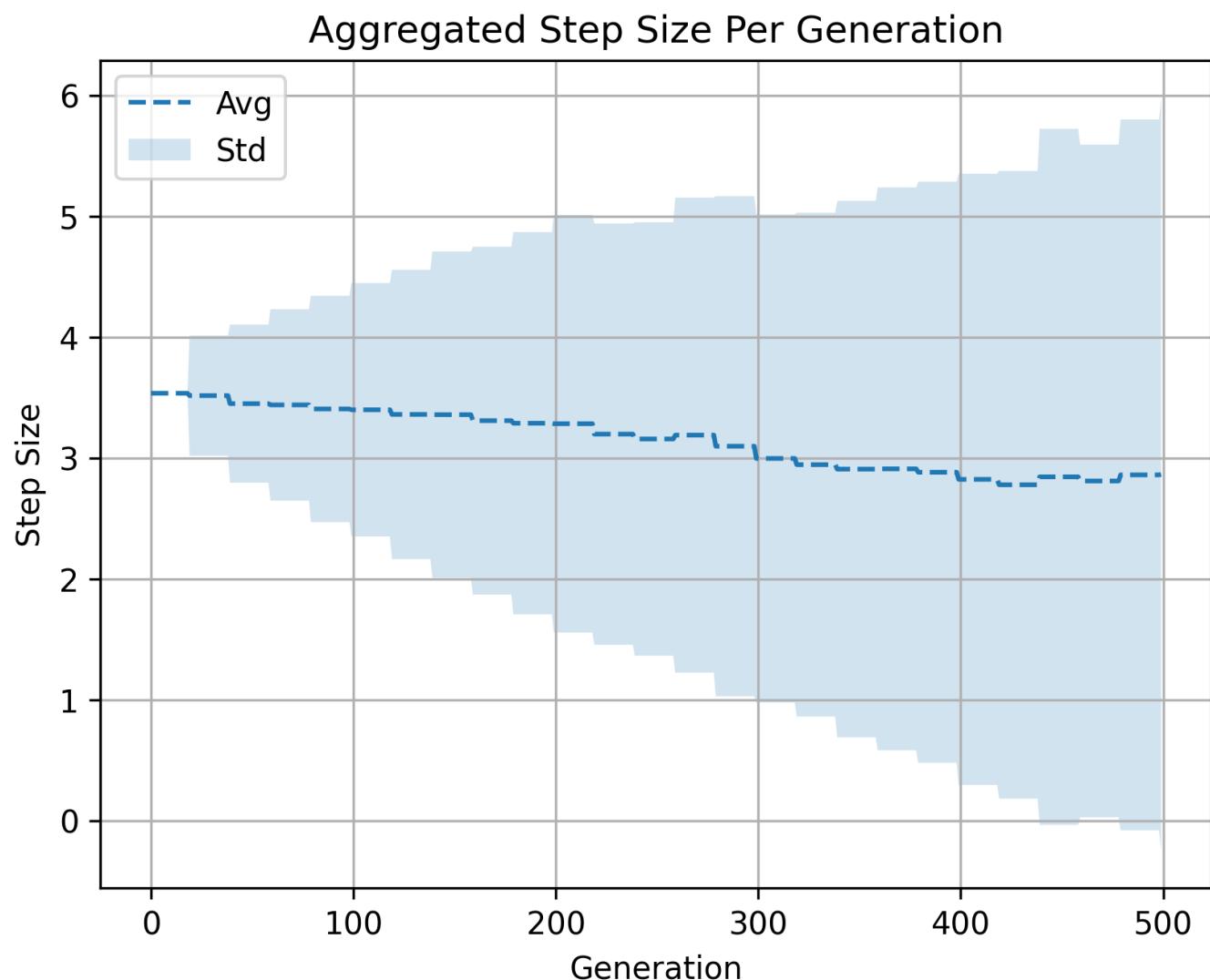
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

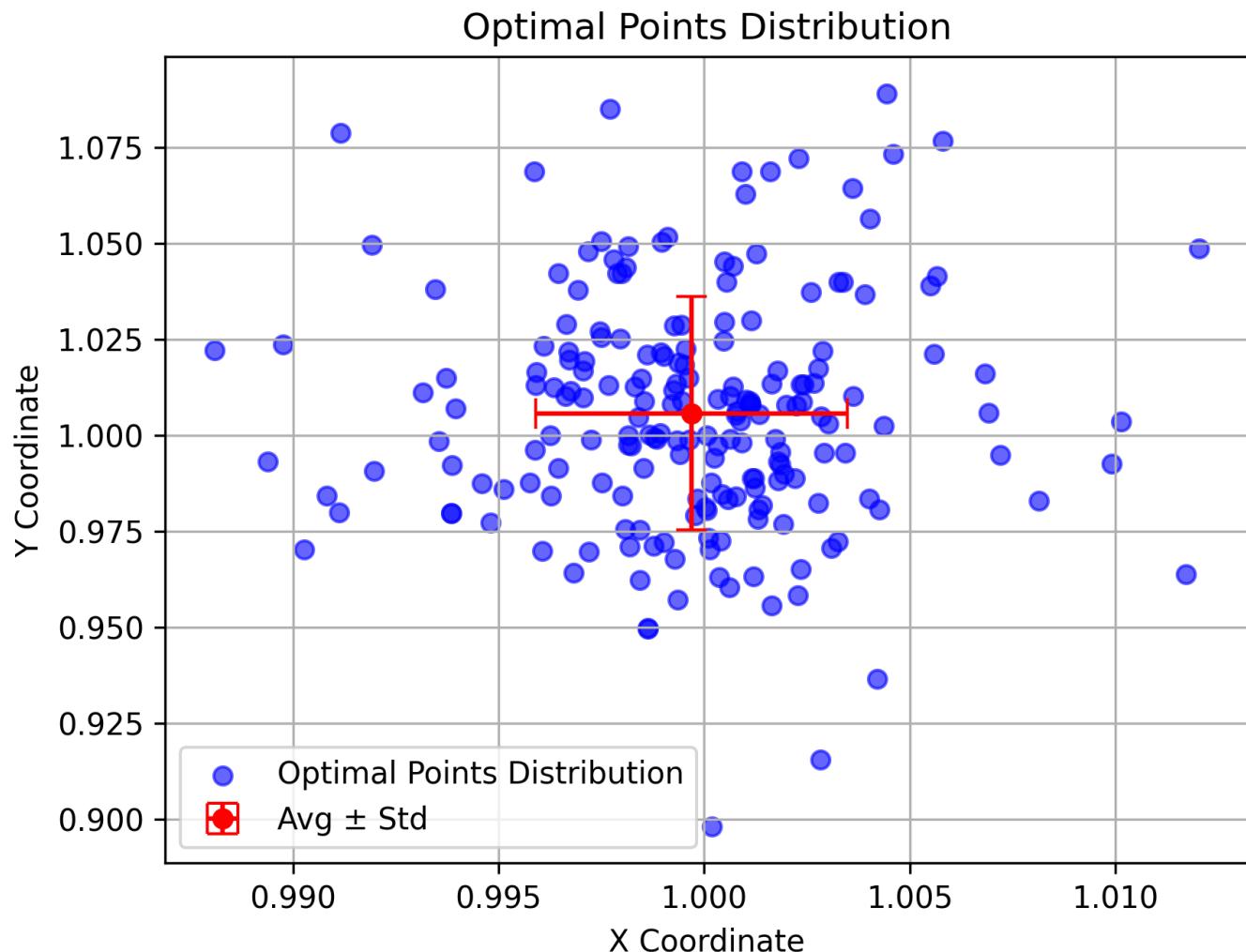




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.







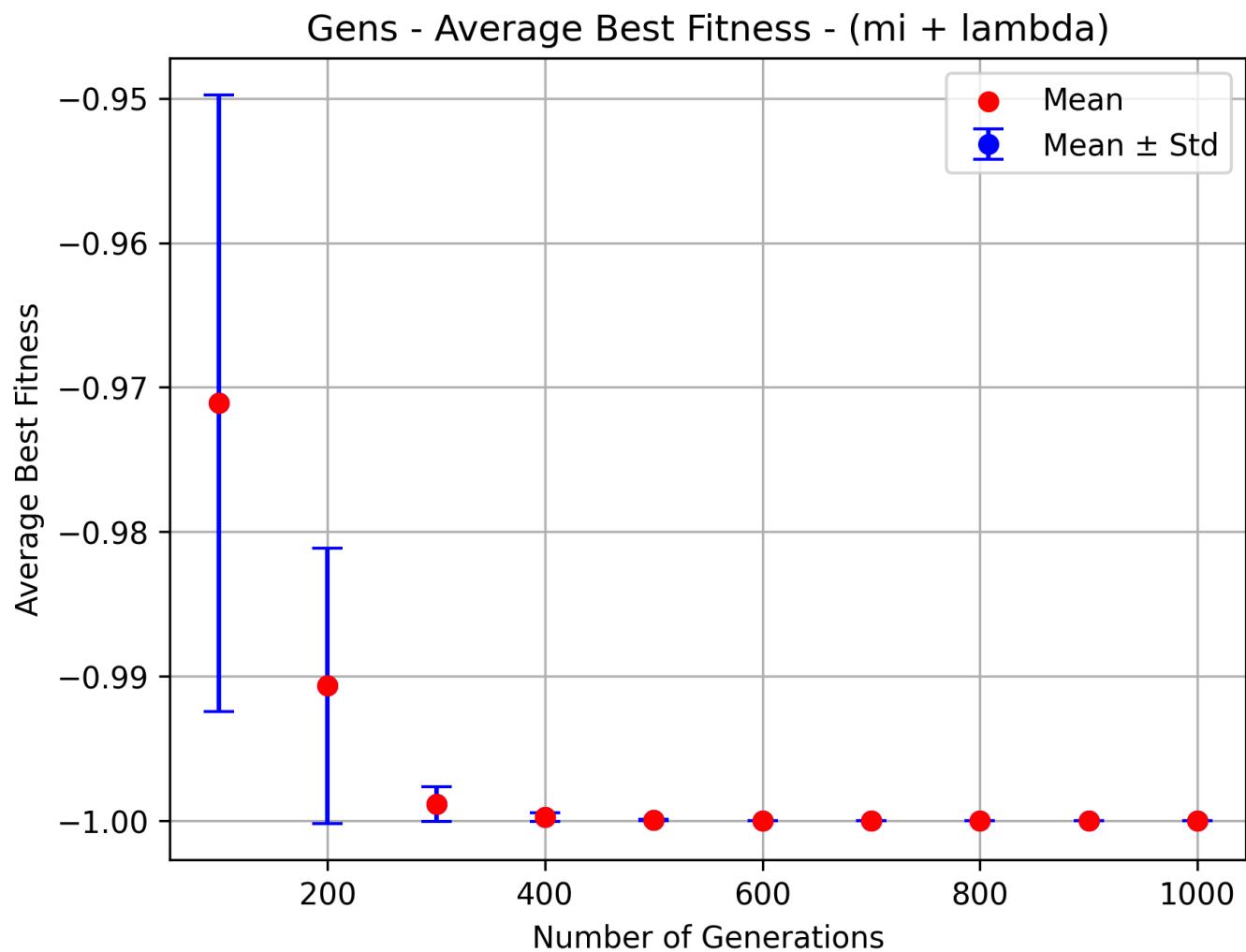
Experimento 2 - Avaliação do desempenho das estratégias evolutivas ( $\mu, \lambda$ ) e ( $\mu+\lambda$ ) para ambos problemas de otimização em função do número máximo de iterações (gerações).

O script que executa esse experimento pode ser encontrado em: [GenVarExperiment.py](#)

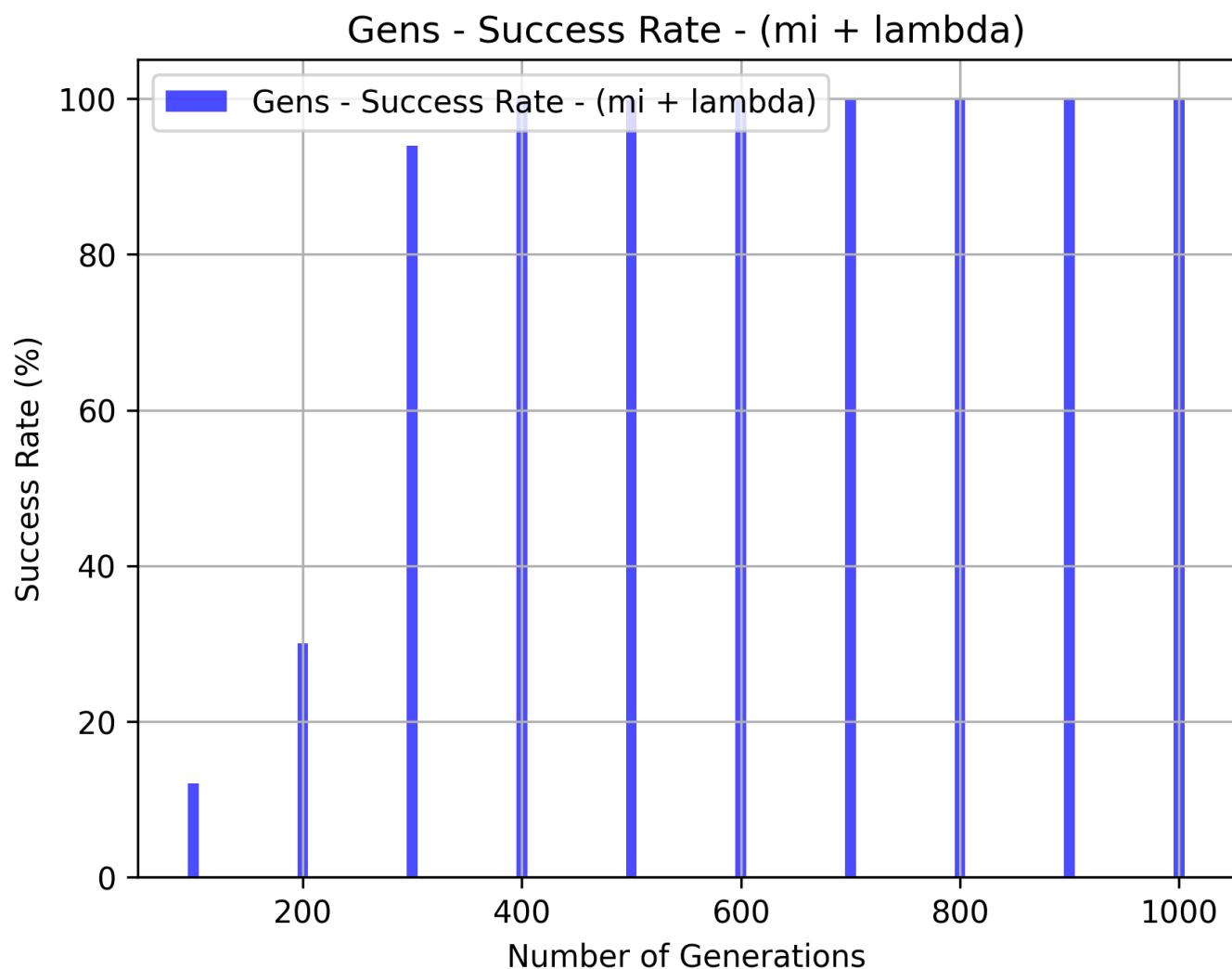
Nesse experimento realiza-se ambas as estratégias evolutivas para as duas funções custo conhecidas como "Levi" e "Drop-wave" avaliando a influência do número máximo de iterações. O número de iterações é avaliado para: [100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000] gerações.

### **Experimento 2 - Drop-wave - ( $\mu+\lambda$ )**

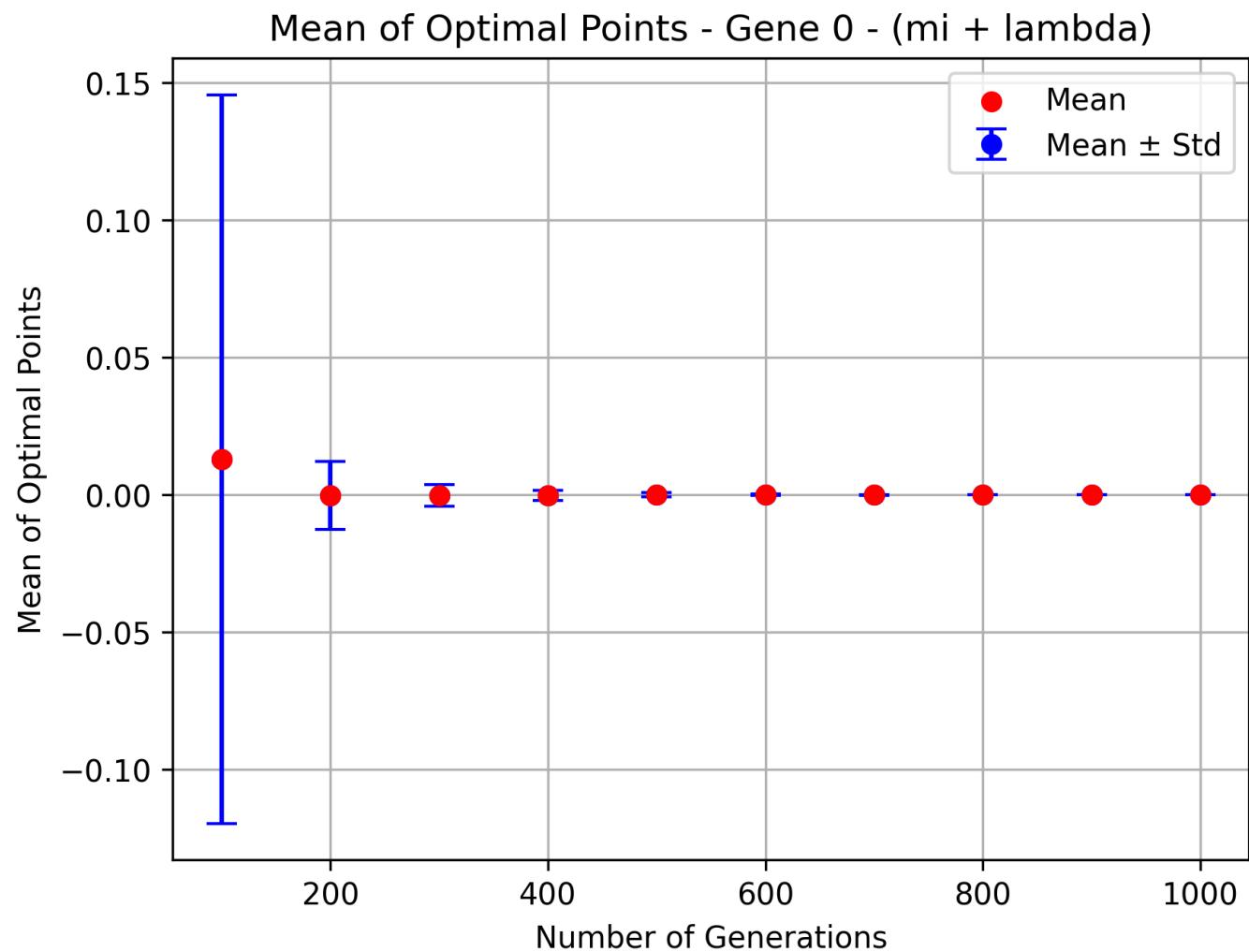
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que a influência do número de iterações é significativo onde não só a média se aproxima do valor teórico mas também o desvio padrão se aproxima de 0 conforme aumentamos a quantidade de iterações. Porém, é claro que há um custo computacional que também se eleva.

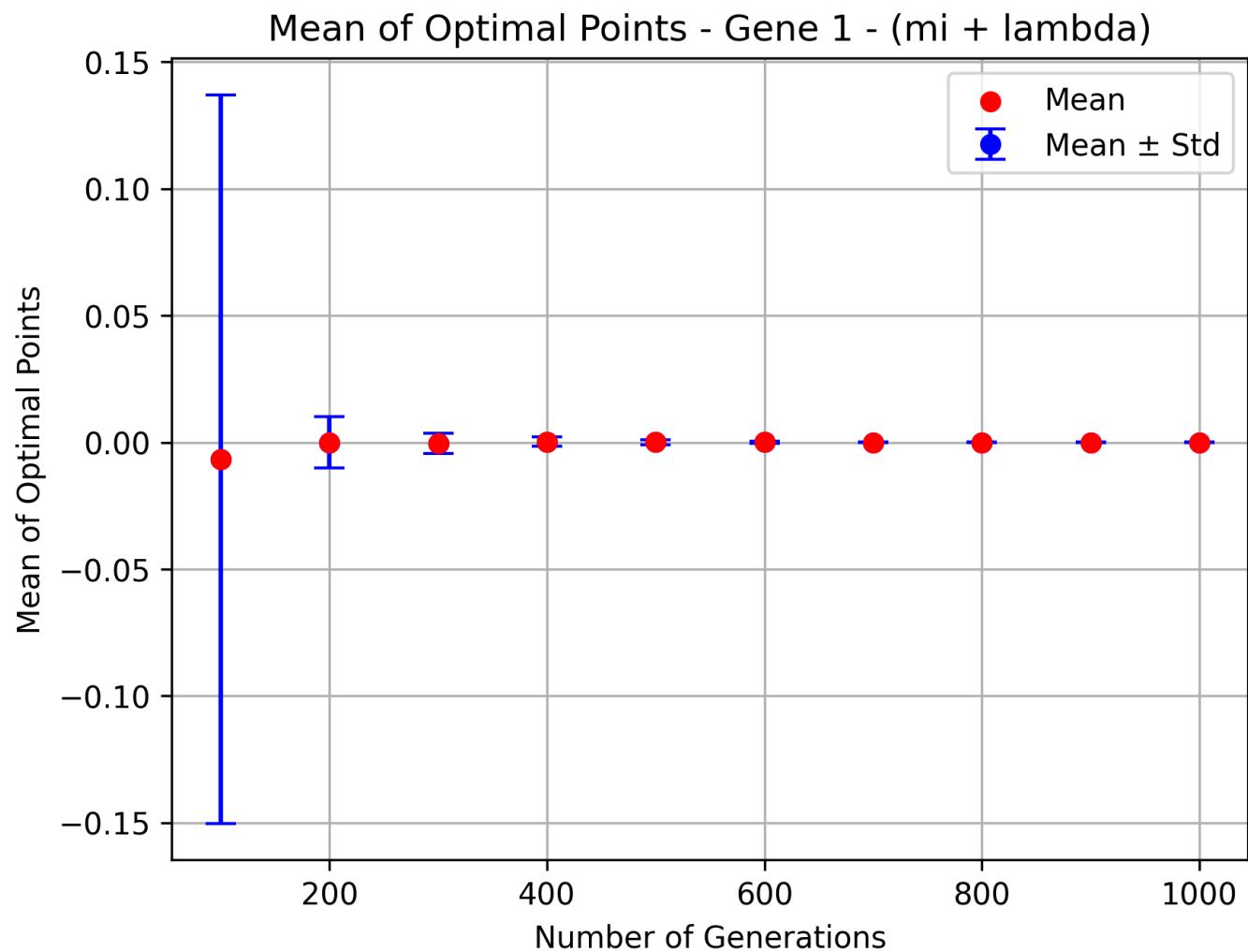


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de iterações.

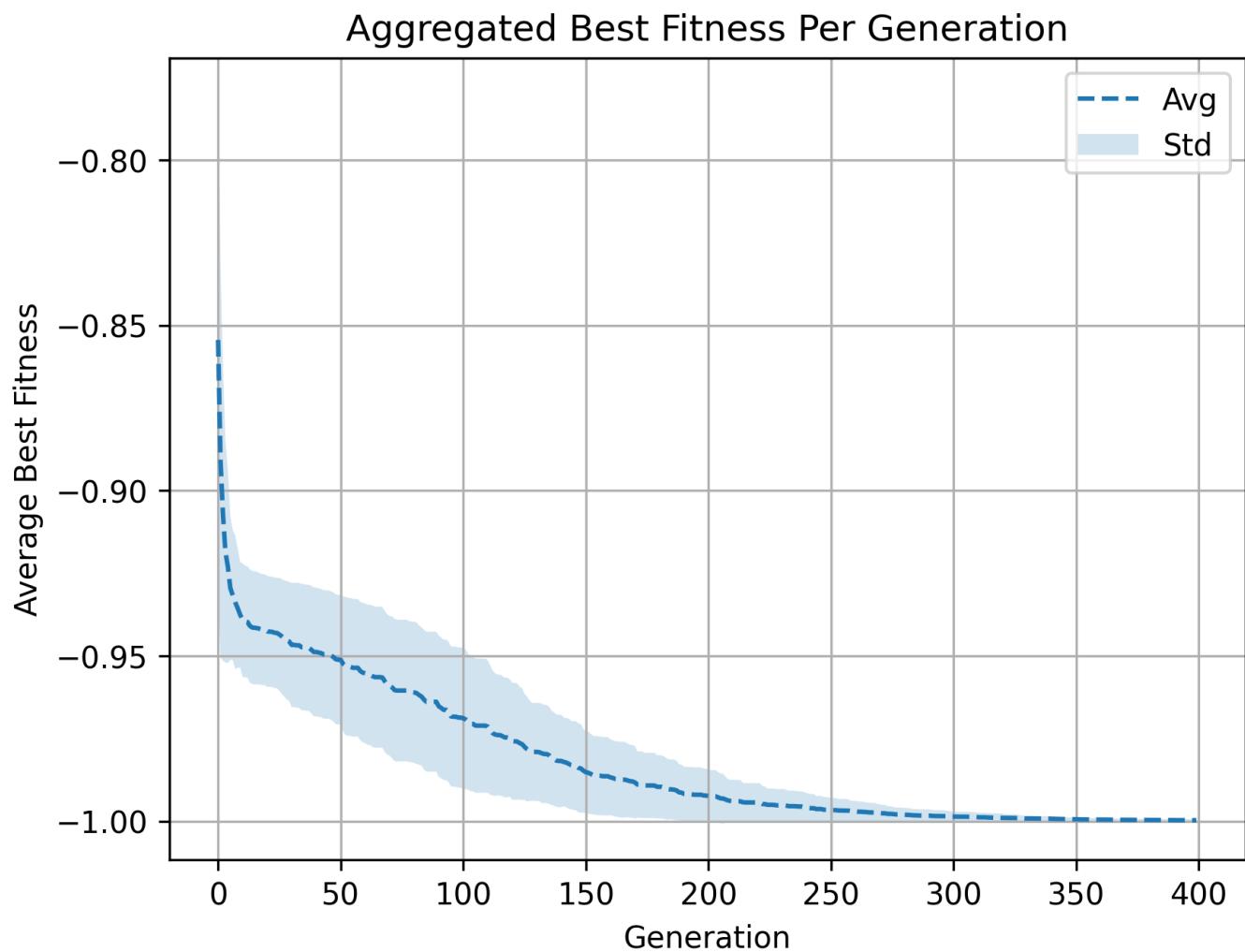


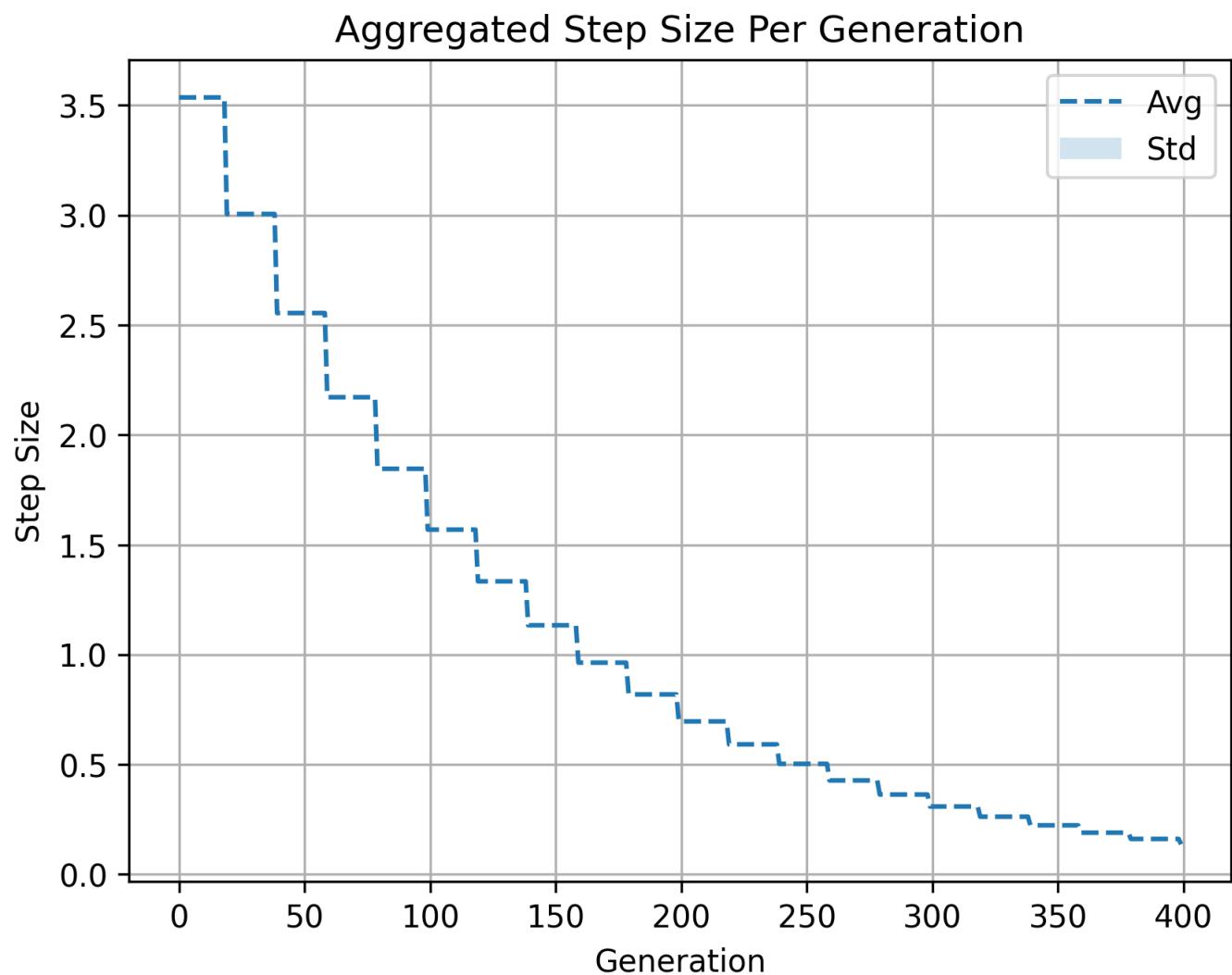
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

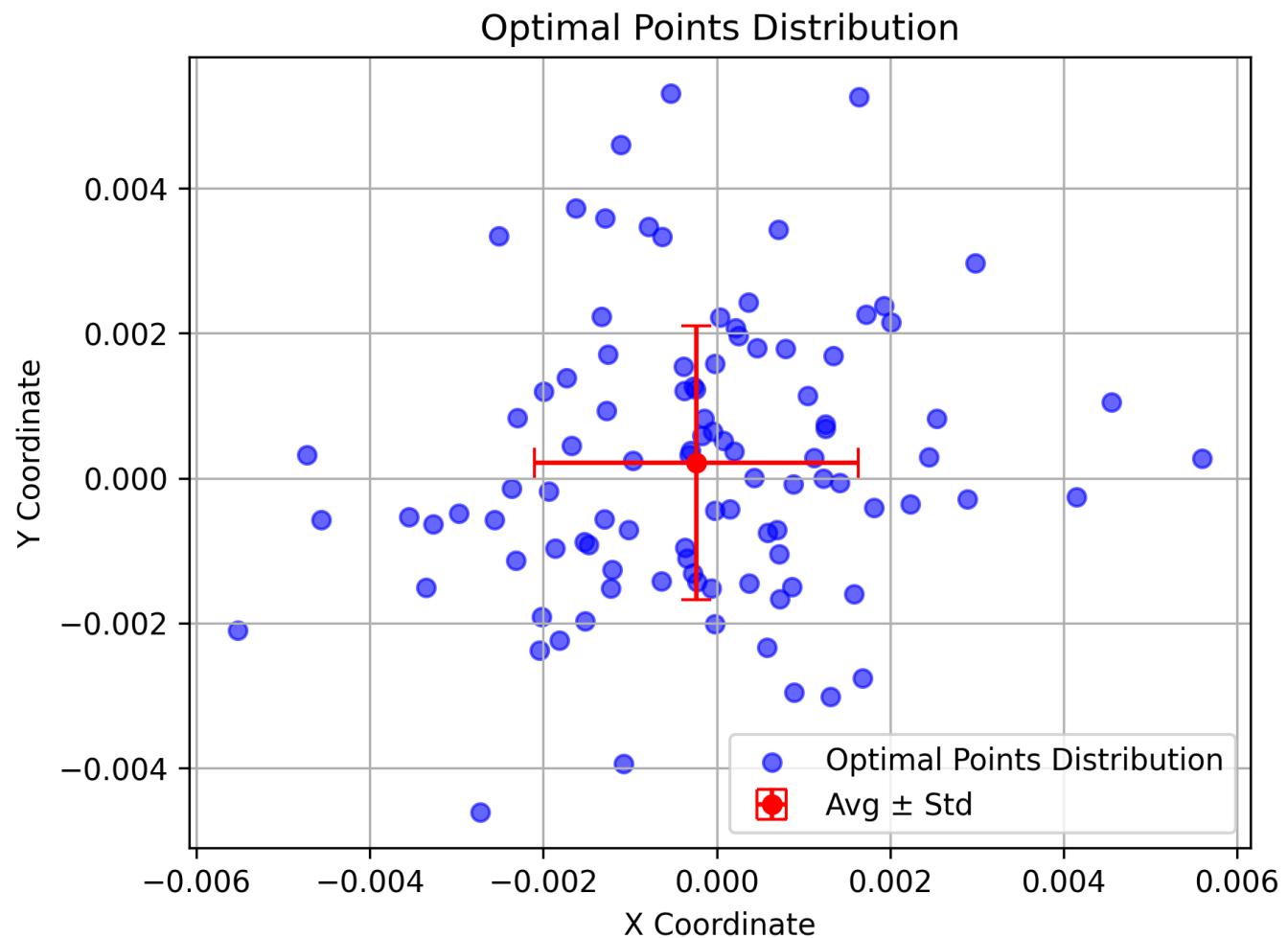




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 400 iterações.

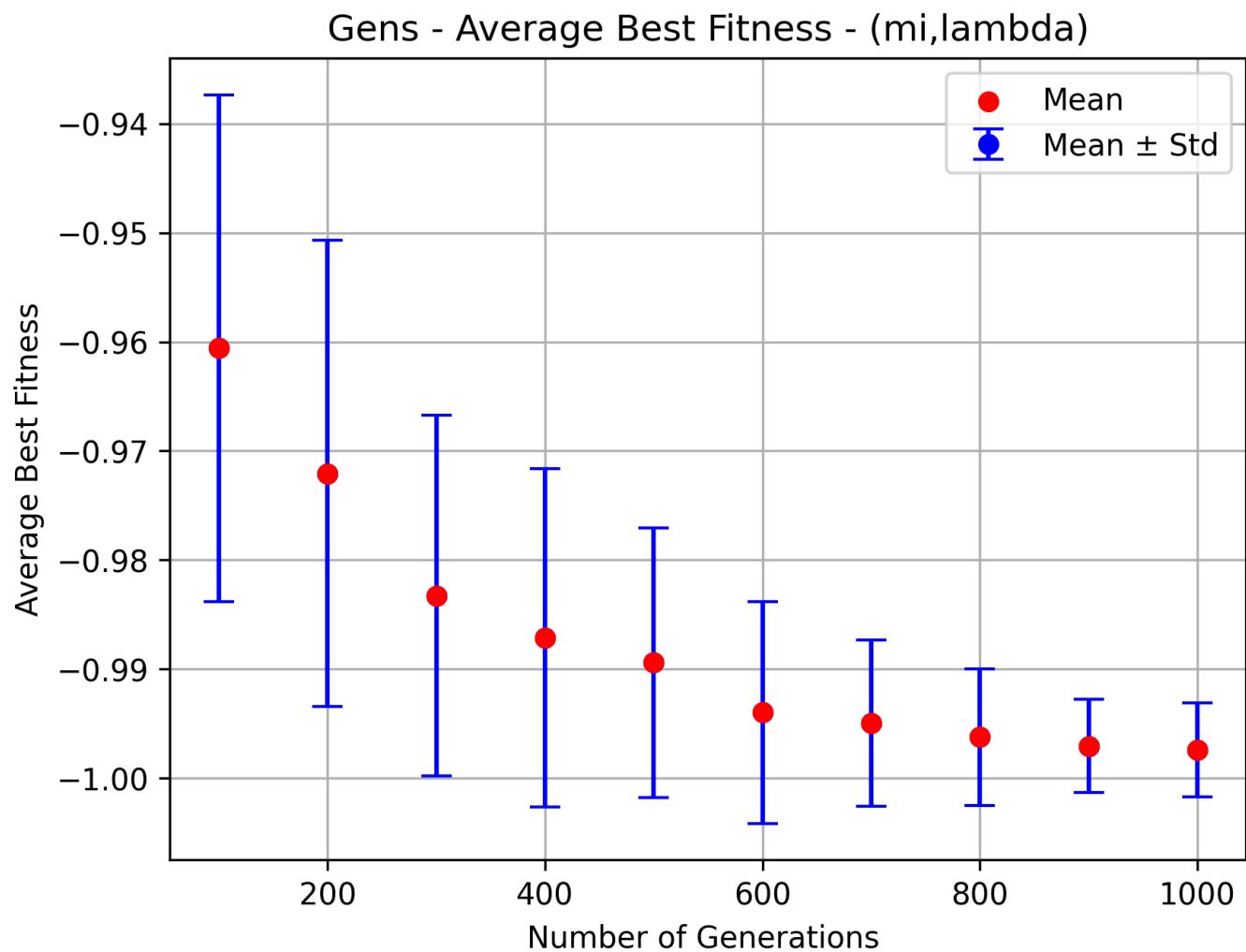




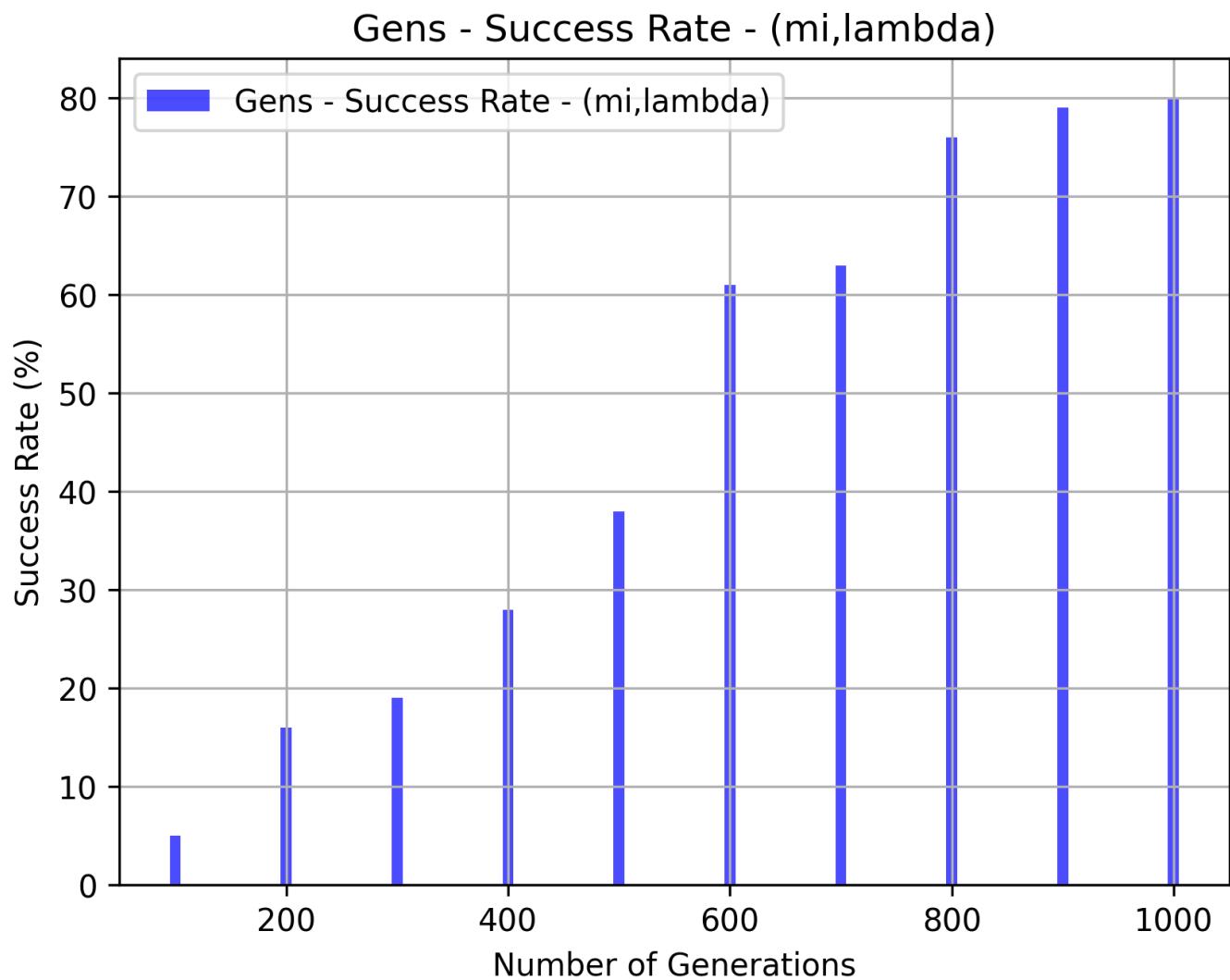


### Experimento 2 - Drop-wave - ( $\mu, \lambda$ )

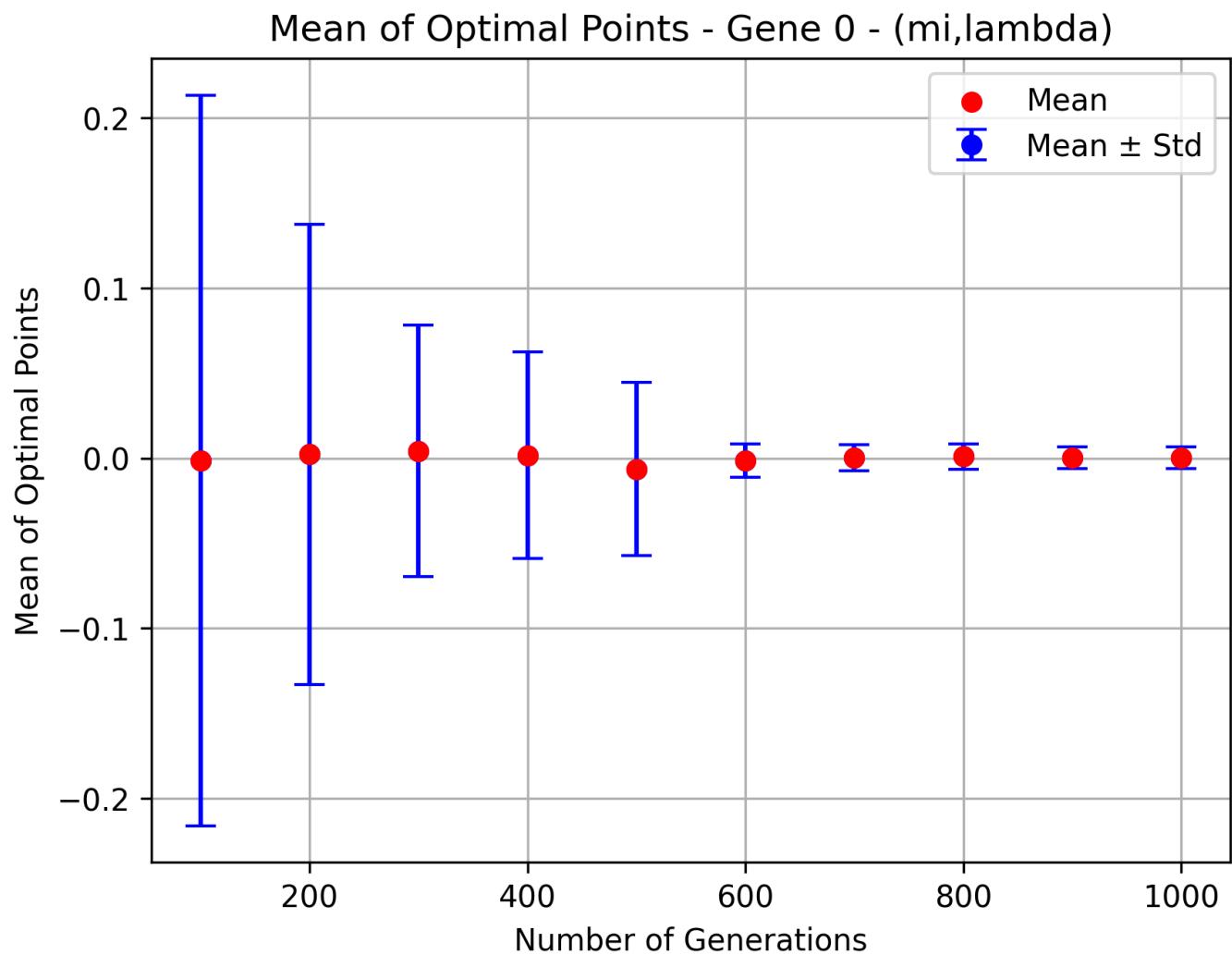
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão. Percebe-se que assim como para o caso  $(\mu+\lambda)$  a quantidade de iterações influênciaria significativamente a performance do algoritmo de estratégia evolutiva.

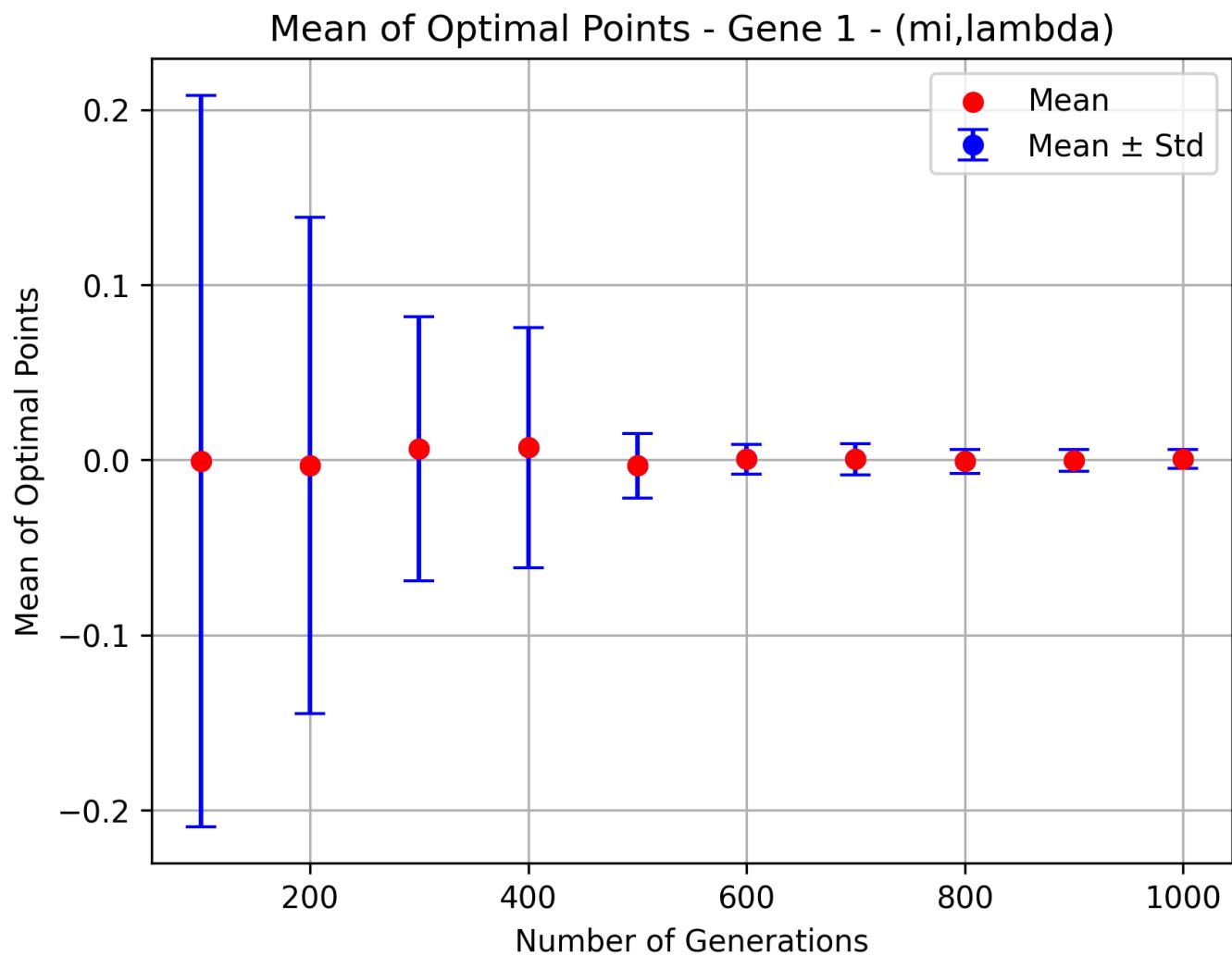


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de iteração.

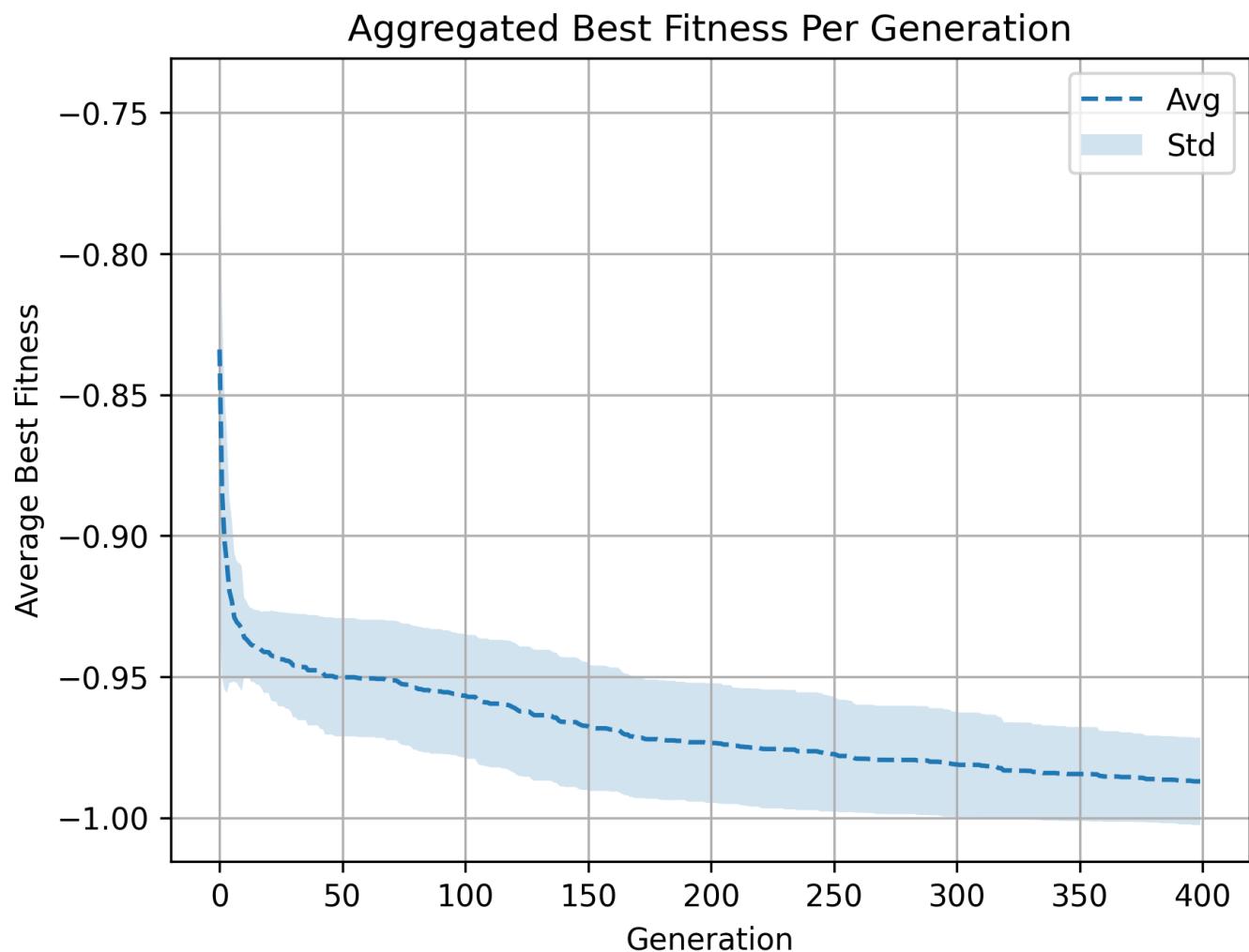


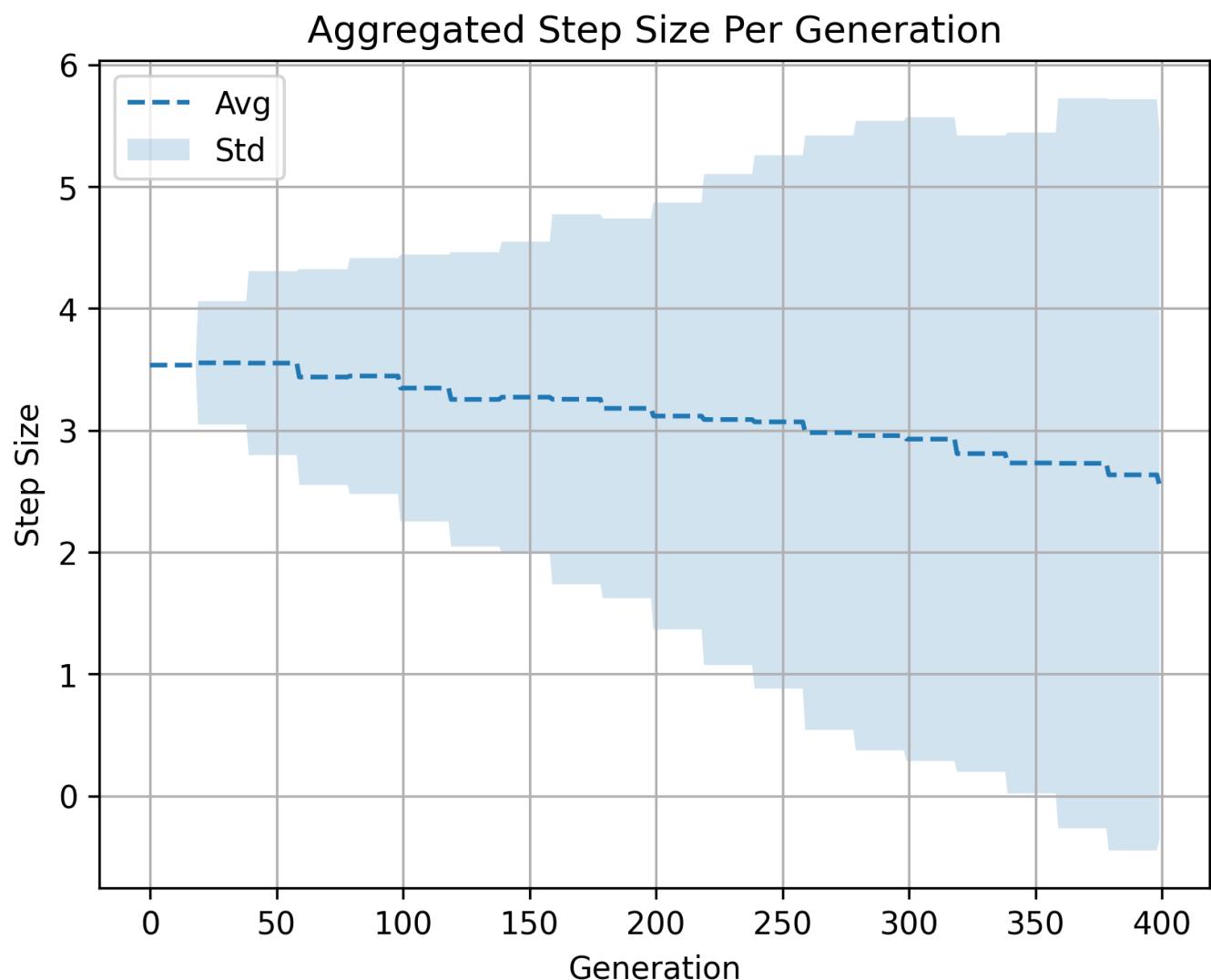
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

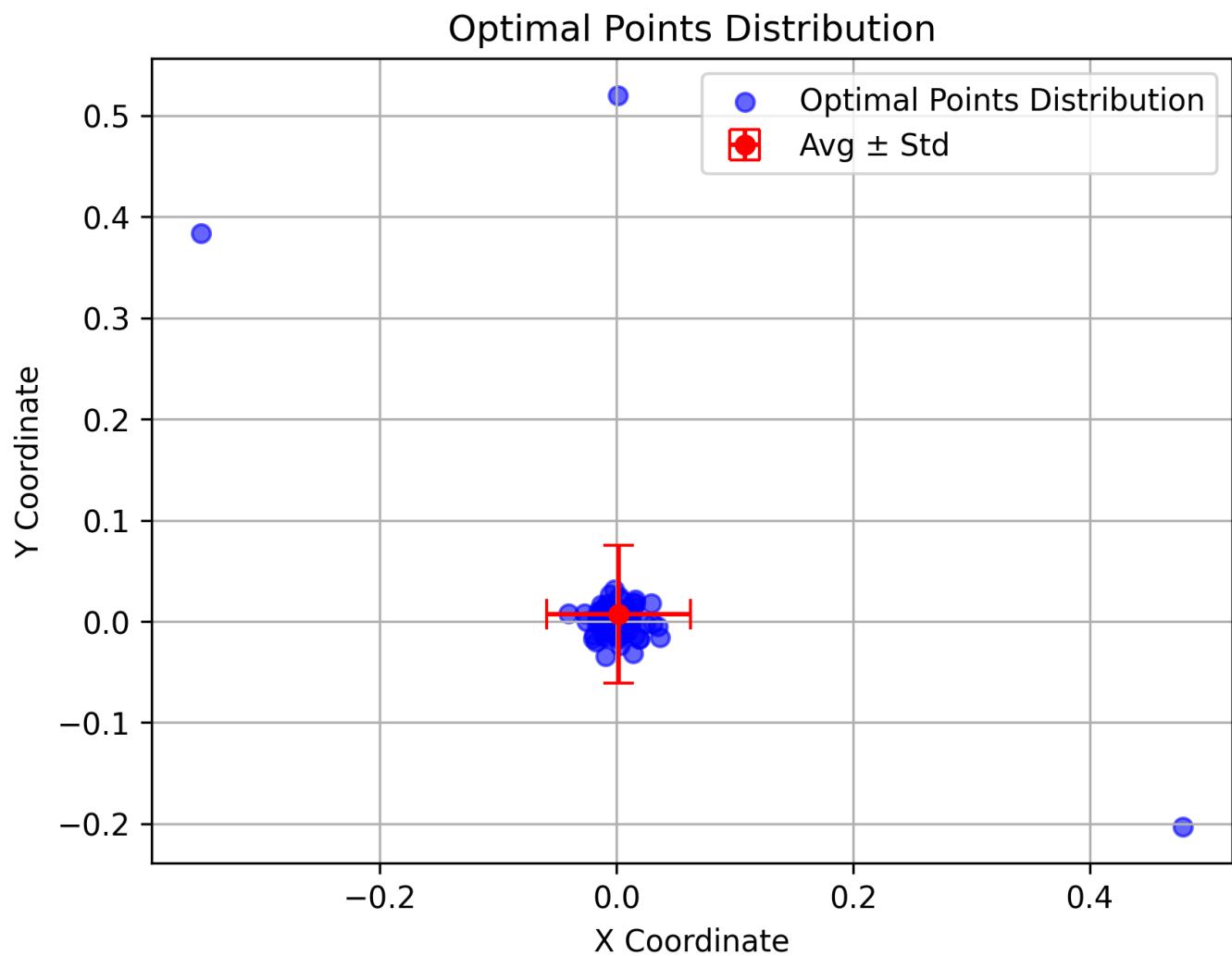




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 400 iterações.

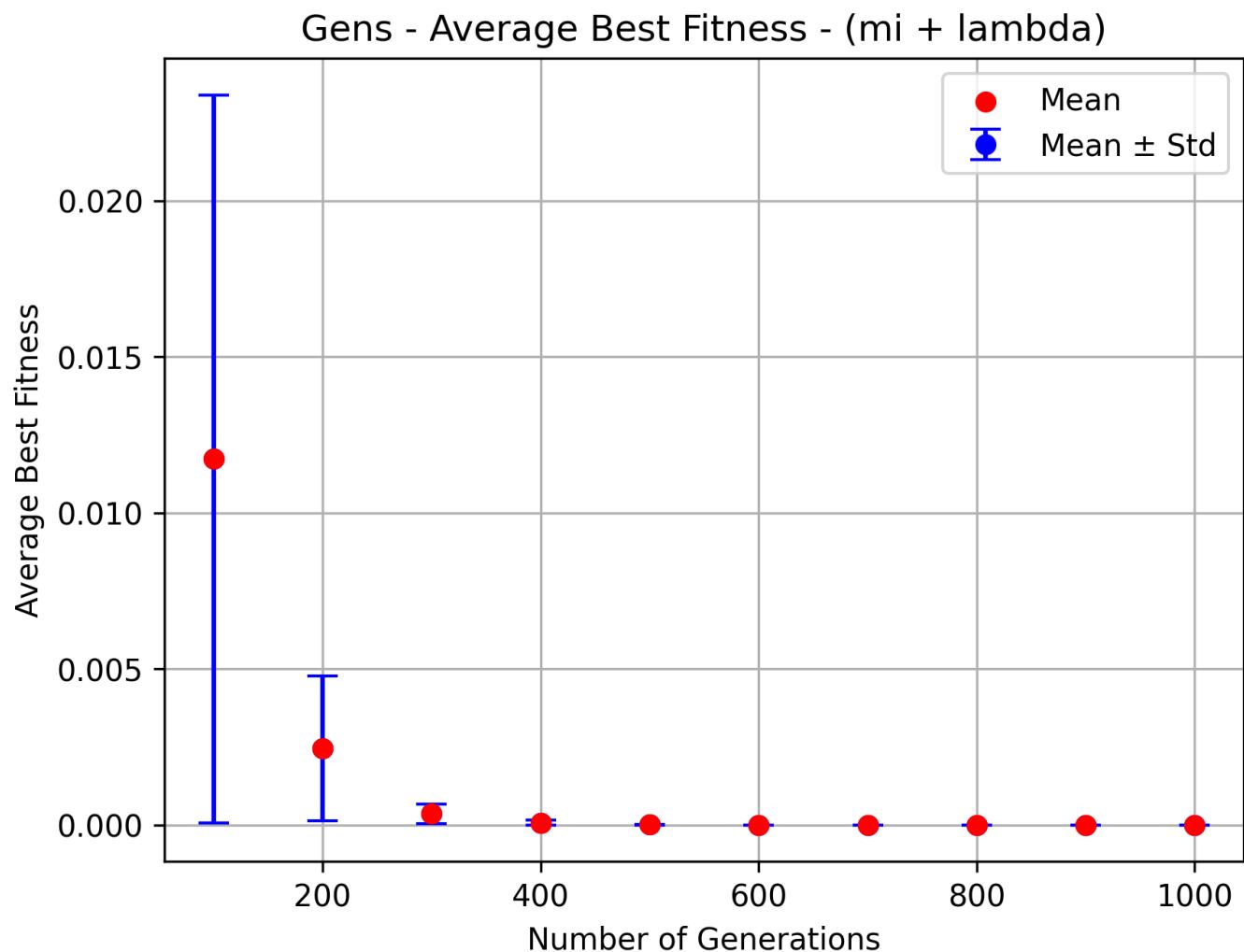




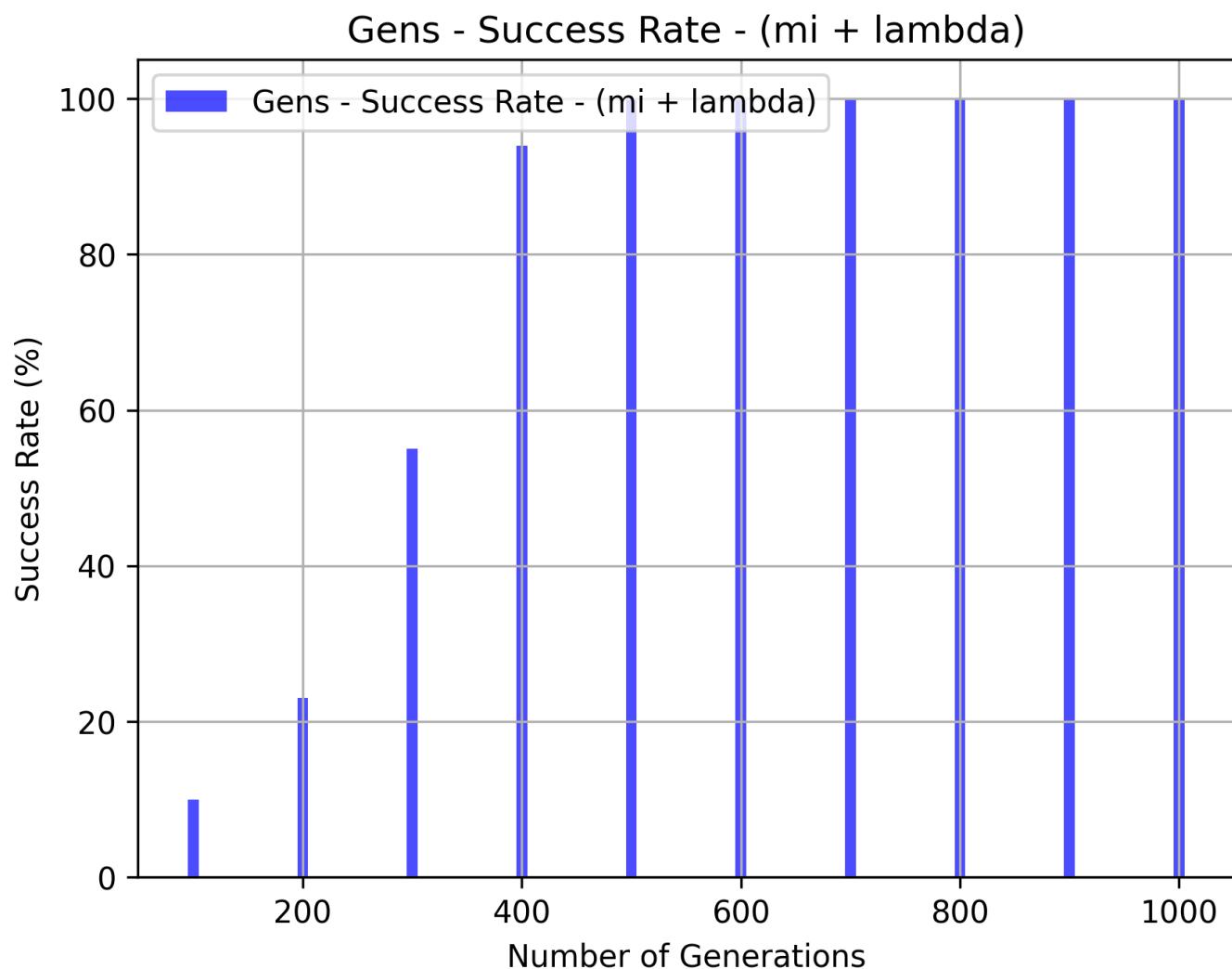


#### Experimento 2 - Levi - ( $\mu+\lambda$ )

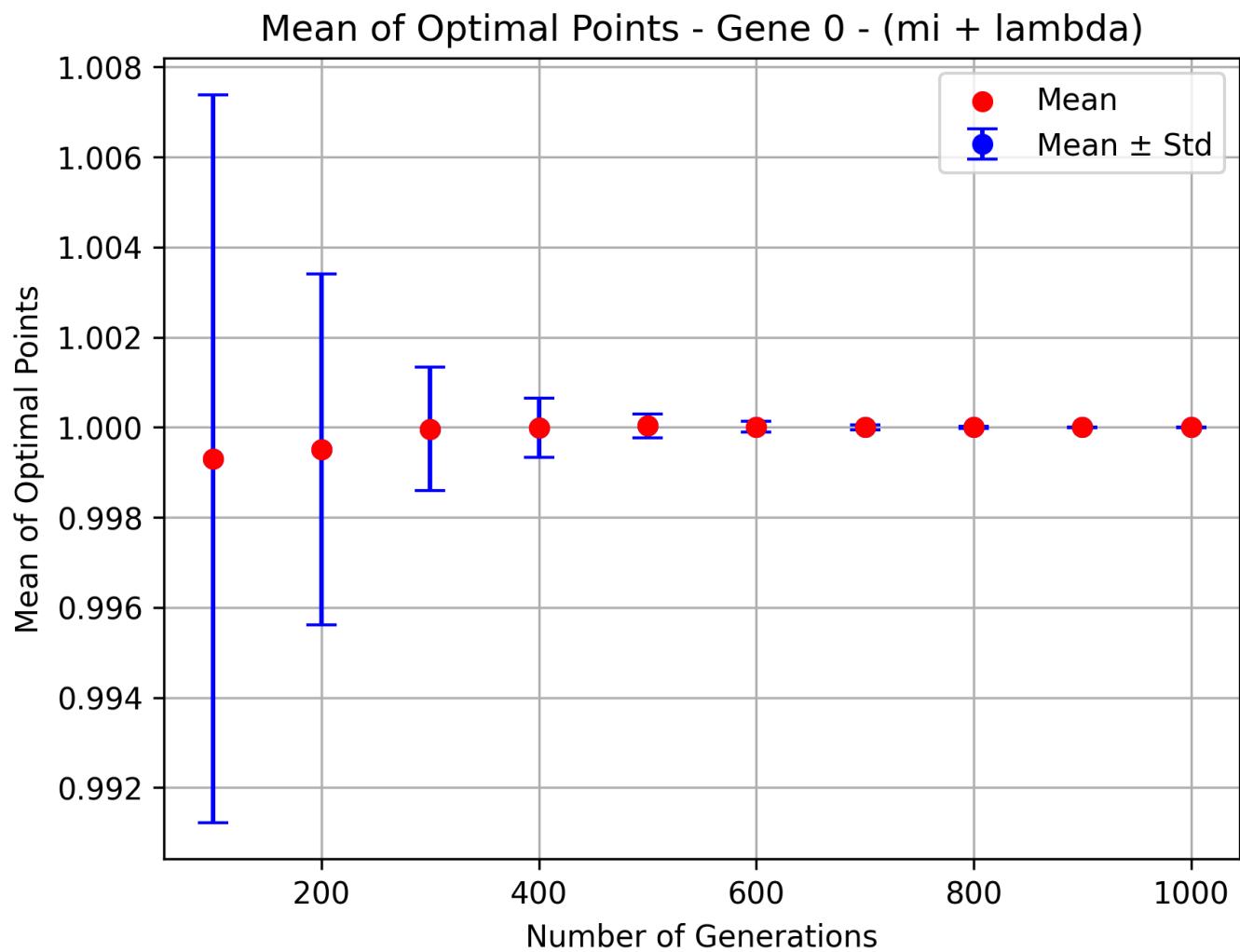
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão.

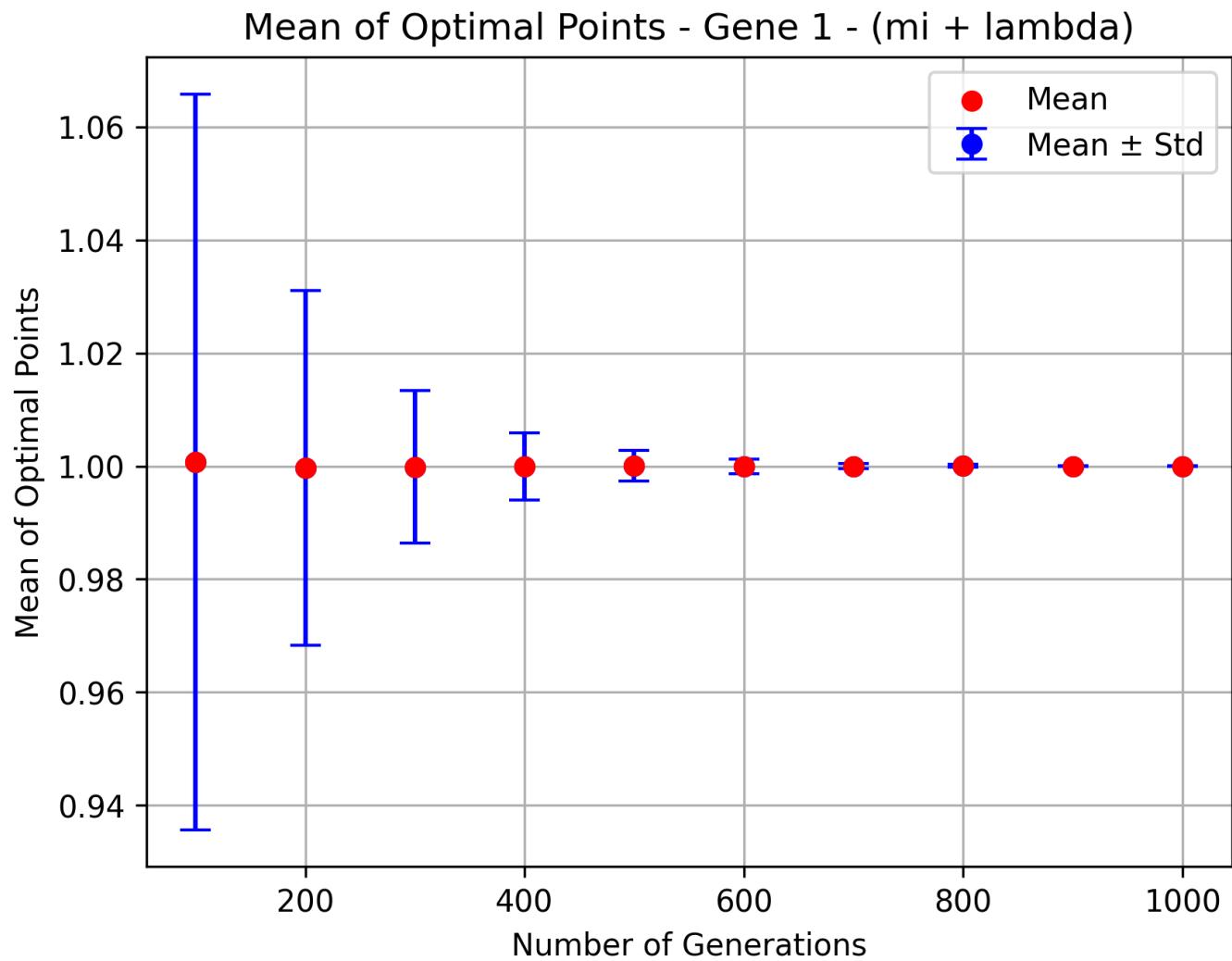


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de iterações e é possível verificar que houve uma taxa de sucesso muito próxima de 100% nesse experimento quando se utiliza mais 500 iterações.

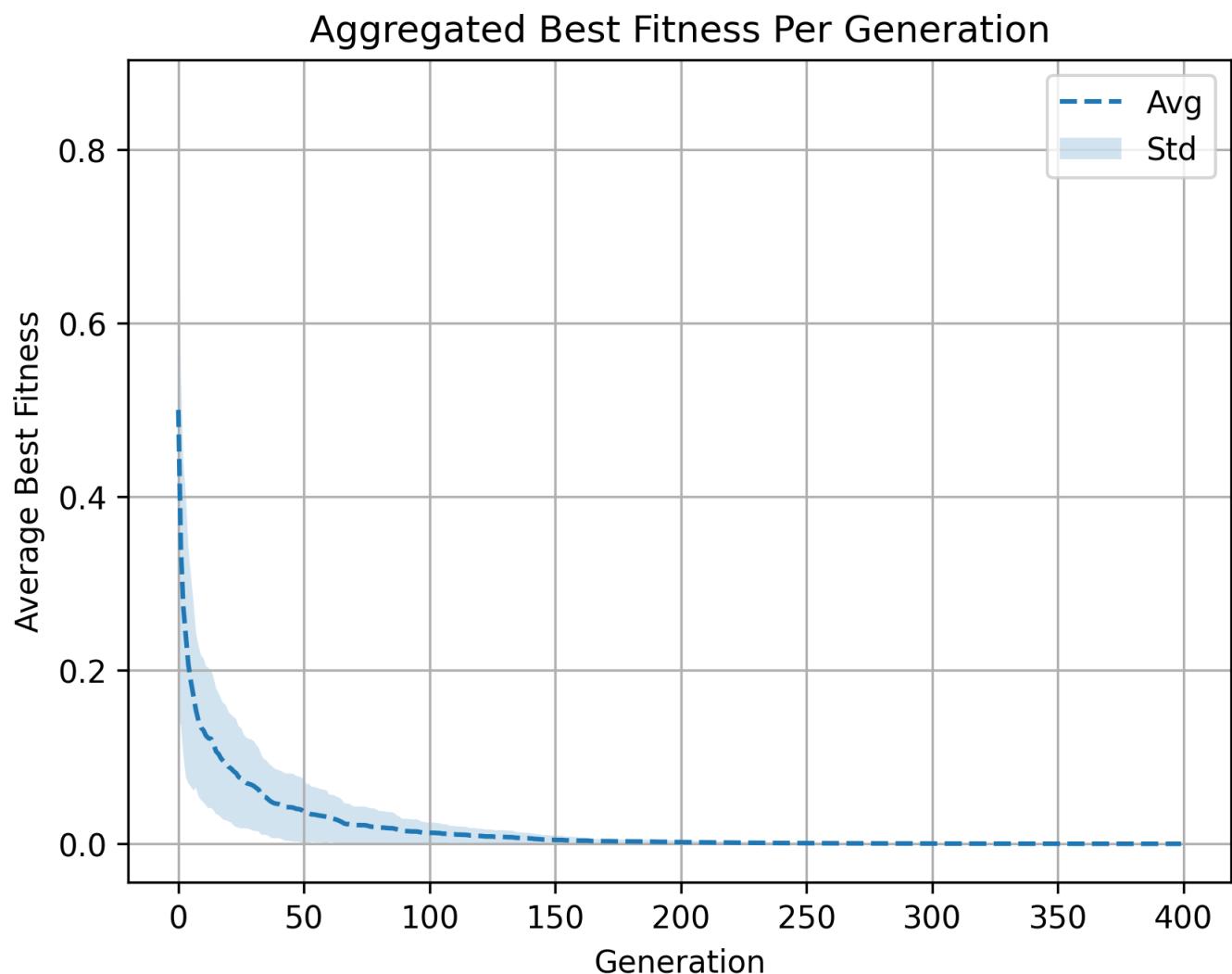


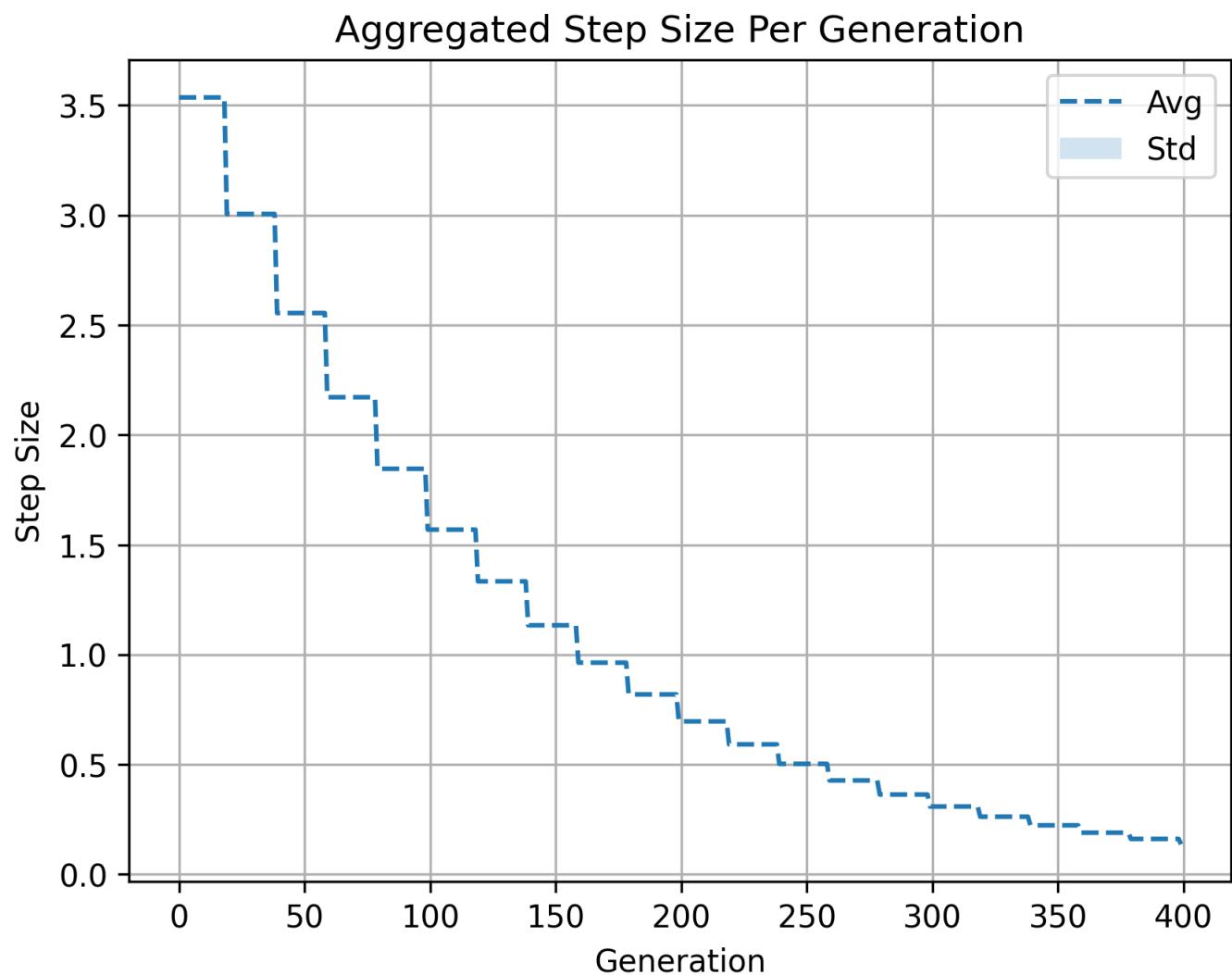
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

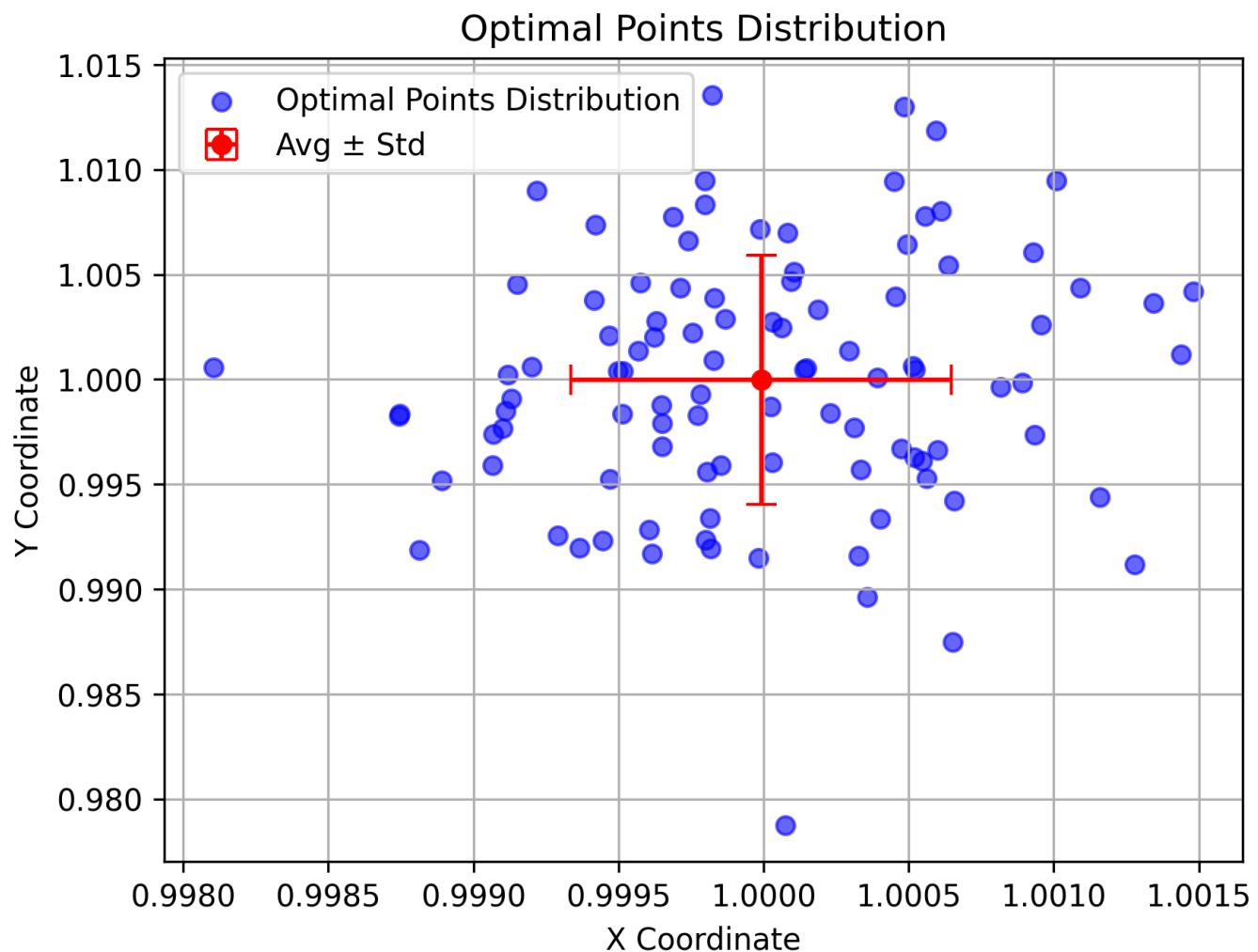




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.

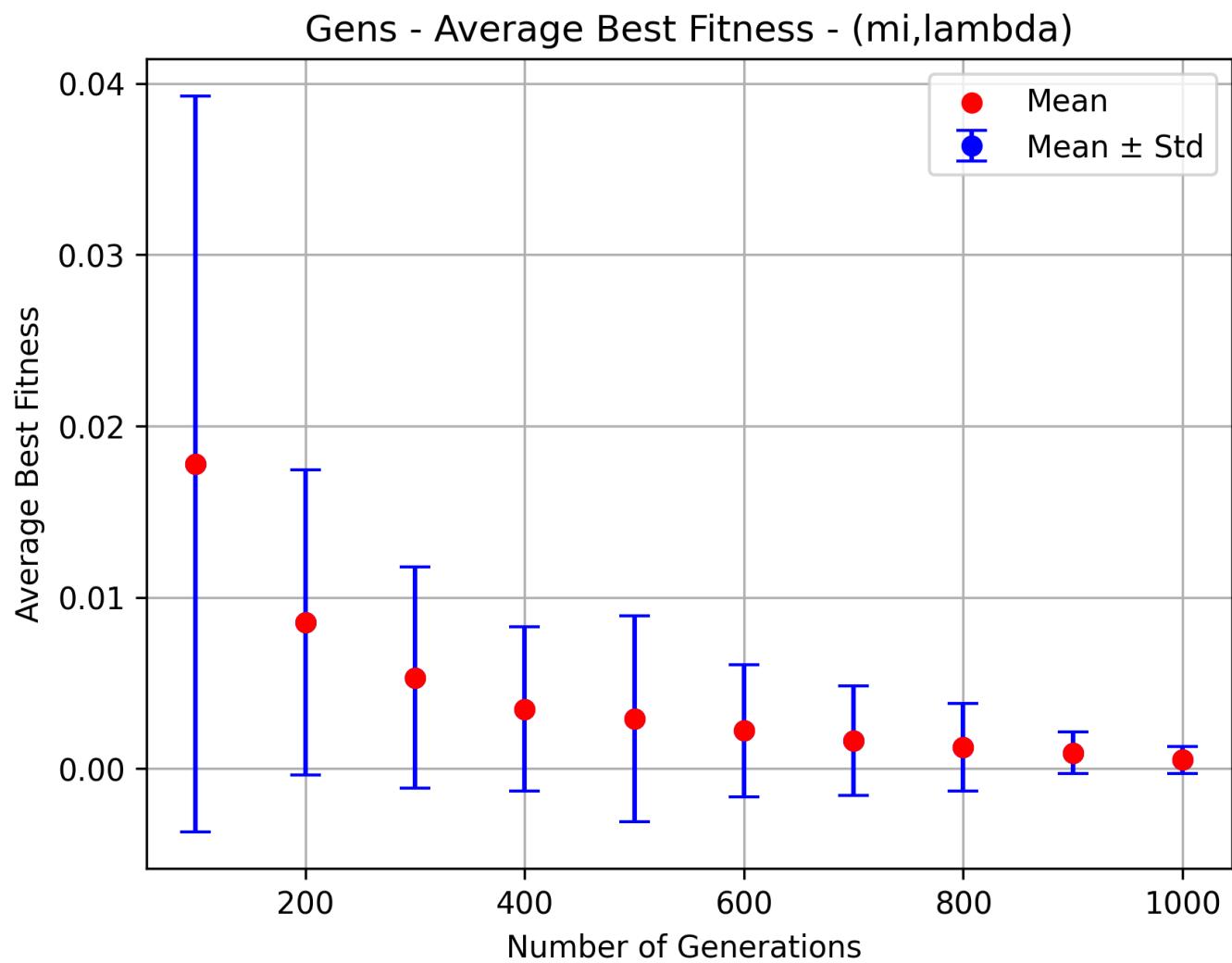




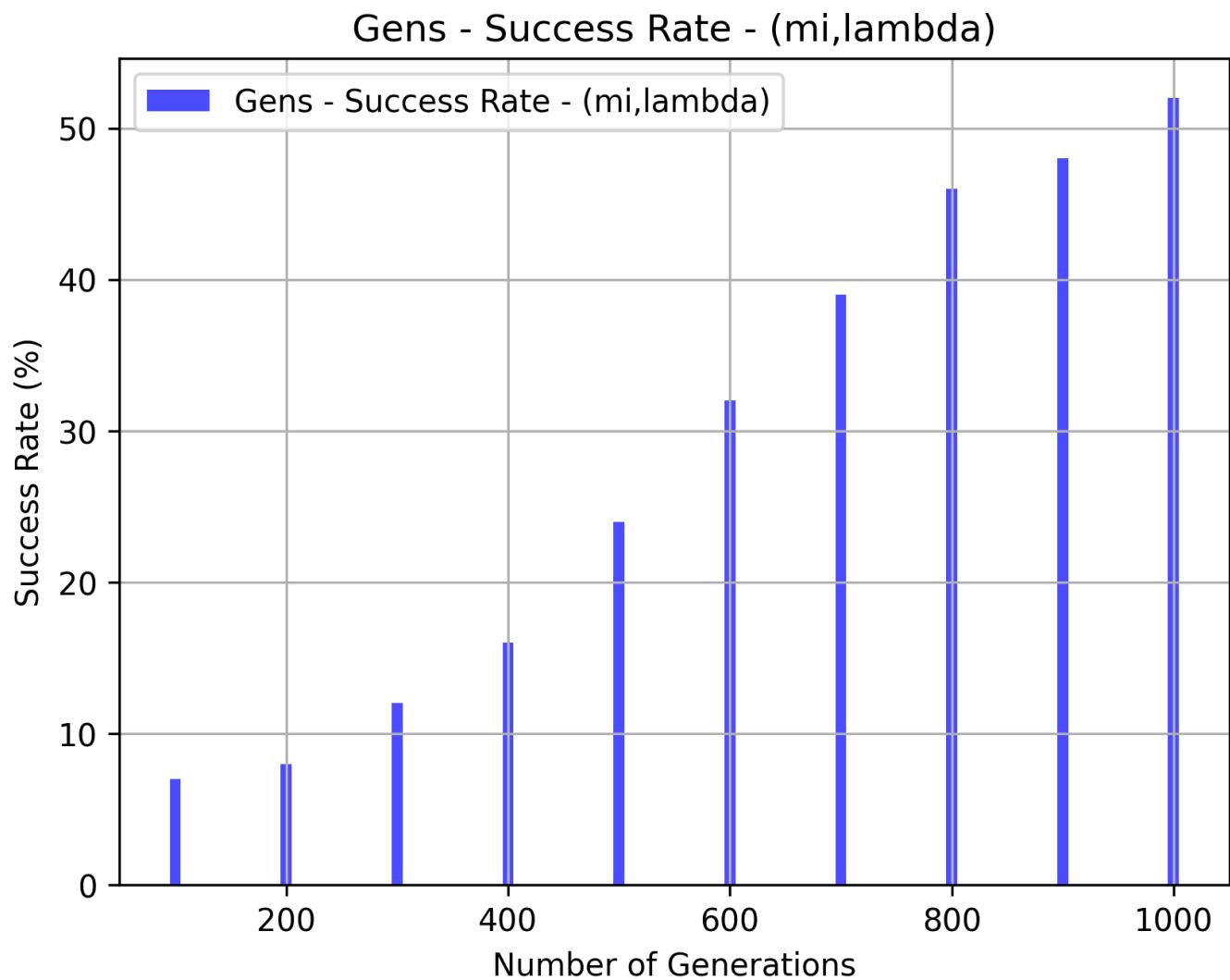


#### Experimento 2 - Levi - $(\mu, \lambda)$

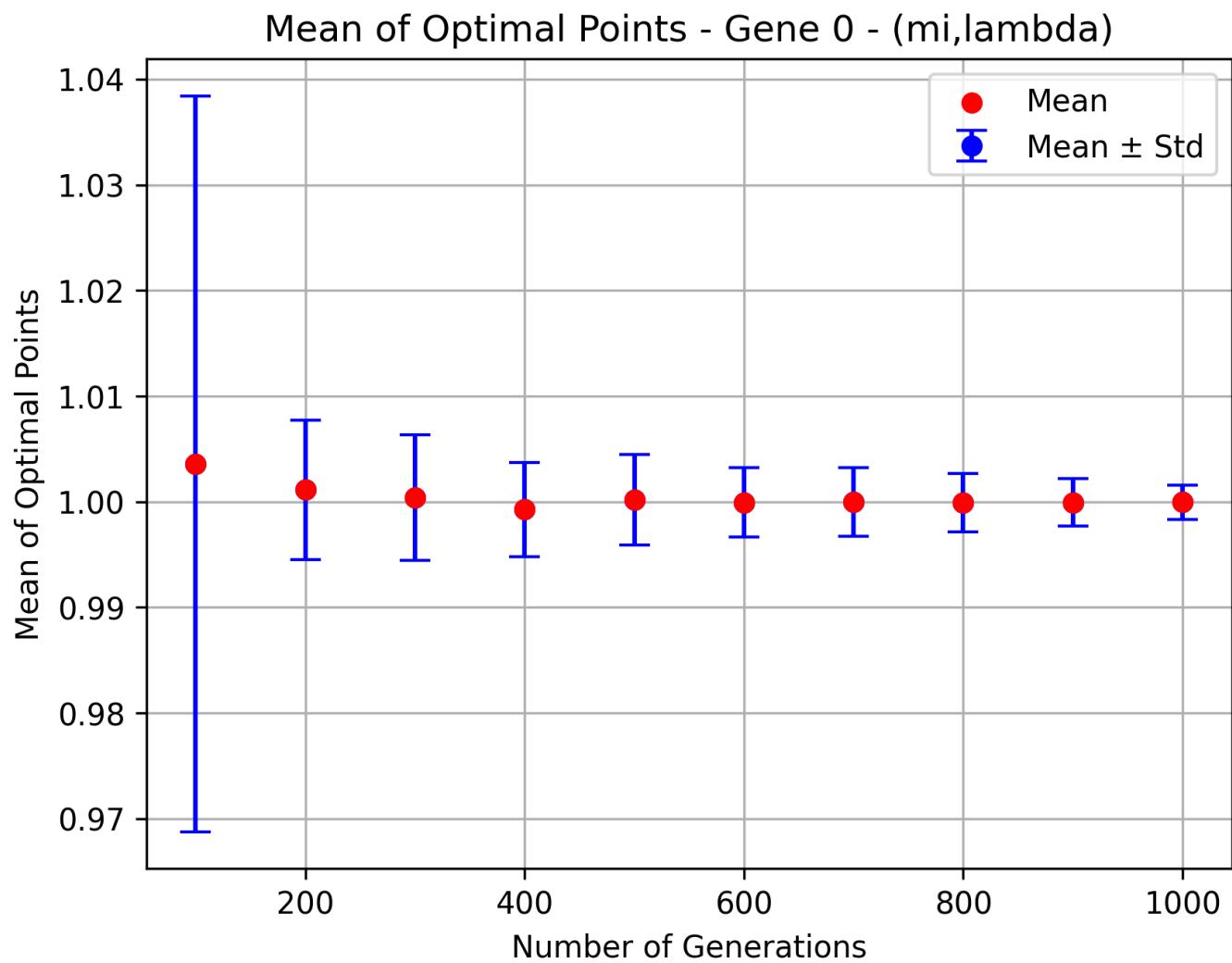
A figura a seguir apresenta a média da melhor solução encontrada em conjunto com o seu desvio padrão.

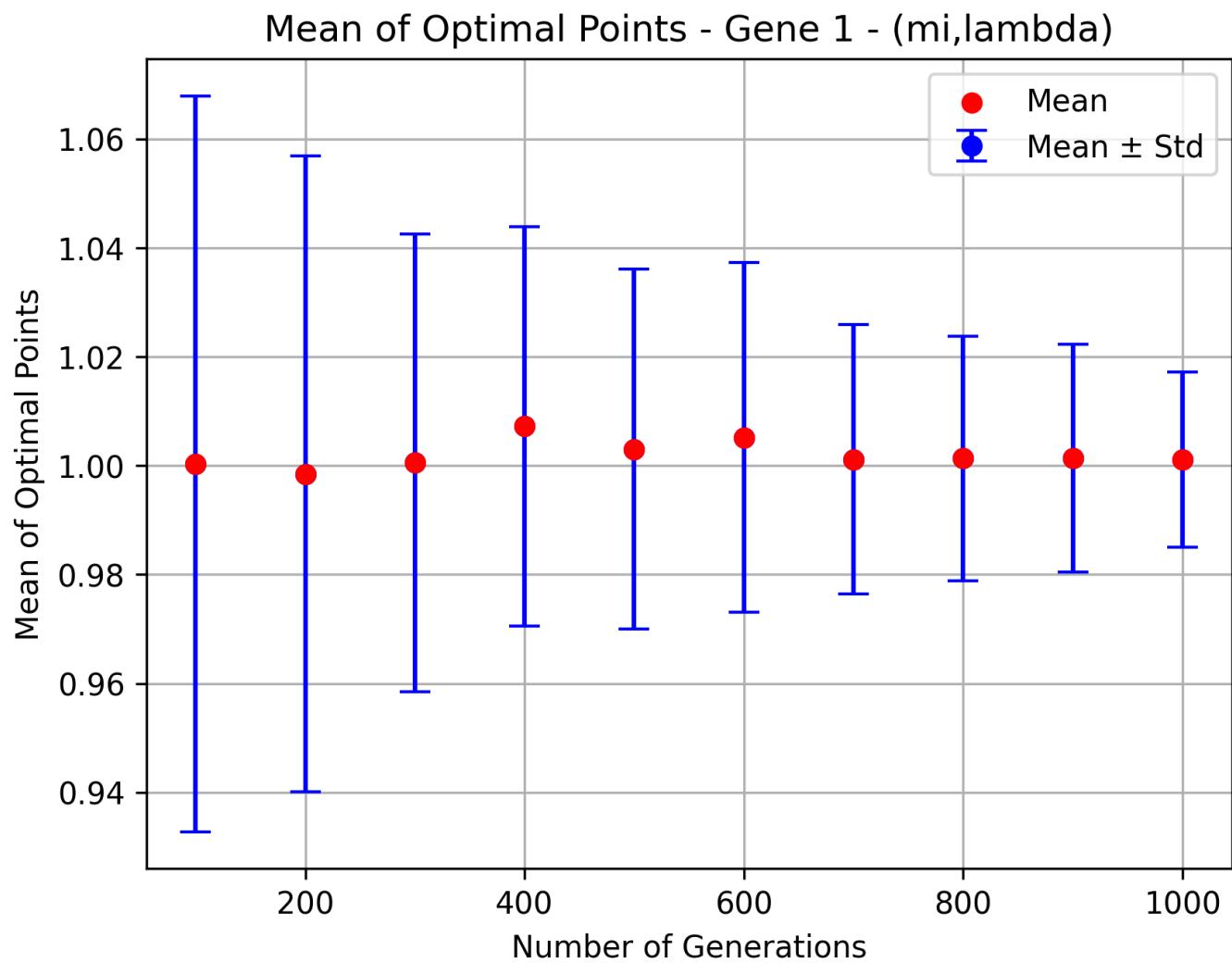


A figura a seguir apresenta a taxa de sucesso para cada número de iterações.

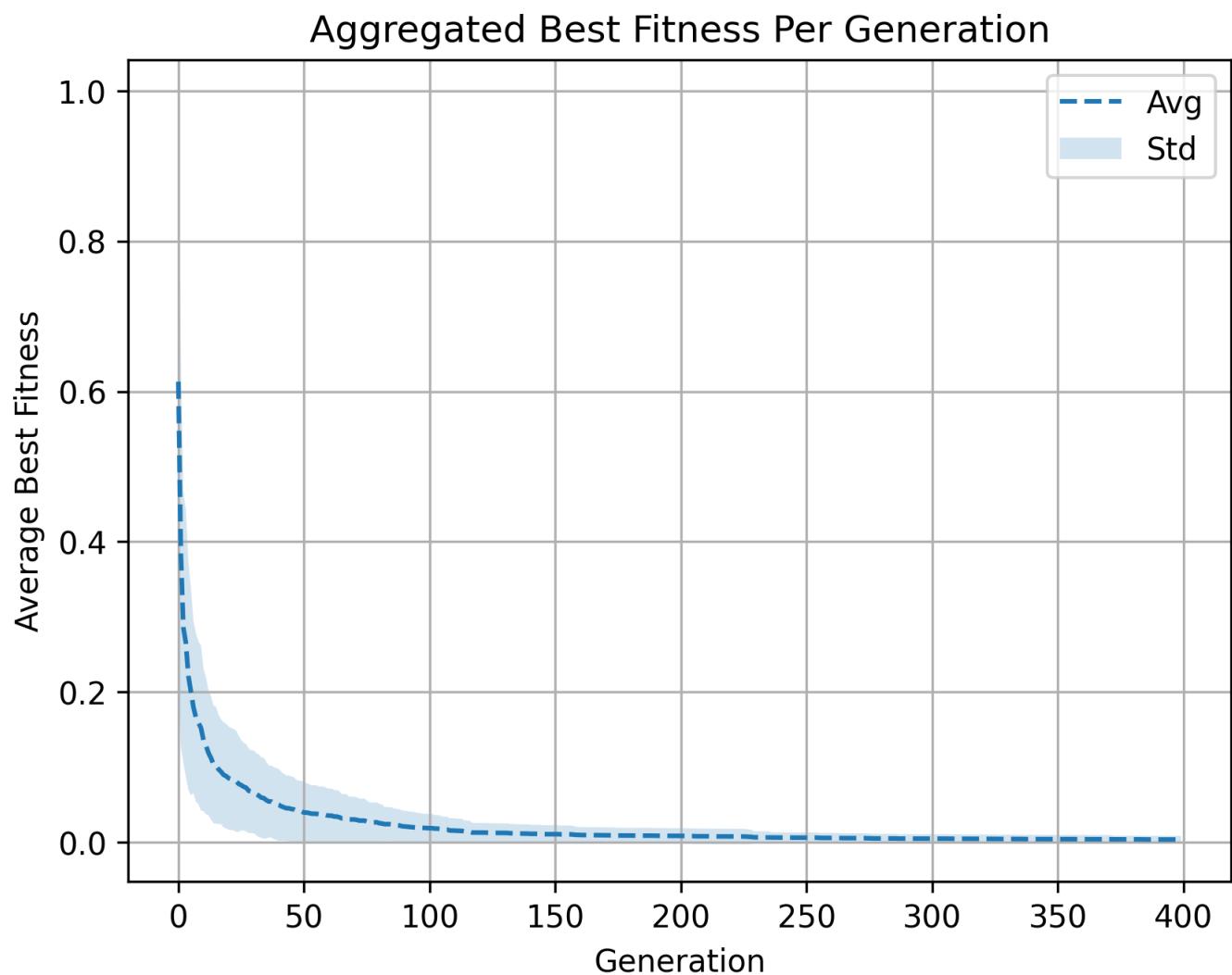


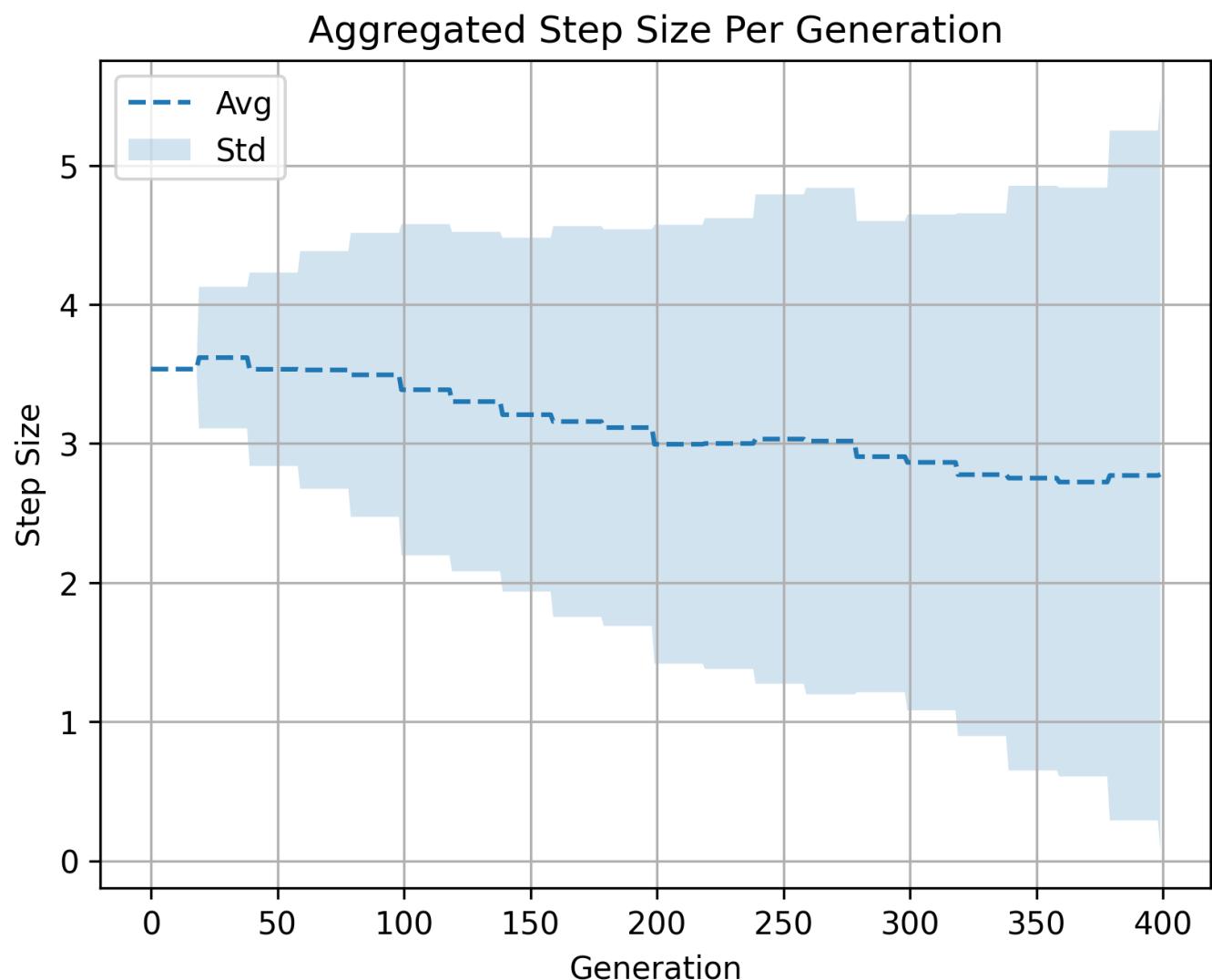
Nas figuras a seguir é possível visualizar as médias de pontos ótimos encontrados e seus respectivos desvios padrão para cada gene.

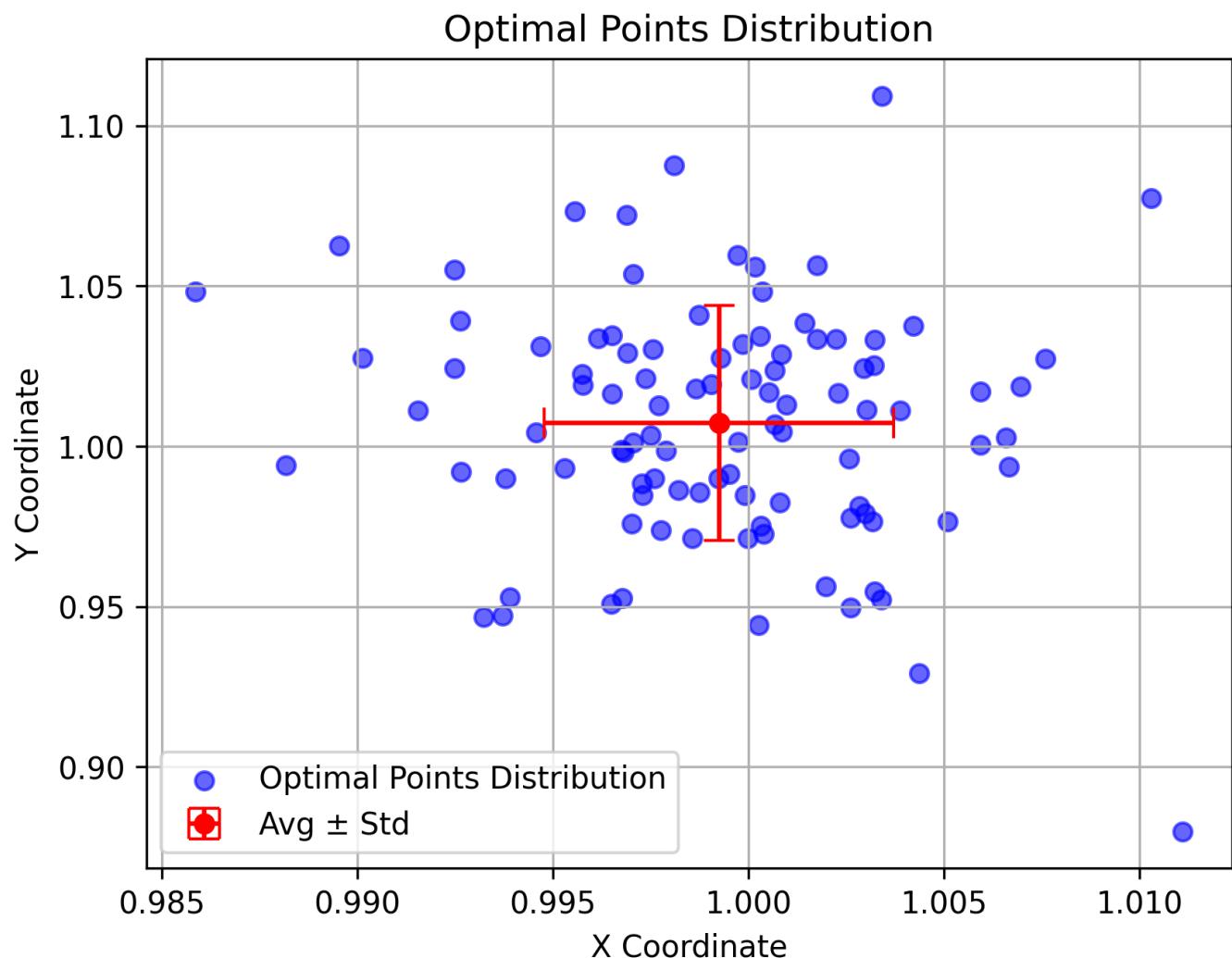




As figuras a seguir apresentam alguns resultados para o experimento com 200 execuções.







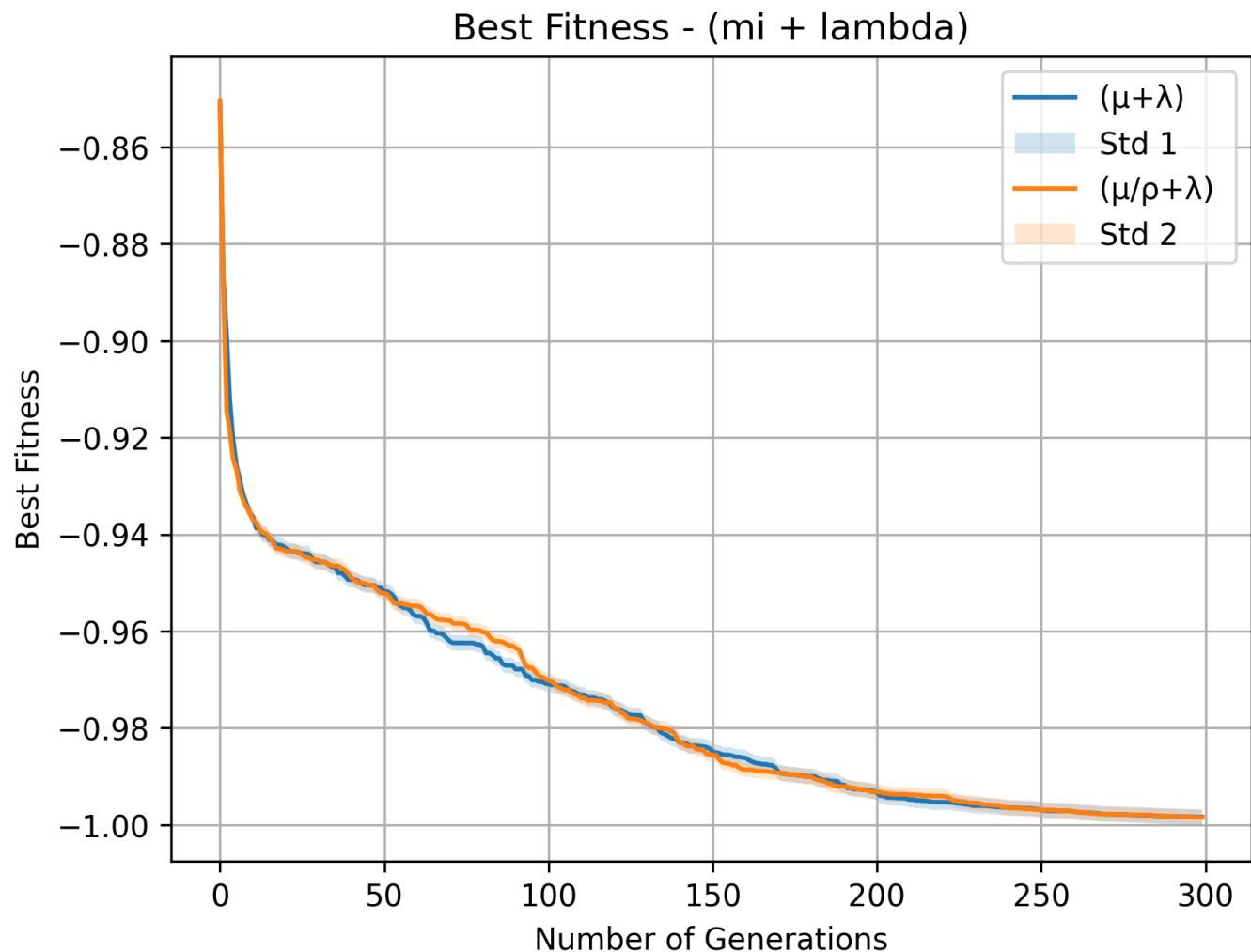
Experimento 3 - Implementar operadores de recombinação e avaliar o desempenho para a estratégia evolutiva ( $\mu + \lambda$ ).

Foi implementada a estratégia de recommbinação intermédia, portanto compara-se nas imagens a seguir a implementação ( $\mu + \lambda$ ) e ( $\mu / \rho + \lambda$ ) com  $\rho = 10$ .

O script que realiza essa implementação pode ser encontrado em: [RecombinationExp.py](#)

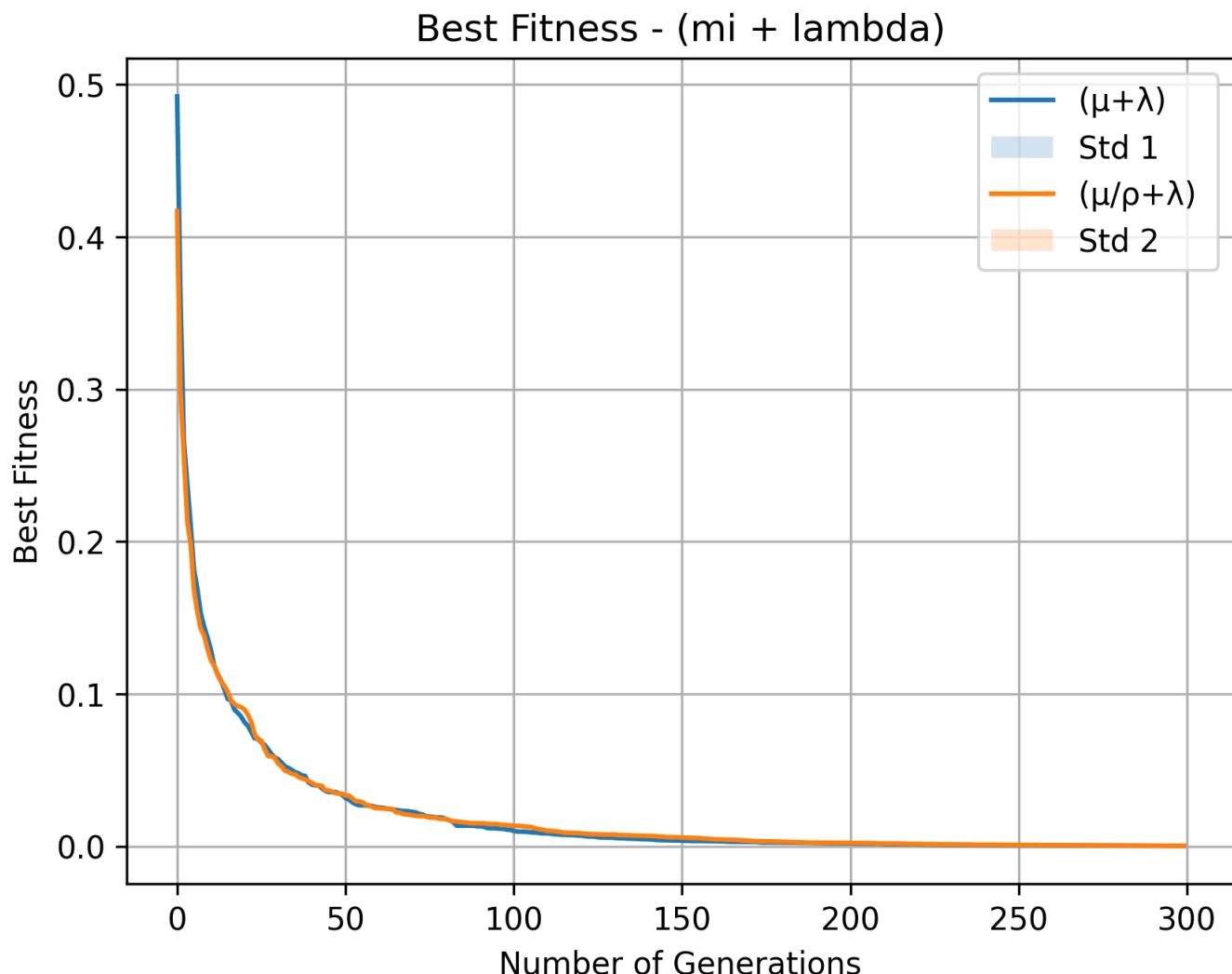
#### Experimento 3 - Drop-wave

A seguir apresenta-se a curva de convergência para ambos os casos.



### Experimento 3 - Levi

A seguir apresenta-se a curva de convergência para ambos os casos.



Parece não existir influência significativa da operação de recombinação, talvez por conta da quantidade de variáveis pois ao tirar a média de apenas duas variáveis não é exercida uma diferença significativa na recombinação.

#### Experimento 4 - Aplicação do framework CMA-ES

O script que realiza a utilização do framework CMA-ES pode ser encontrado em: [CMAFrameworkExp.py](#).

Os experimentos utilizando o CMA-ES tiveram uma certa dificuldade em conseguir convergir para resultados aceitáveis de pontos ótimos quando comparado às estratégias apresentadas anteriormente.

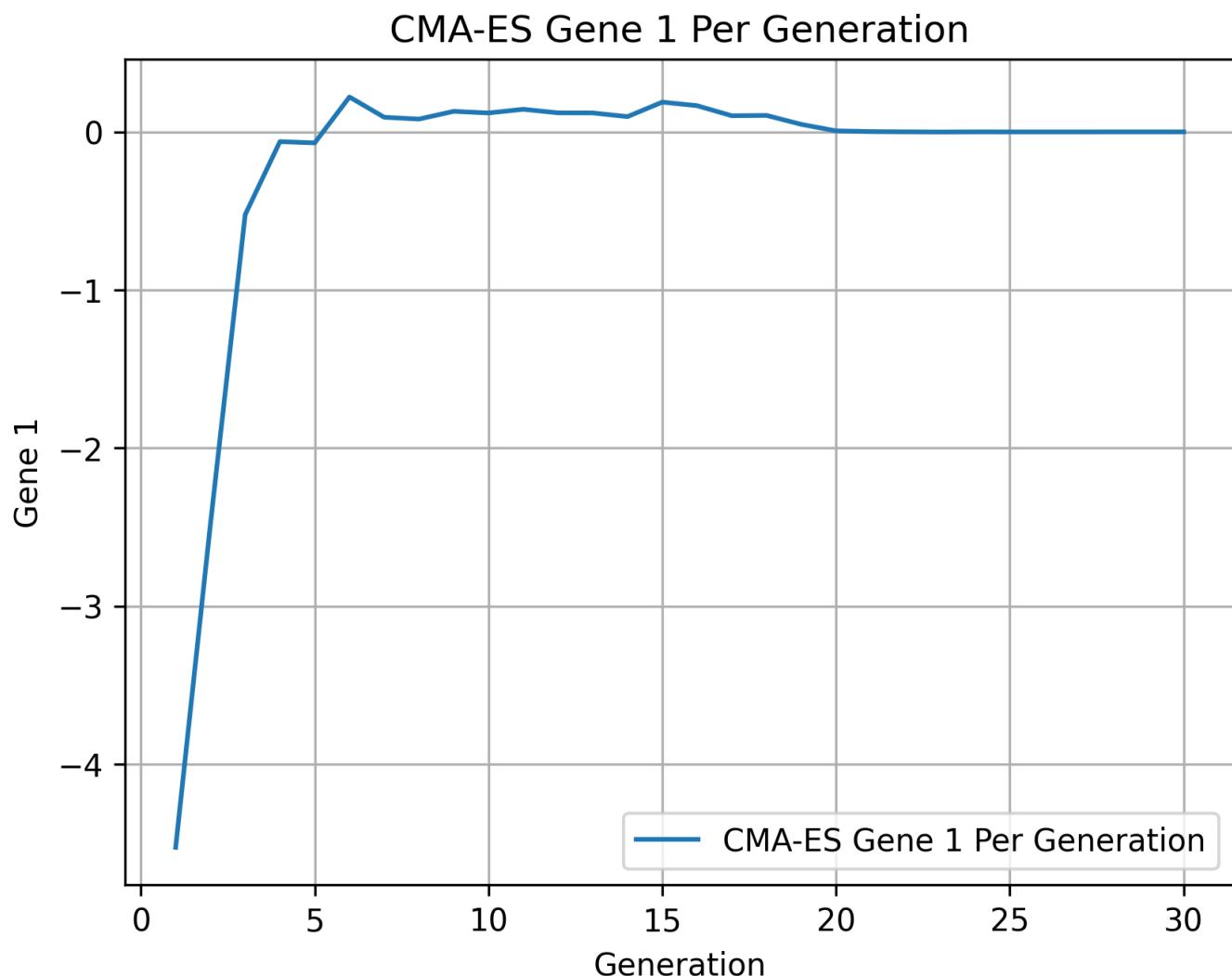
#### Experimento 4 - Drop-wave

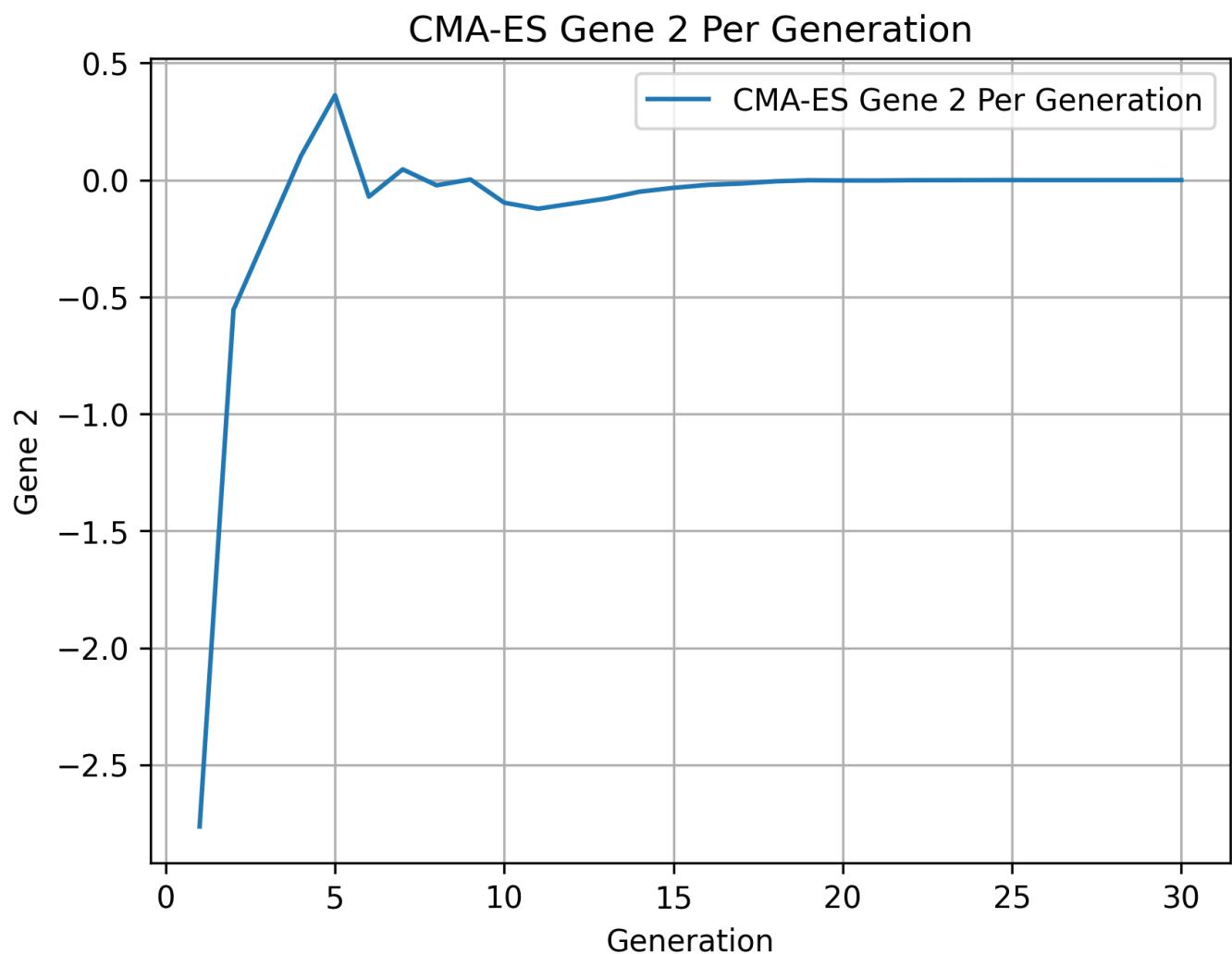
Dados de performance

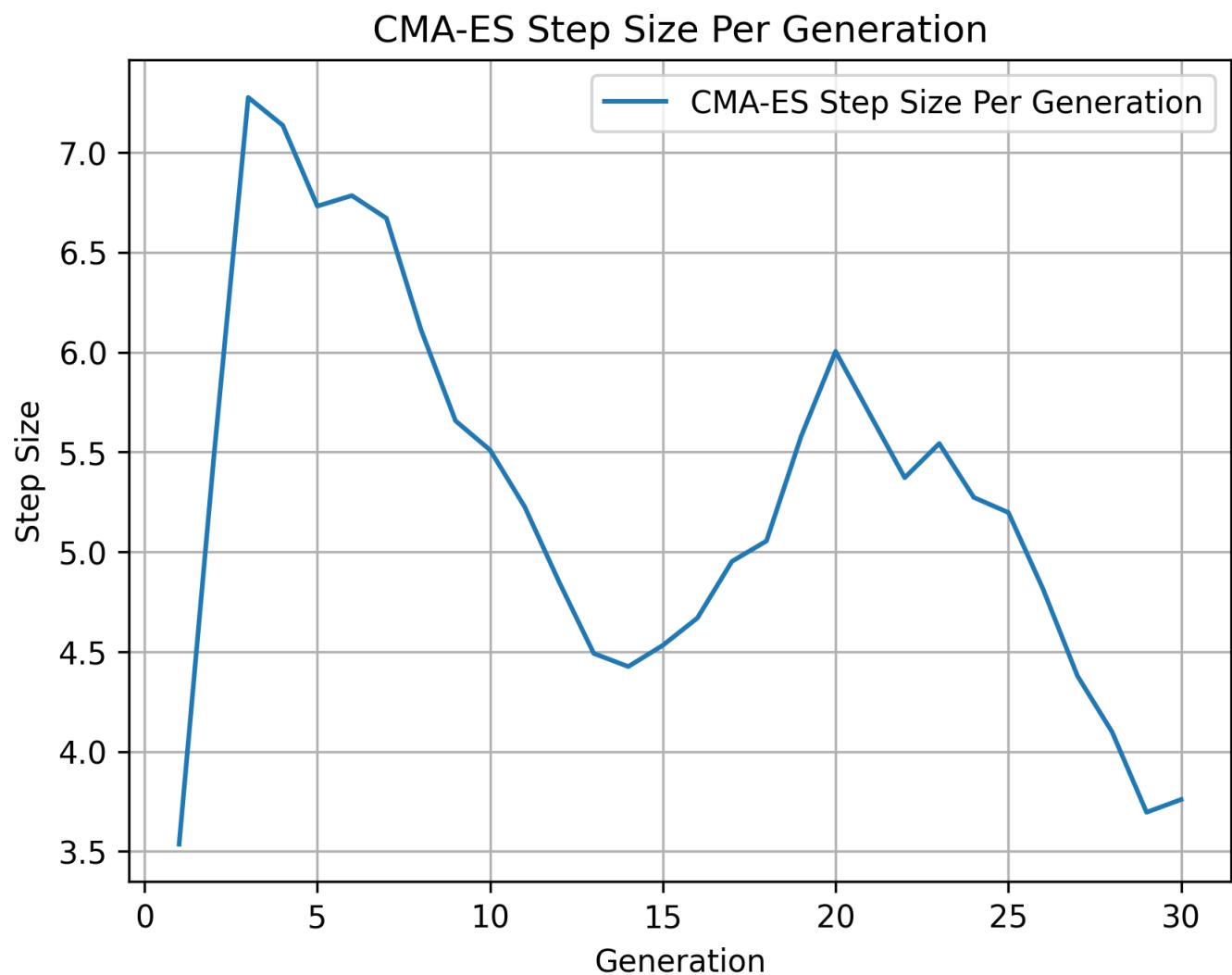
Métrica	Valor
Total Execution Time (s)	632.10
Success Rate (%)	30.00
Average Best Fitness	-0.9553
Standard Deviation of Best Fitness	0.0293

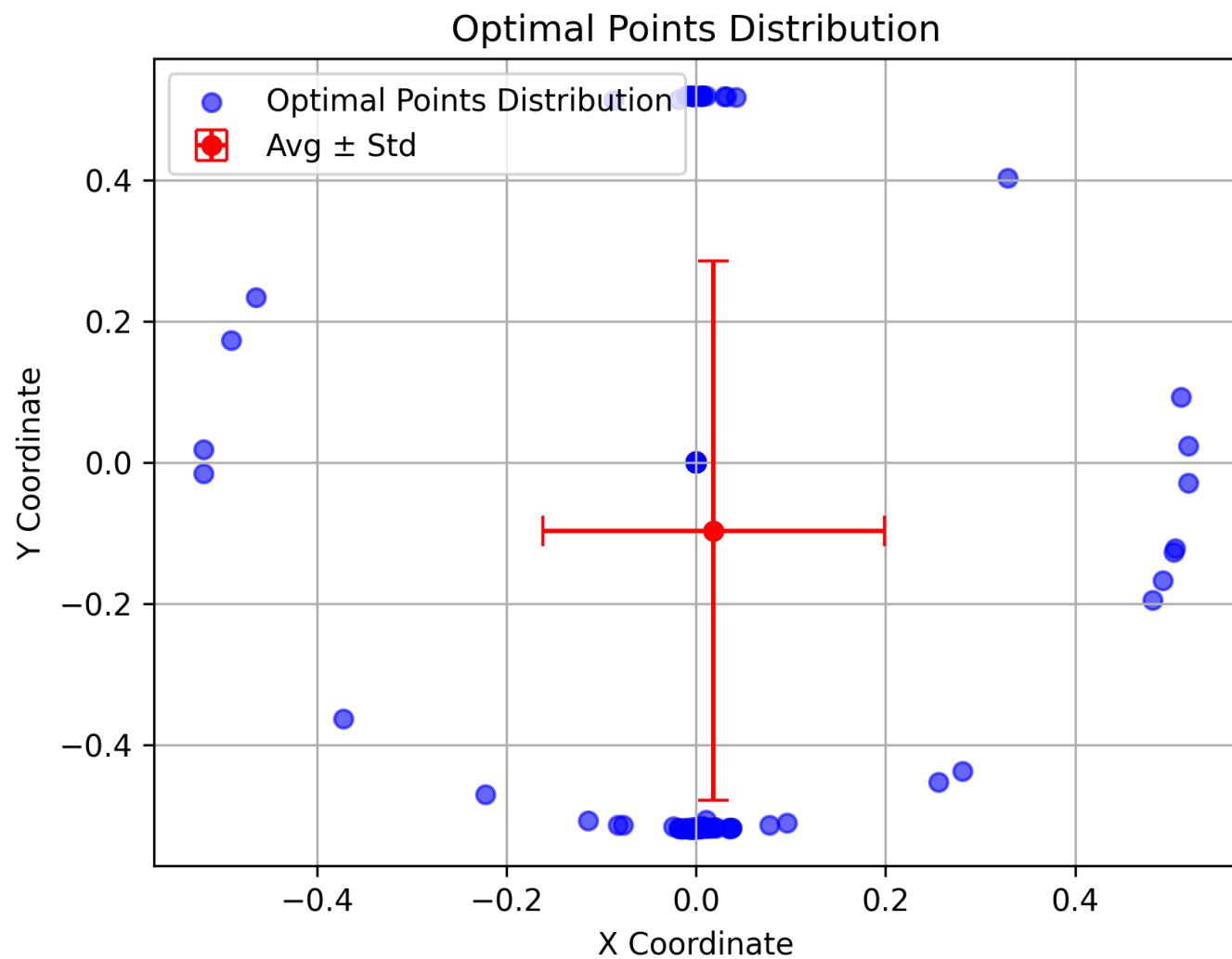
Métrica	Valor
Best Solution Found	-1.0000
Chromosome for Best Solution	[-1.69896e-05, 1.94847e-05]
Mean of Optimal Points	[0.0187, -0.0969]
Standard Deviation of Optimal Points	[0.1803, 0.3825]

Curvas de resultados









#### Experimento 4 - Levi

Dados de performance

Métrica	Valor
Total Execution Time (s)	502.49
Success Rate (%)	86.00
Average Best Fitness	0.000044
Standard Deviation of Best Fitness	0.000087
Best Solution Found	0.000000
Chromosome for Best Solution	[1.000002, 1.000097]
Mean of Optimal Points	[1.000025, 1.000078]
Standard Deviation of Optimal Points	[0.000099, 0.006548]

Curvas de resultados

Curvas de convergência de cada gene apresentadas para a execução com melhor fitness.

