

Resolvendo Suguru com Simulated Annealing

LEONARDO GONÇALVES CHAHUD
ITA
CT-208

Dataset

- ~ 6000 amostras geradas pelo gerador
 - 5x5, 6x6, 10x10, 15x15, 20x20, 30x30, 50x50
 - Método:
 - Amostras foram geradas
 - Amostras duplicadas foram excluídas
- Amostras do krazy dad
 - 5x5, 6x6, 7x7, 8x8, 9x9, 10x10, 15x15, 20x20, 30x30, 50x50
- Formato de todos os arquivos padronizados
 - Binário
 - Armazena grid de valores, regiões e solução (uma das)

Algoritmos utilizados

- Backtrack
 - Recursivo
 - Critério de parada: Número de recursões chamadas (100000)
- Motor determinístico
 - Implementadas todas as regras do site
 - Critério de parada: Nenhuma regra a ser aplicada
- Simulated Annealing
 - Versão com paralelismo e sem
 - Reset de temperature
 - Critério de parada: > 2 resets

Simulated Annealing

- Meta-heurística inspirada no processo de resfriamento de metais.
- Busca soluções ótimas aproximadas para problemas complexos de otimização.
- Aceita soluções piores no início (alta “temperatura”) para escapar de ótimos locais.
- Reduz gradualmente a probabilidade de aceitar soluções piores à medida que “esfria”.
- Simples, flexível e eficaz quando o espaço de busca é grande ou irregular.

Simulated Annealing

Parâmetros

- Temperatura: 1
- Temperatura de reset: 0.1
- Taxa de resfriamento: 0.999
- Probabilidade de permutar uma região toda (p): 5%
- Número máximo de resets: 2

Ações

- Permutar apenas um número dentro da região
- Permutar toda uma região

Simulated Annealing

Método

- Roda o motor determinístico e fixa as casas descobertas
- Inicia o S.A

Versão Padrão (Python)

- Reset de temperatura
- Decaimento exponencial
- Shifts de regiões inteiras e casas conflitantes

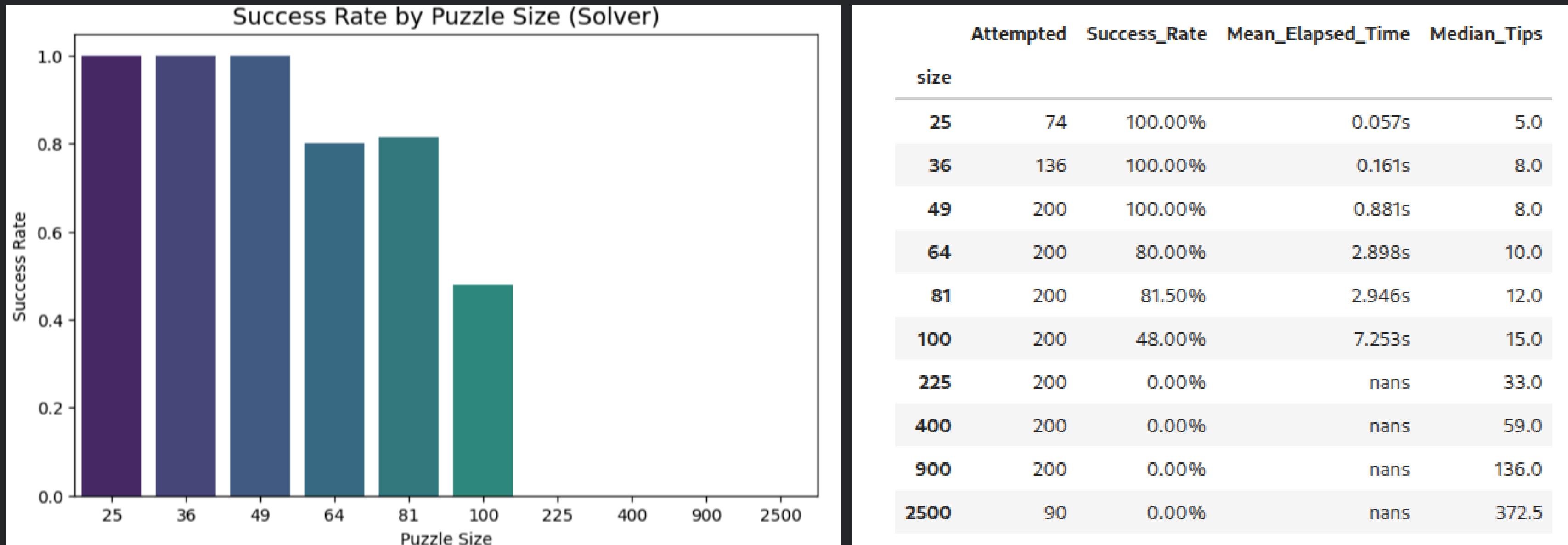
Versão Otimizada

- Paralelismo
- Processadores lógicos alocados
- Número de threads: Número de processadores lógicos

Estatísticas - Dataset 1

- Dados coletados de cada instância
 - Se o solver conseguiu resolver ou não
 - Tempo de execução em cada solver
 - Número de dicas
 - Tamanho da instância
 - Número de regiões
 - Proporção (dicas)/(tamanho do tabuleiro)
 - Proporção (dicas)/(número de regiões)
 - Tamanho máximo das regiões
 - Tamanho mínimo das regiões
 - Média, mediana e desvio padrão do tamanho das regiões

Estatísticas - Backtrack - Resolução

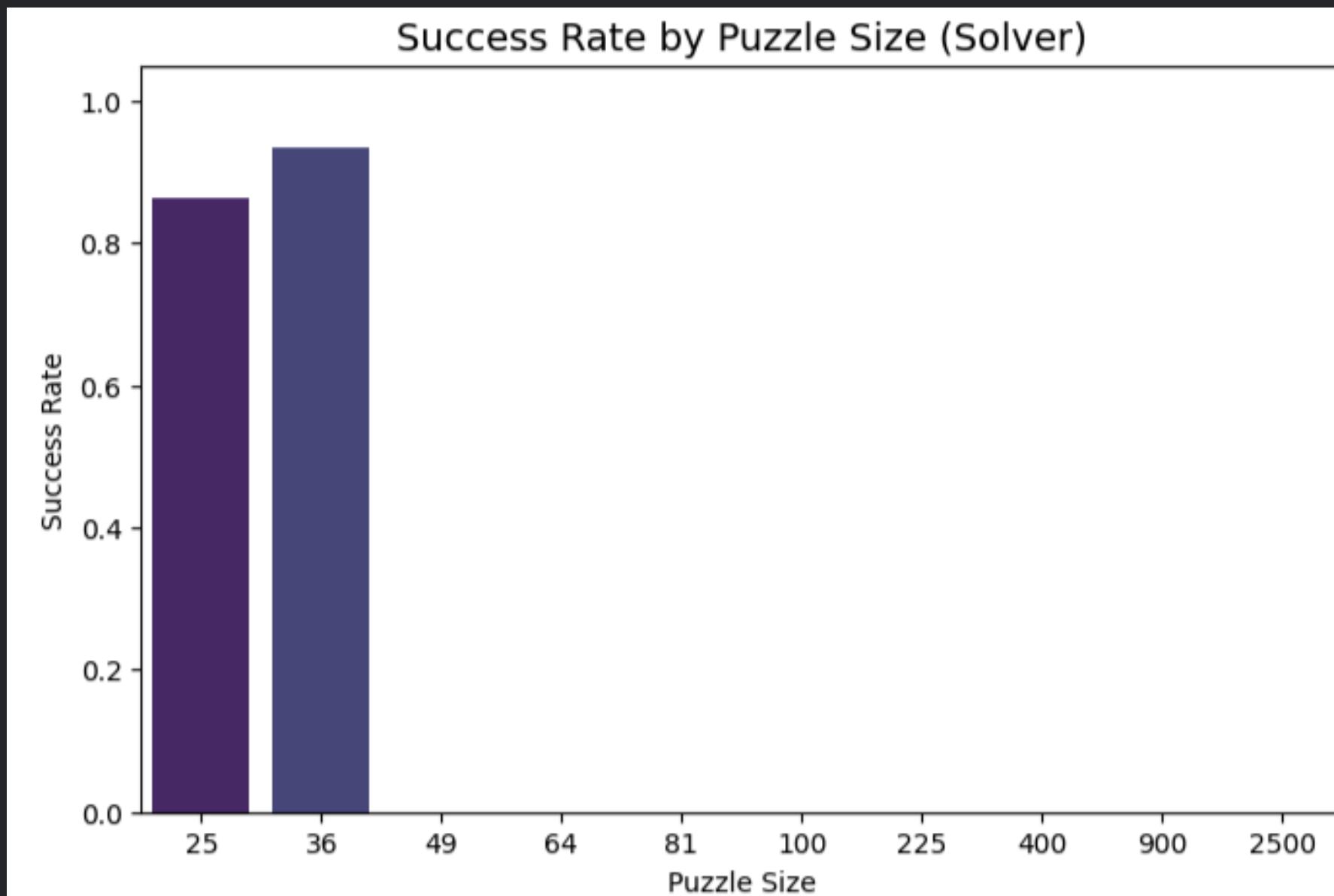


Estatísticas - Backtrack - Resolução

Metric	Value
Total Puzzles	1700.000000
Puzzles Solved	829.000000
Success Rate	0.487647
Mean Solved Time	2.222488
Median Solved Time	0.214376
Mean Tips Used	52.644118

size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	100.00%	0.057s	5.0
36	136	100.00%	0.161s	8.0
49	200	100.00%	0.881s	8.0
64	200	80.00%	2.898s	10.0
81	200	81.50%	2.946s	12.0
100	200	48.00%	7.253s	15.0
225	200	0.00%	nans	33.0
400	200	0.00%	nans	59.0
900	200	0.00%	nans	136.0
2500	90	0.00%	nans	372.5

Estatísticas - D.E - Resolução



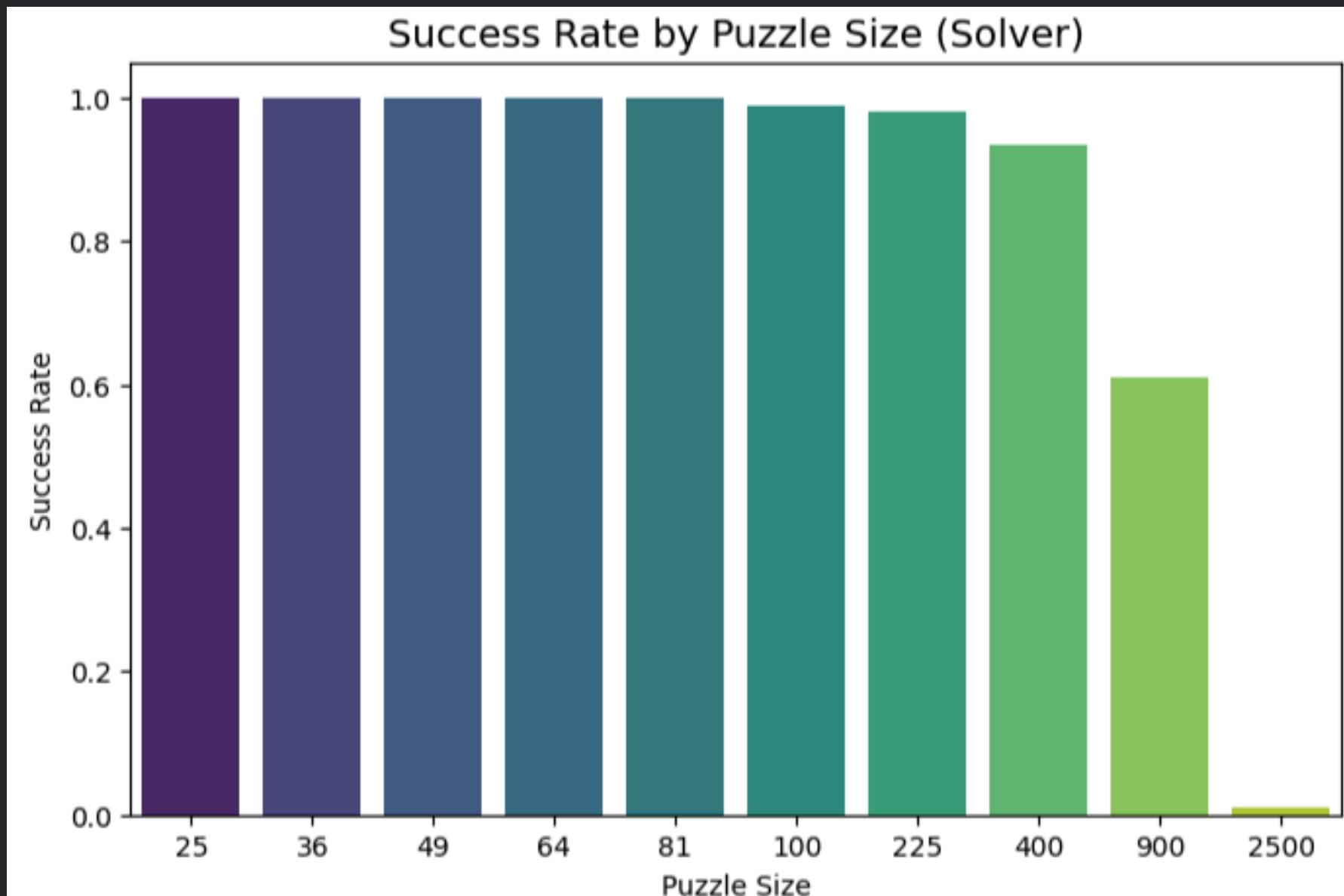
size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	86.49%	0.004s	5.0
36	136	93.38%	0.006s	8.0
49	200	0.00%	nans	8.0
64	200	0.00%	nans	10.0
81	200	0.00%	nans	12.0
100	200	0.00%	nans	15.0
225	200	0.00%	nans	33.0
400	200	0.00%	nans	59.0
900	200	0.00%	nans	136.0
2500	90	0.00%	nans	372.5

Estatísticas - D.E - Resolução

Metric	Value
Total Puzzles	1700.000000
Puzzles Solved	191.000000
Success Rate	0.112353
Mean Solved Time	0.004970
Median Solved Time	0.004980
Mean Tips Used	52.644118

size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	86.49%	0.004s	5.0
36	136	93.38%	0.006s	8.0
49	200	0.00%	nans	8.0
64	200	0.00%	nans	10.0
81	200	0.00%	nans	12.0
100	200	0.00%	nans	15.0
225	200	0.00%	nans	33.0
400	200	0.00%	nans	59.0
900	200	0.00%	nans	136.0
2500	90	0.00%	nans	372.5

Estatísticas - S.A - Resolução



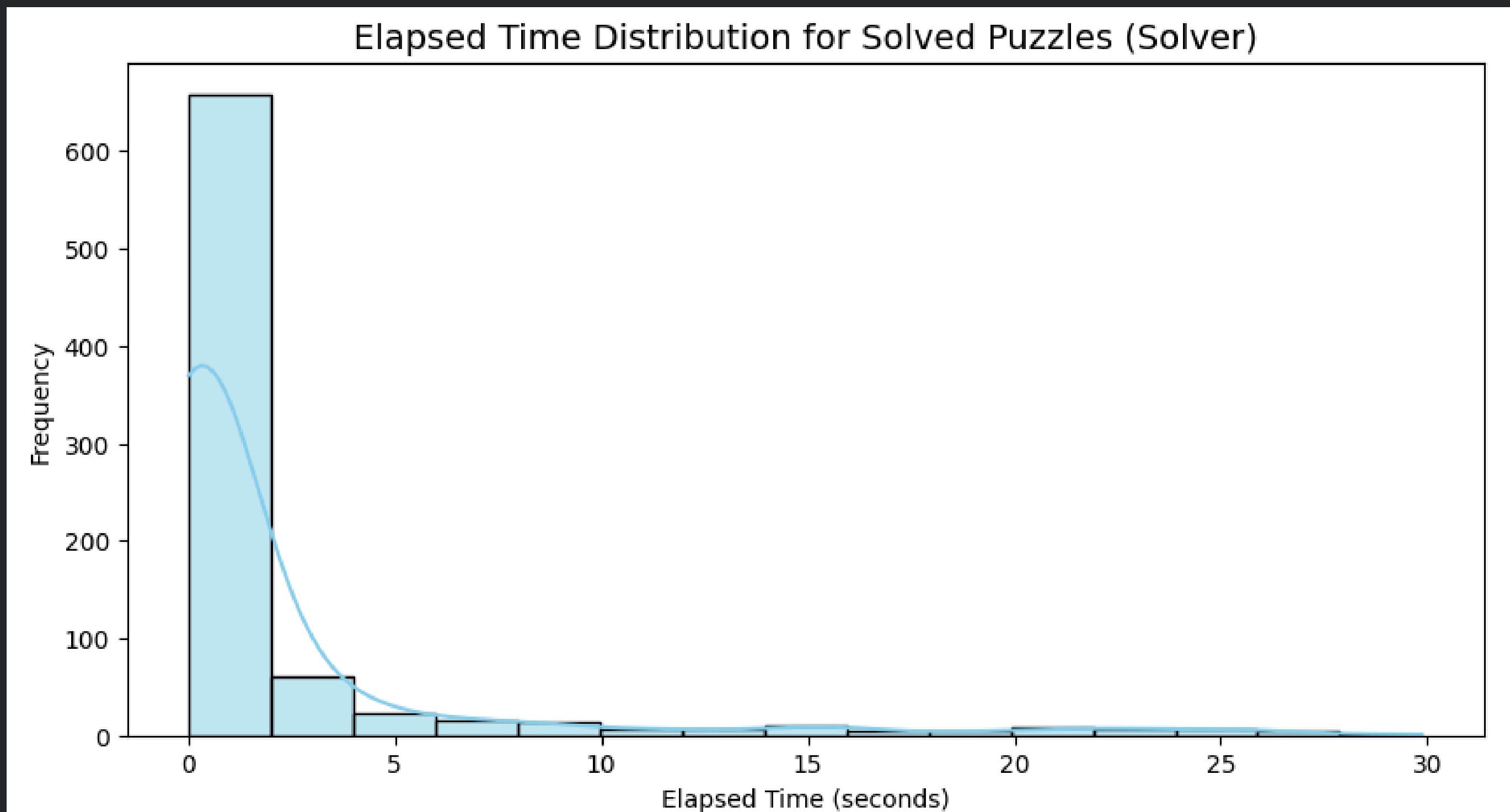
size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	100.00%	0.024s	5.0
36	136	100.00%	0.013s	8.0
49	200	100.00%	0.119s	8.0
64	200	100.00%	0.171s	10.0
81	200	100.00%	0.301s	12.0
100	200	99.00%	0.466s	15.0
225	200	98.00%	2.217s	33.0
400	200	93.50%	4.234s	59.0
900	200	61.00%	9.450s	136.0
2500	90	1.11%	23.007s	372.5

Estatísticas - S.A - Resolução

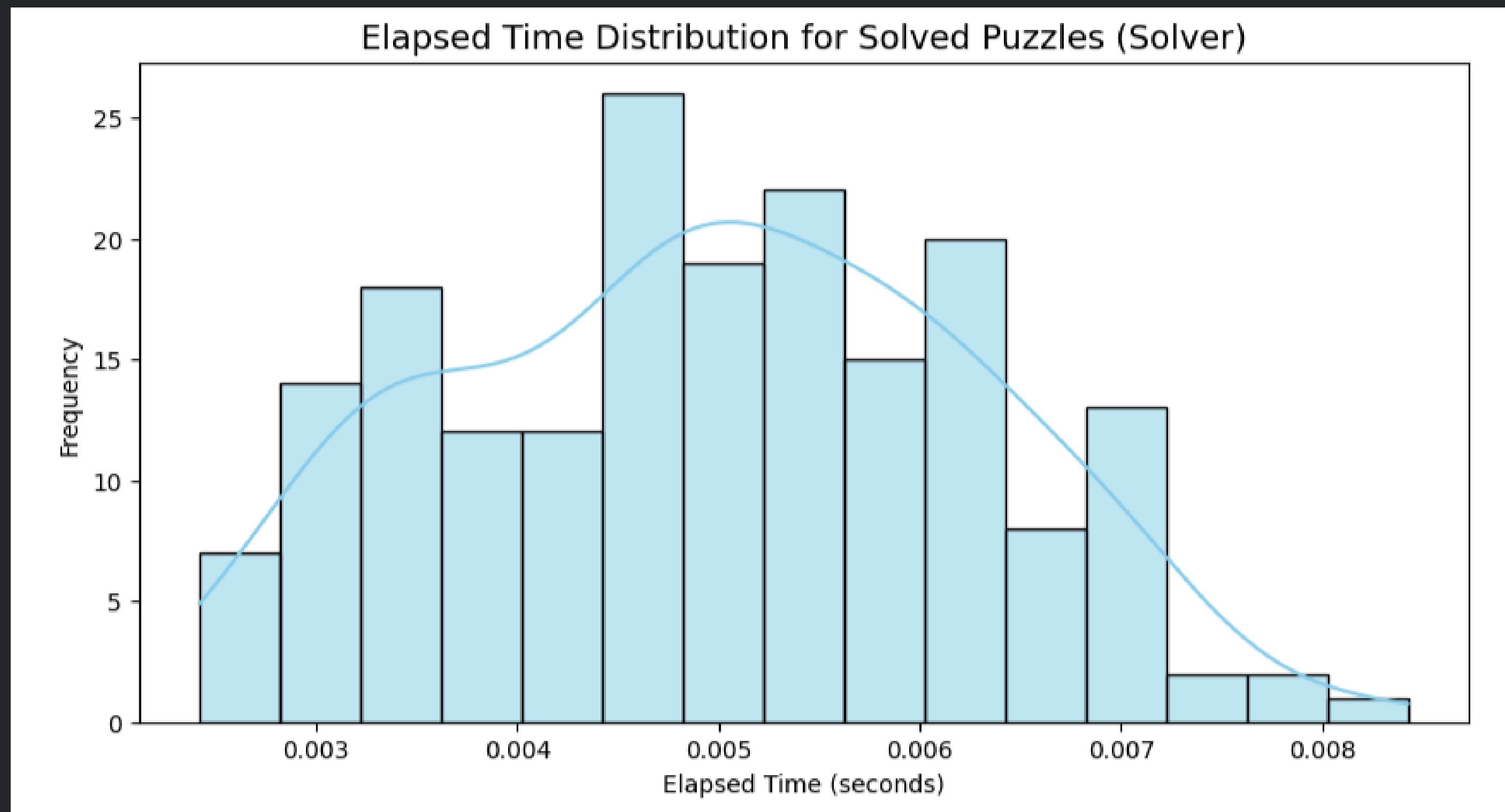
Metric	Value
Total Puzzles	1700.000000
Puzzles Solved	1514.000000
Success Rate	0.890588
Mean Solved Time	1.728100
Median Solved Time	0.177003
Mean Tips Used	52.644118

size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	100.00%	0.024s	5.0
36	136	100.00%	0.013s	8.0
49	200	100.00%	0.119s	8.0
64	200	100.00%	0.171s	10.0
81	200	100.00%	0.301s	12.0
100	200	99.00%	0.466s	15.0
225	200	98.00%	2.217s	33.0
400	200	93.50%	4.234s	59.0
900	200	61.00%	9.450s	136.0
2500	90	1.11%	23.007s	372.5

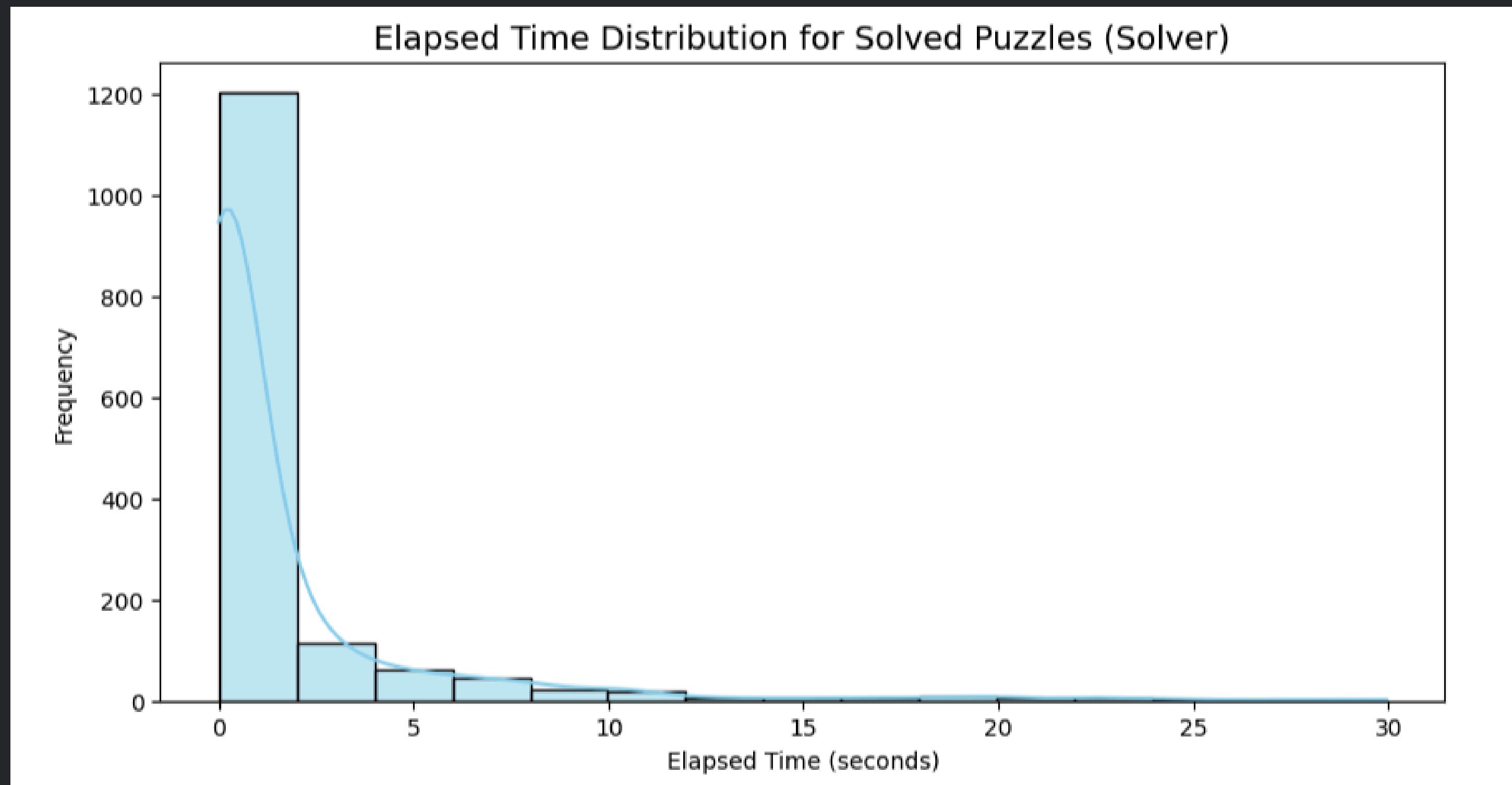
Estatísticas - Backtrack - Tempo



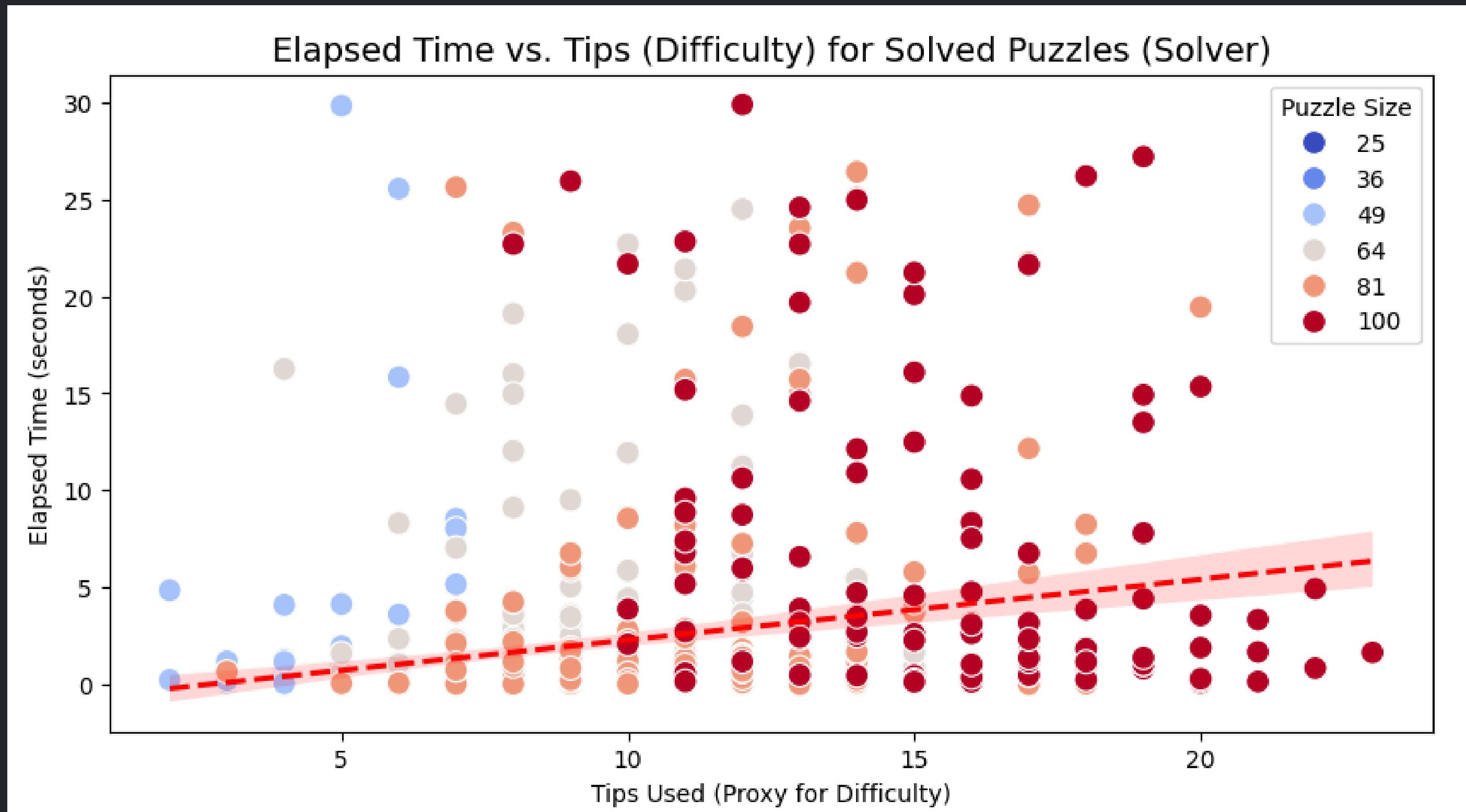
Estatísticas - D.E - Tempo



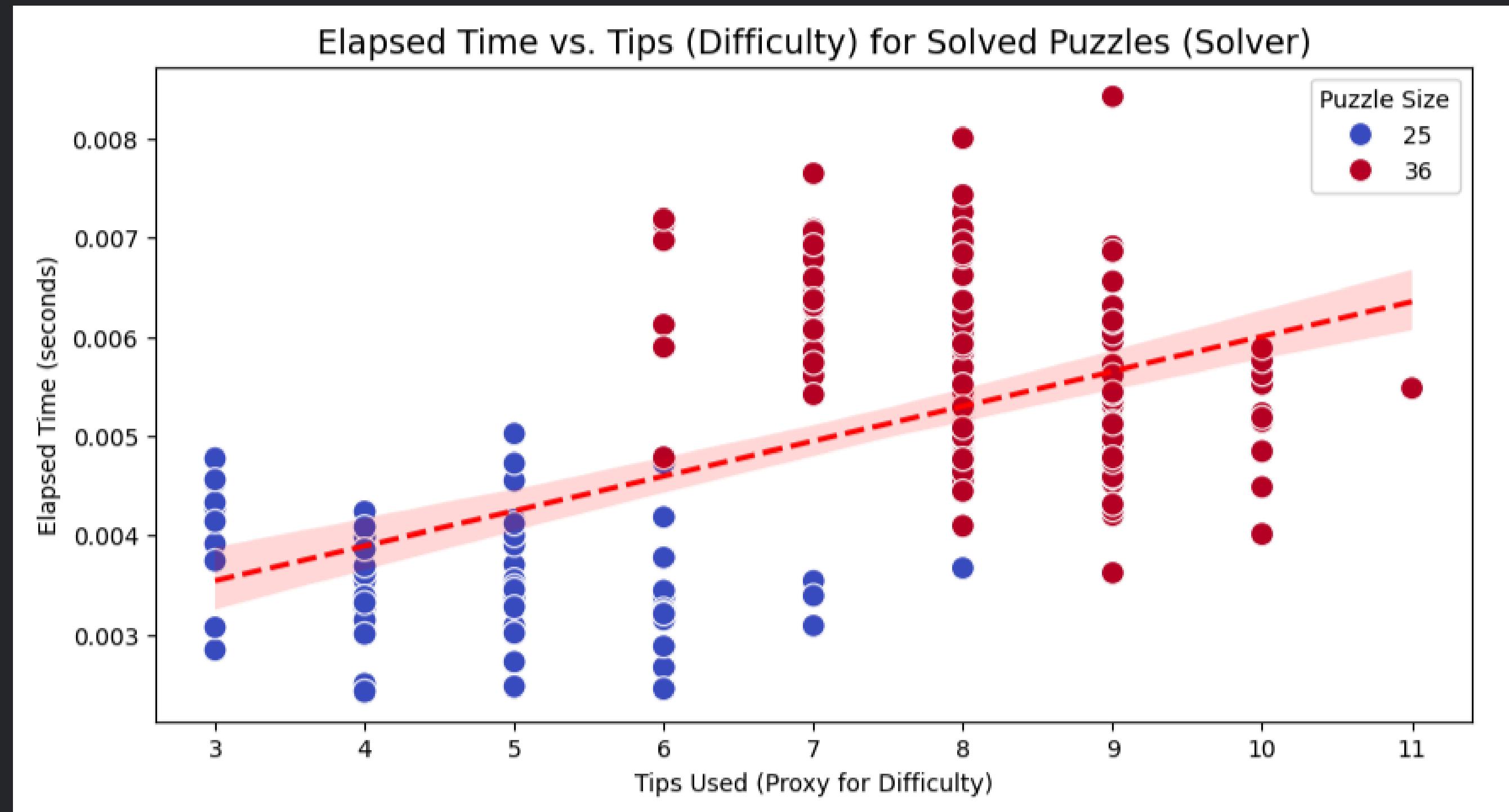
Estatísticas - S.A - Tempo



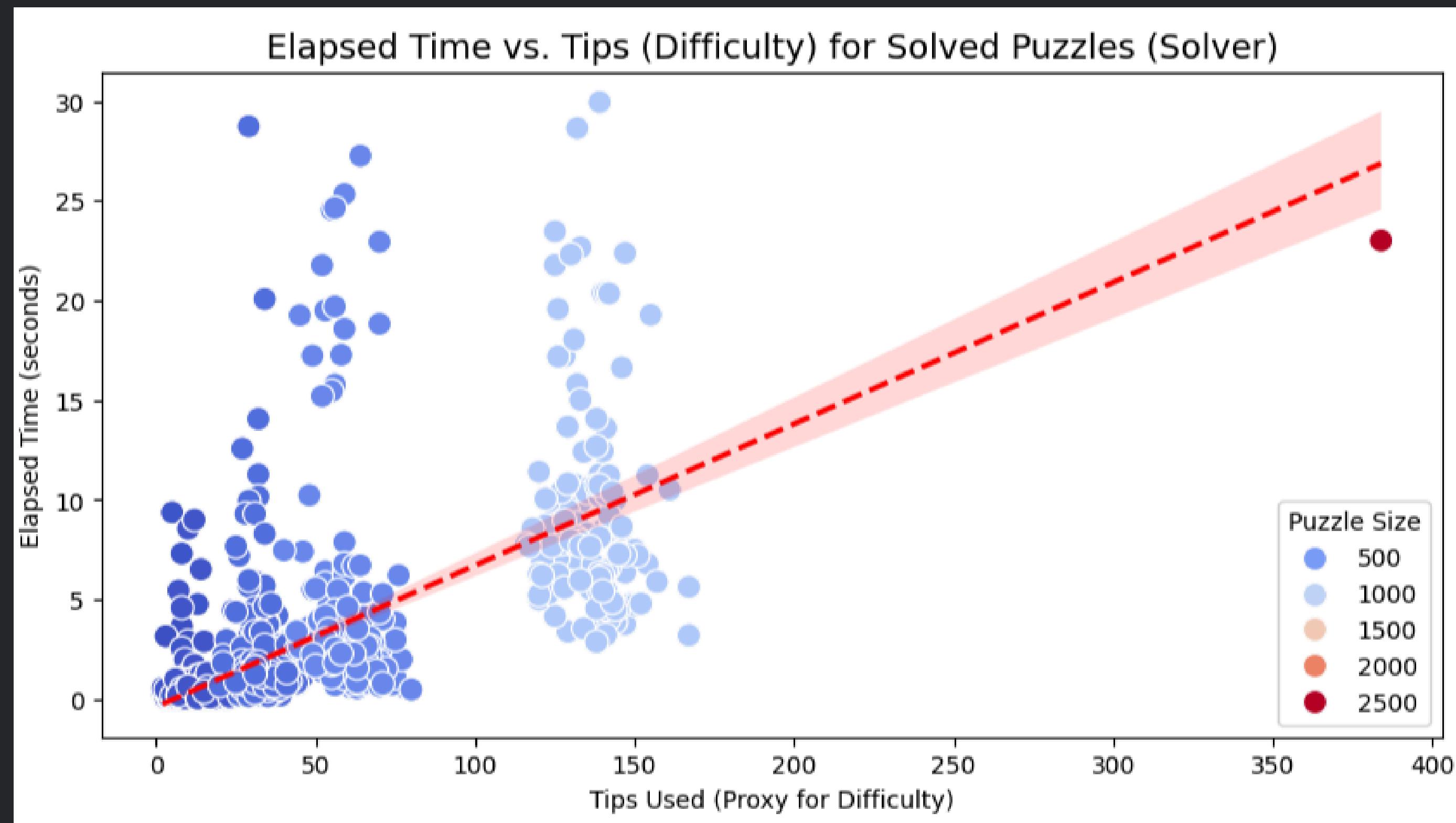
Estatísticas - Backtrack - Tempo



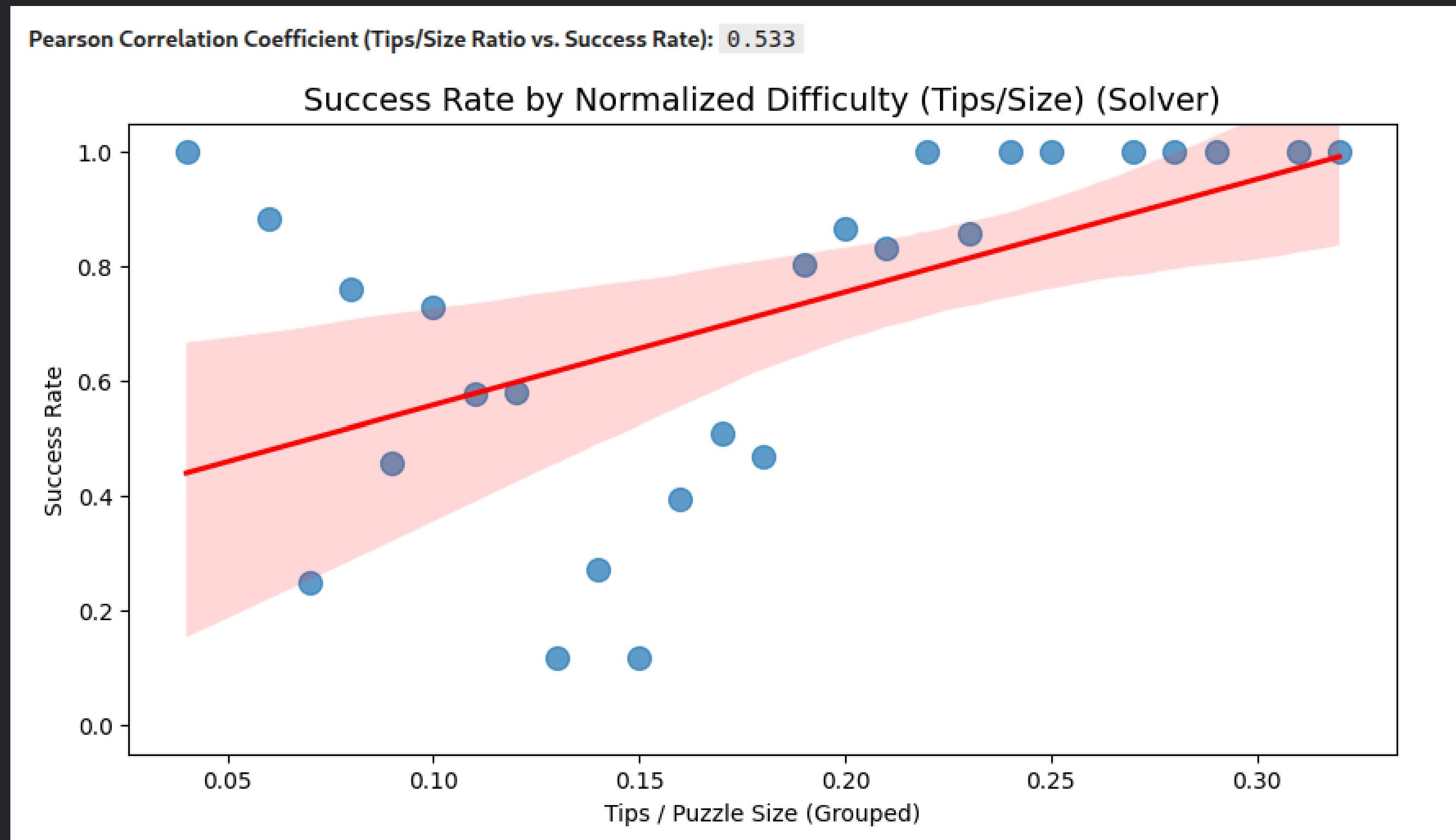
Estatísticas - D.E - Tempo



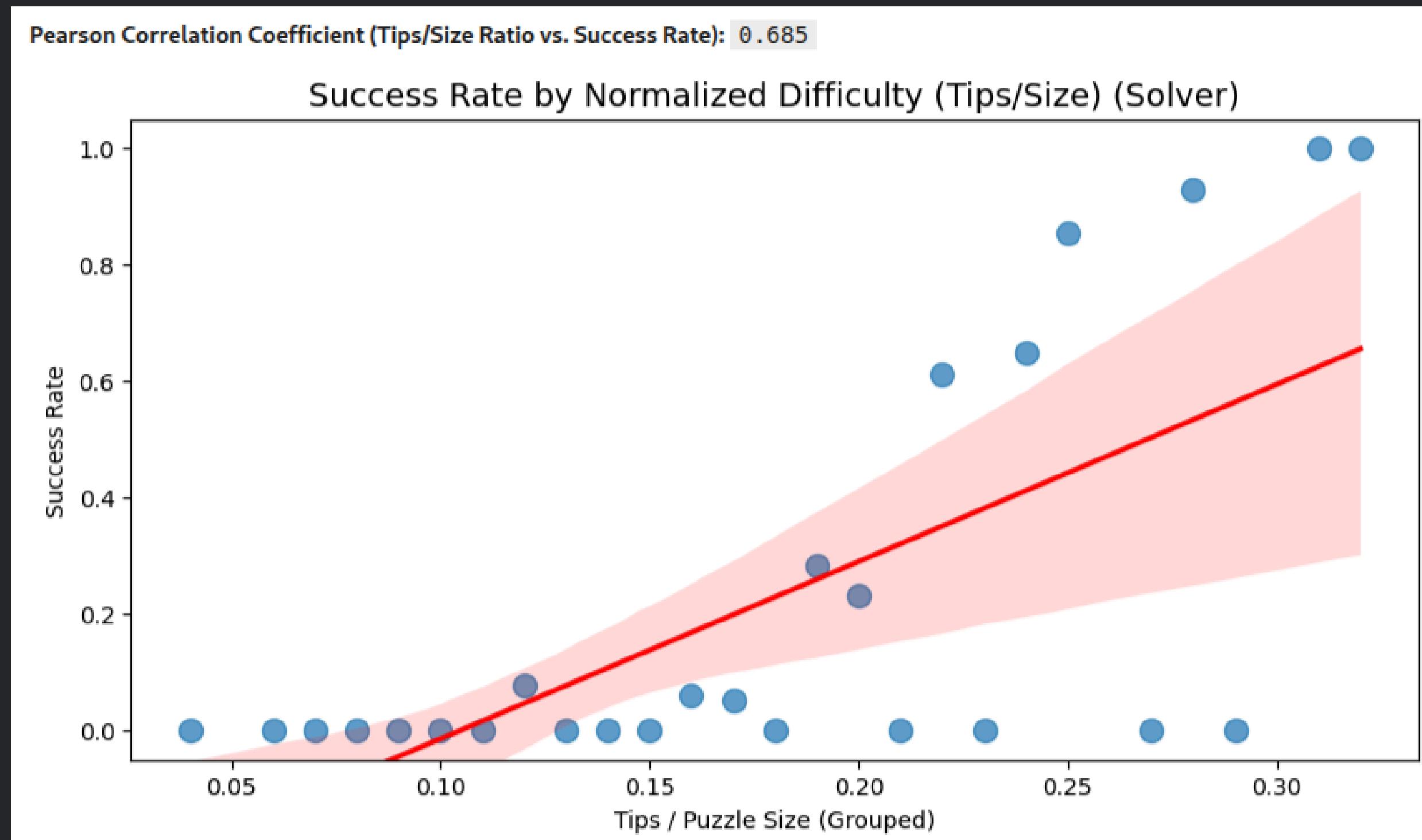
Estatísticas - S.A - Tempo



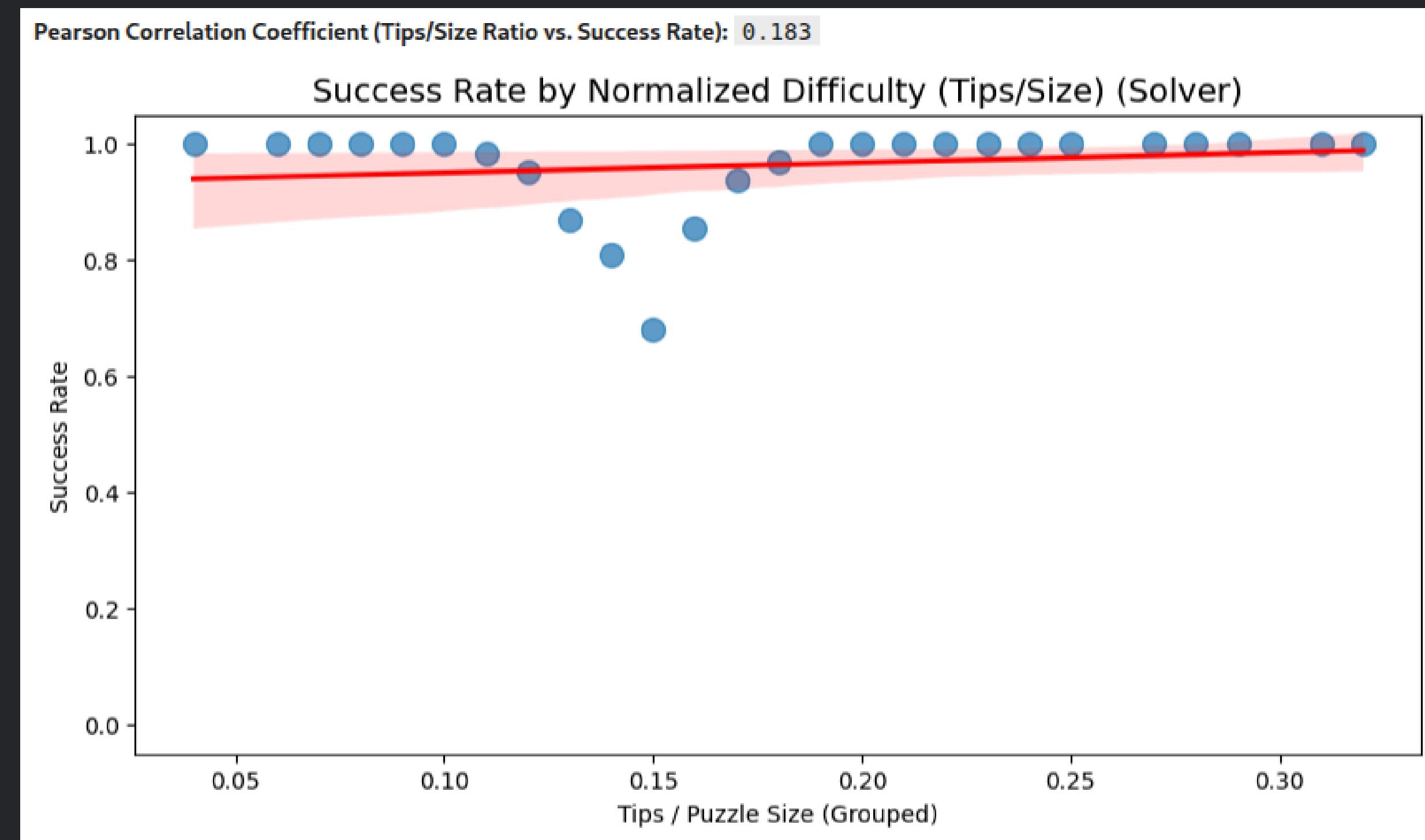
Estatísticas - Backtrack - Tempo



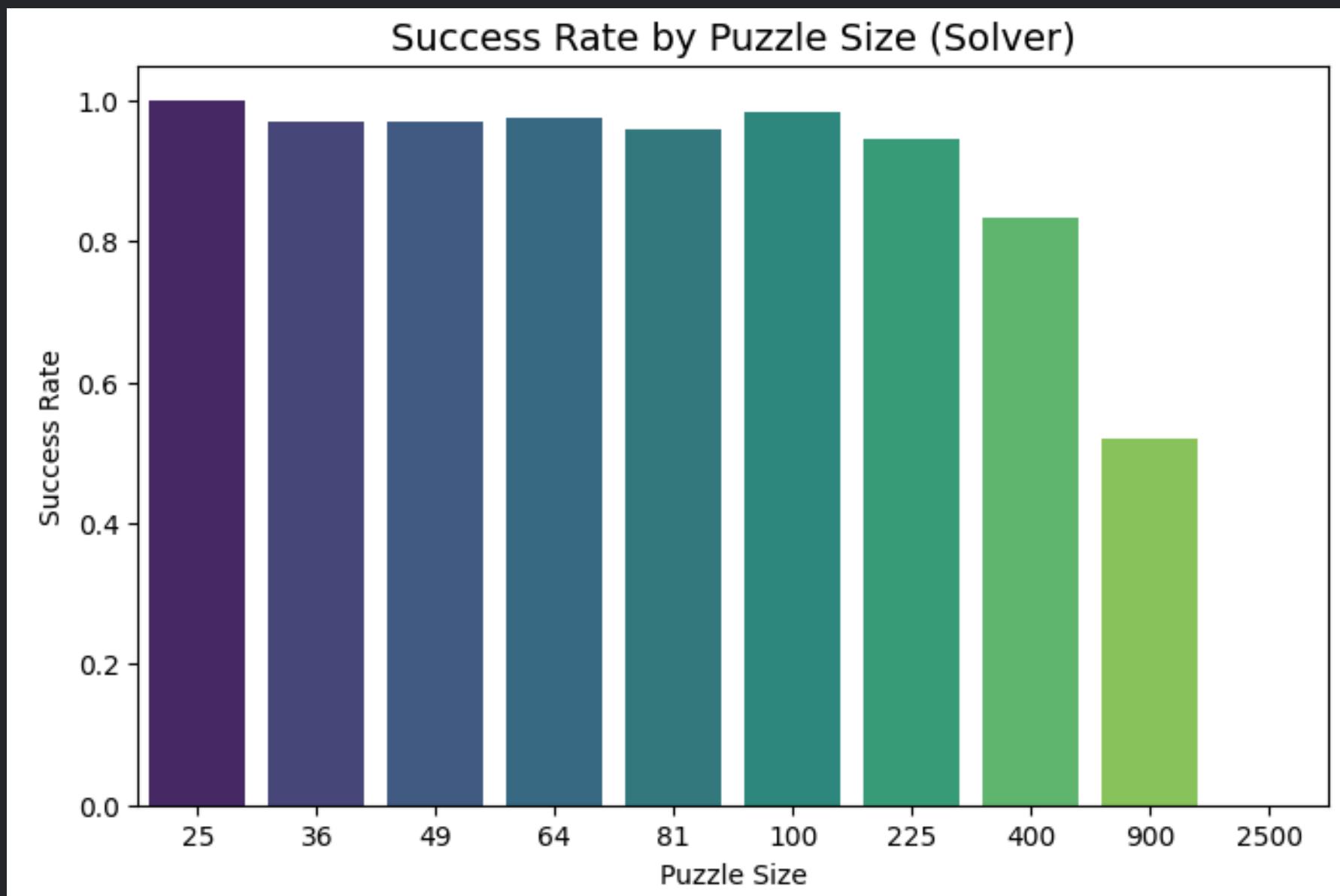
Estatísticas - D.E - Tempo



Estatísticas - S.A - Tempo

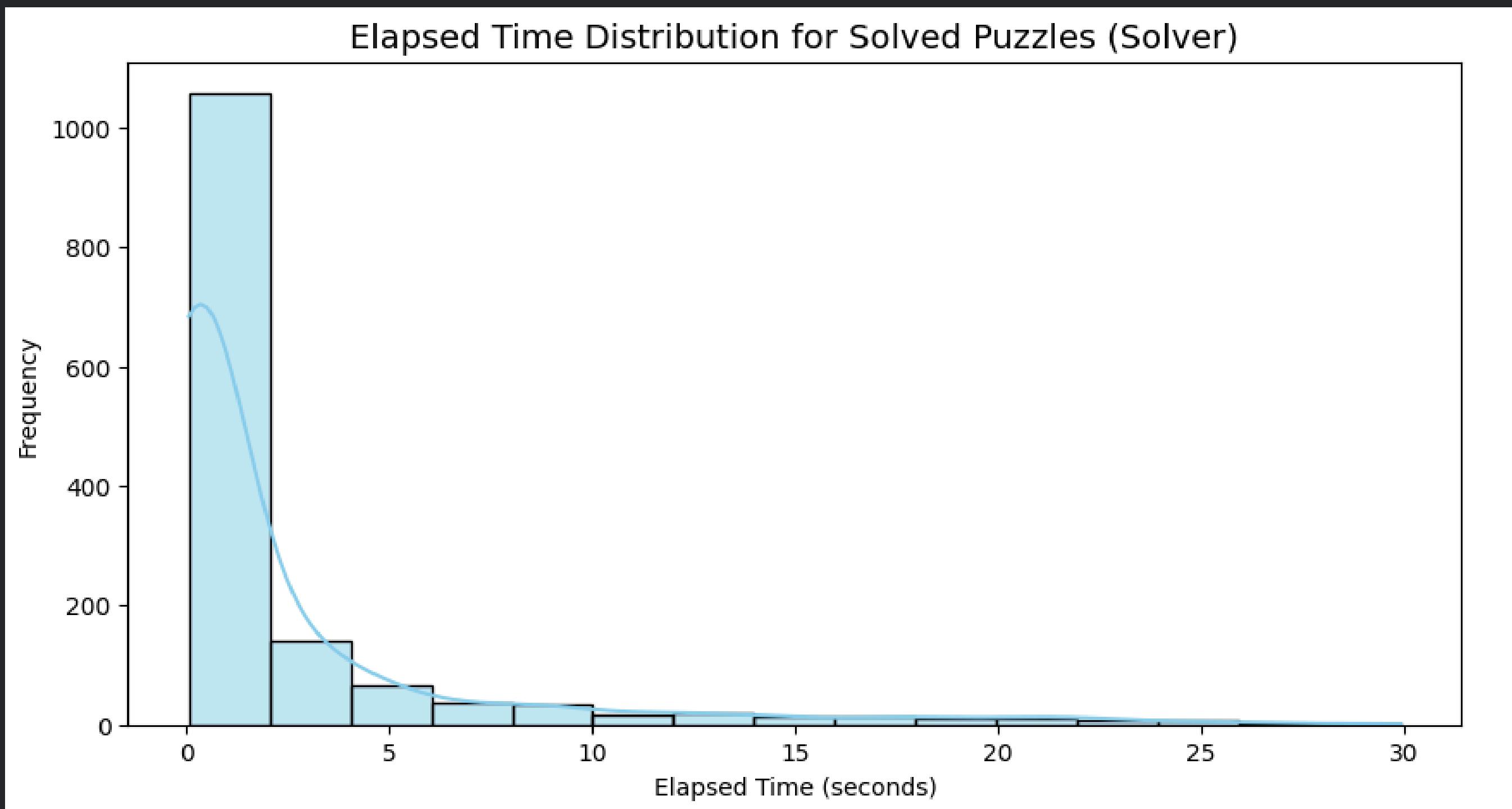


Estatísticas - S.A (0) - Tempo

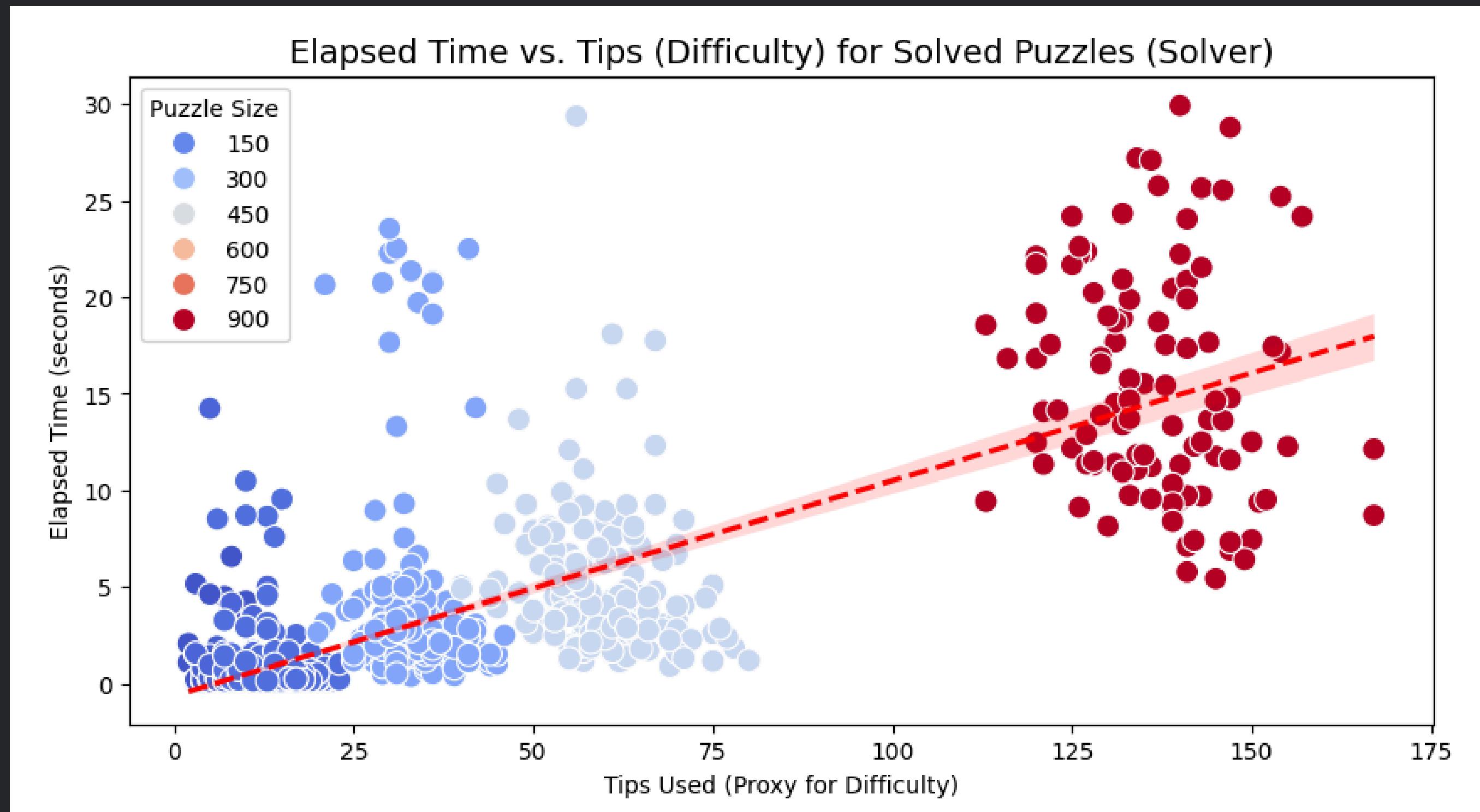


size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	100.00%	0.137s	5.0
36	136	97.06%	0.087s	8.0
49	200	97.00%	0.361s	8.0
64	200	97.50%	0.293s	10.0
81	200	96.00%	0.469s	12.0
100	200	98.50%	0.801s	15.0
225	200	94.50%	3.844s	33.0
400	200	83.50%	5.146s	59.0
900	200	52.00%	15.364s	136.0
2500	90	0.00%	nans	372.5

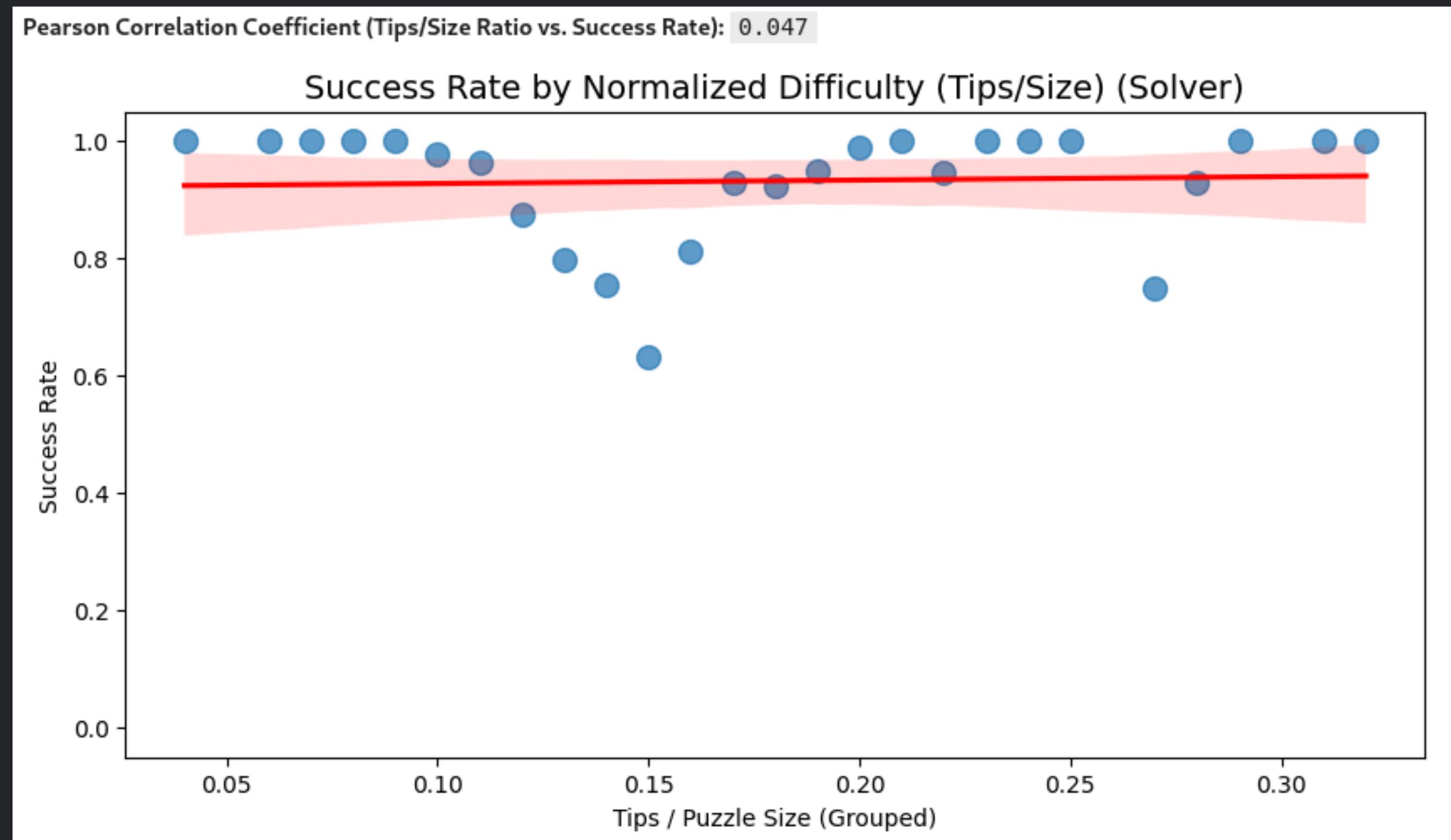
Estatísticas - S.A (0) - Tempo



Estatísticas - S.A (0) - Tempo



Estatísticas - S.A (0) - Resolução



Estatísticas - S.A (0) - Resolução

Metric	Value
Total Puzzles	1700.000000
Puzzles Solved	1444.000000
Success Rate	0.849412
Mean Solved Time	2.479459
Median Solved Time	0.307277
Mean Tips Used	52.644118

size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
25	74	100.00%	0.137s	5.0
36	136	97.06%	0.087s	8.0
49	200	97.00%	0.361s	8.0
64	200	97.50%	0.293s	10.0
81	200	96.00%	0.469s	12.0
100	200	98.50%	0.801s	15.0
225	200	94.50%	3.844s	33.0
400	200	83.50%	5.146s	59.0
900	200	52.00%	15.364s	136.0
2500	90	0.00%	nans	372.5

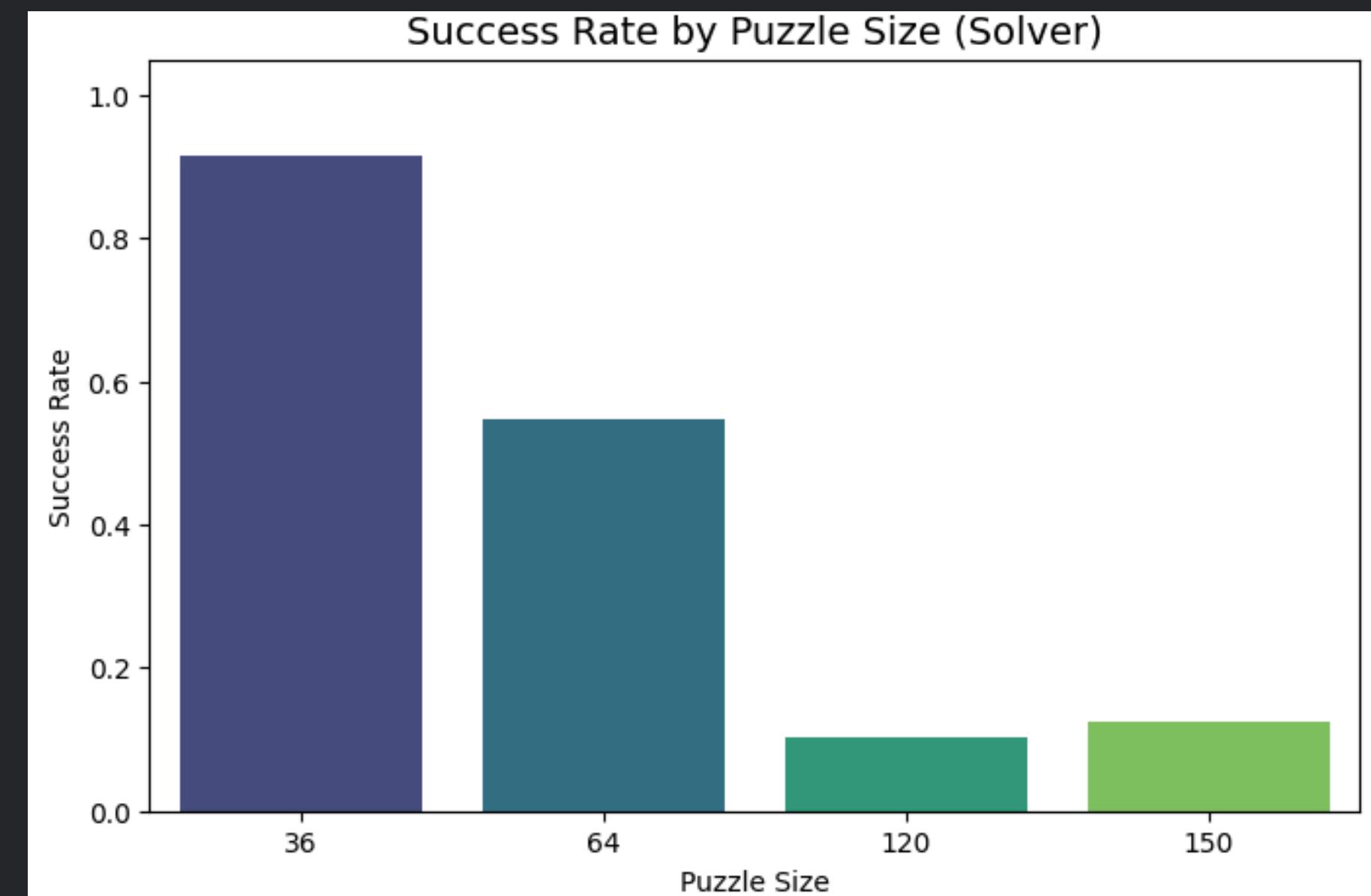
Estatísticas - S.A - Dataset Krazy Dad

Metric	Value
Total Puzzles	5598.000000
Puzzles Solved	2623.000000
Success Rate	0.468560
Mean Solved Time	1.499496
Median Solved Time	0.299173
Mean Tips Used	14.663094

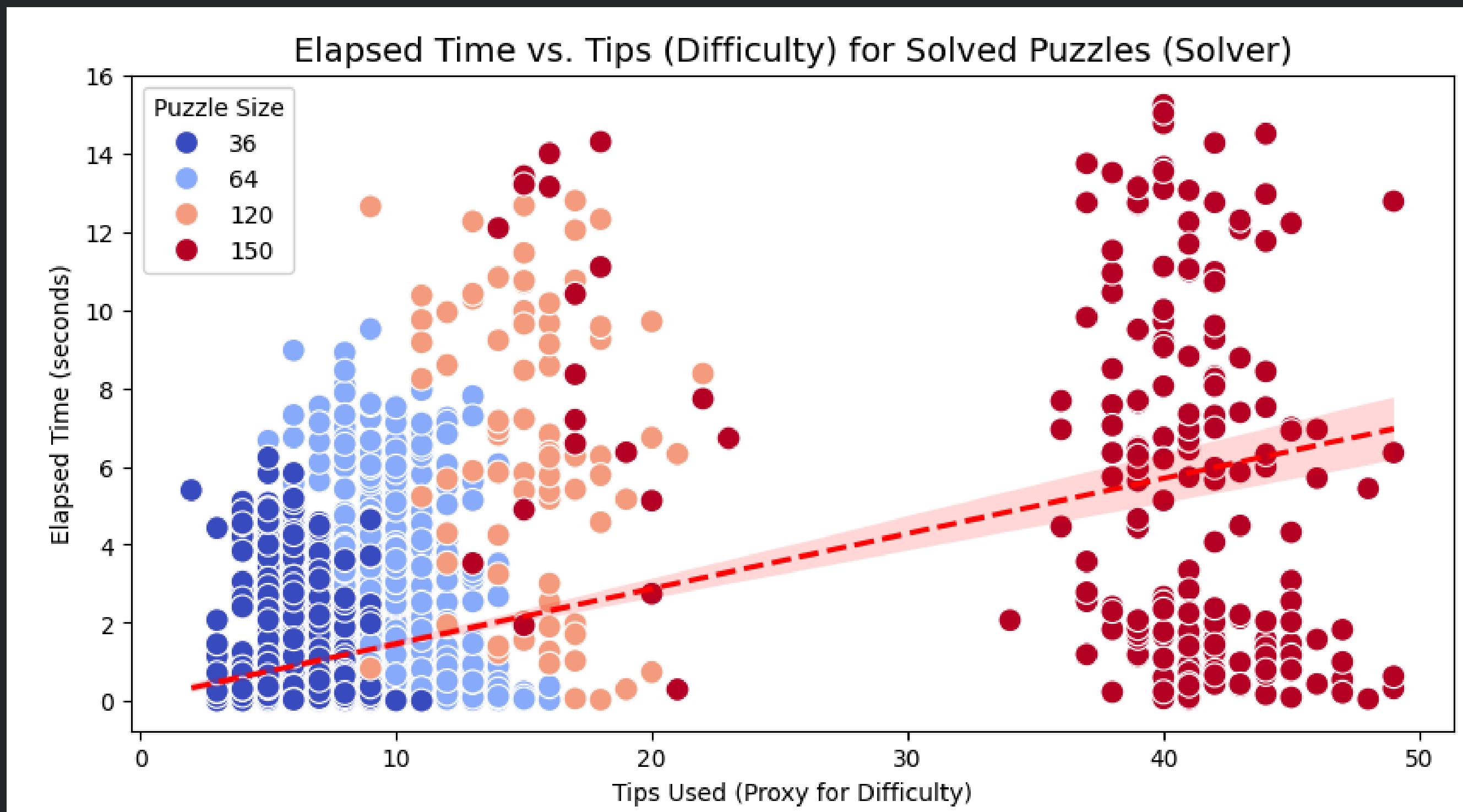
size	Attempted	Success_Rate	Mean_Elapsed_Time	Median_Tips
36	1600	91.44%	0.519s	6.0
64	1600	54.81%	1.691s	9.0
120	800	10.38%	6.420s	14.0
150	1598	12.52%	5.792s	25.5

Estatísticas - S.A - Dataset Krazy Dad

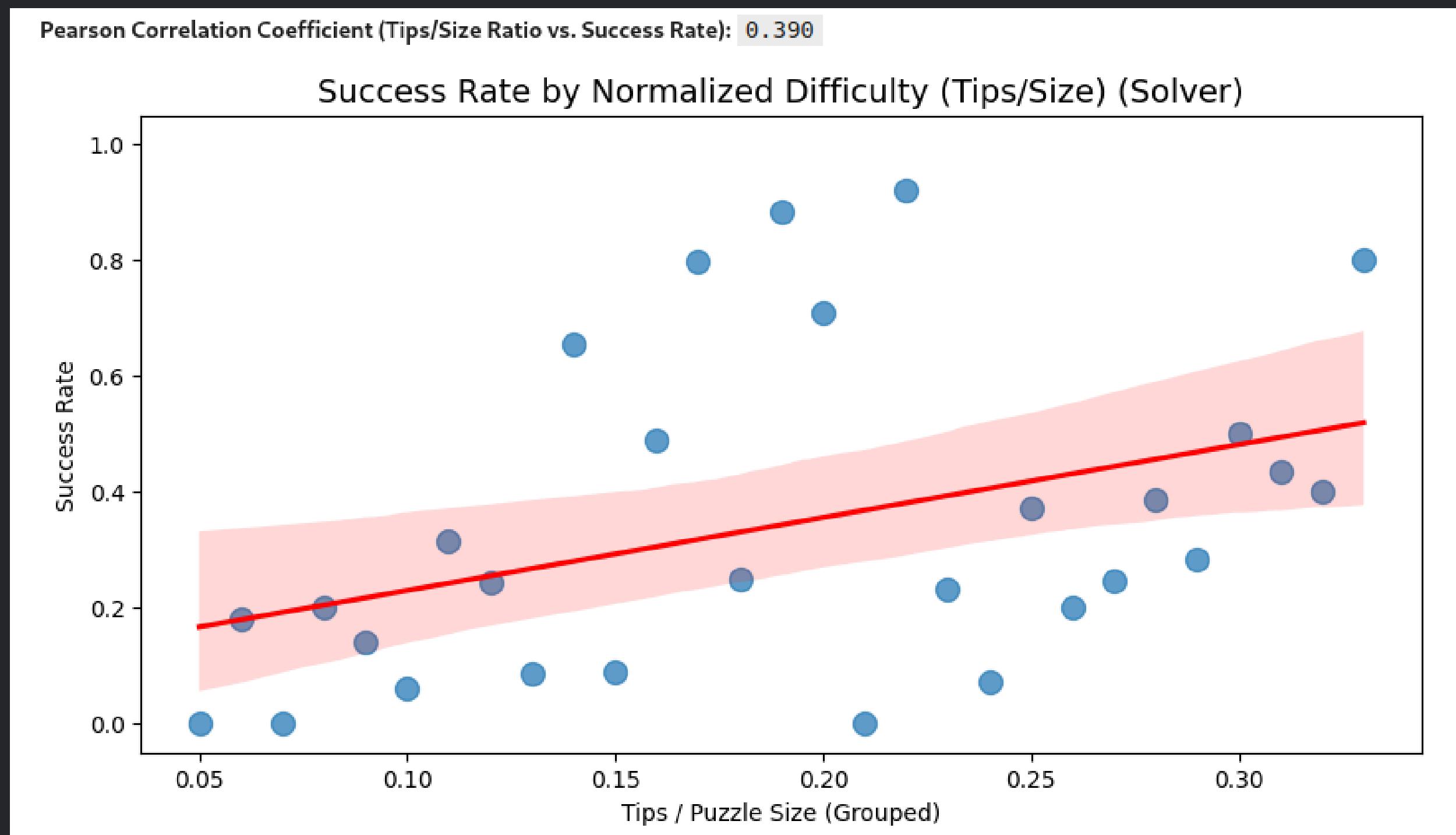
Metric	Value
Total Puzzles	5598.000000
Puzzles Solved	2623.000000
Success Rate	0.468560
Mean Solved Time	1.499496
Median Solved Time	0.299173
Mean Tips Used	14.663094



Estatísticas - S.A - Dataset Krazy Dad



Estatísticas - S.A - Dataset Krazy Dad



Conclusões

- Melhor desempenho em instâncias com mais de uma solução
- Melhor que D.E em qualquer caso (já era esperado)
- Paralelismo não melhora significativamente
- Quanto menor a grade, mais fácil