

OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DA TOPOLOGIA DE REDES DE SENSORES SEM FIO HETEROGÊNEAS

Resultados Consolidados

Tabela 1: Valores de ϵ para cada instância do PAS.

Tamanho da Instância	Densidade (D)	Valores de ϵ
10 x 10	10%	9, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90
	20%	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
	30%	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
	40%	9, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90
	50%	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
15 x 15	10%	11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88, 99, 110, 121, 132, 143, 154, 165
	20%	14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154, 168, 182, 196, 210
	30%	13, 26, 39, 52, 65, 78, 91, 104, 117, 130, 143, 156, 169, 182, 195
	40%	14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154, 168, 182, 196, 210
	50%	15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195, 210, 225
20 x 20	10%	13, 26, 39, 52, 65, 78, 91, 104, 117, 130, 143, 156, 169, 182, 195, 208, 221, 234, 247, 260
	20%	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400
	30%	18, 36, 54, 72, 90, 108, 126, 144, 162, 180, 198, 216, 234, 252, 270, 288, 306, 324, 342, 360
	40%	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400
	50%	19, 38, 57, 76, 95, 114, 133, 152, 171, 190, 209, 228, 247, 266, 285, 304, 323, 342, 361, 380

Tabela 2: Parâmetros de configuração para os cenários de validação do modelo proposto.

Parâmetro	Descrição	Valores
$w = h$	Lado da região de monitoramento quadrada (em pontos)	{10 , 15 , 20}
D	Densidade de pontos de alocação de transceptores (%)	{10 , 20 , 30 , 40 , 50}
Z	Escala da área de monitoramento (em metros)	800
$tempo$	Limite máximo de tempo de execução para cada ϵ (horas)	12
gap	Tolerância do gap de otimização (%)	0, 1

Tabela 3: Resultados numéricos para instância de tamanho 10×10 e densidade $D = 50\%$.

Valor ϵ	Nós alocados (S2C)	Nós alocados (S2CPro)	Objetivo I	Objetivo C	Gap (%)	Tempo Solver (s)	Tempo Total (s)
10	3	0	0,9176	12	0	1,8163	6,31
20	4	0	1,2235	21	0	5,4797	9,72
30	2	1	1,3676	41	0	7,2536	11,63
40	2	1	1,3676	40	0	1,8715	6,06
50	2	1	1,3676	53	0	1,7859	5,83
60	3	1	1,6735	61	0	23,549	27,64
70	1	2	1,8176	70	0	21,4564	25,43
80	2	2	2,1235	80	0	27,0705	31,02
90	1	3	2,5735	90	0	20,1489	24,28
100	1	4	3,3894	100	0	13,735	17,87

Quantidade de posições candidatas à alocação: 50.

Variáveis binárias: 30600. Variáveis inteiras: 30652.

Total de variáveis: 30652. Total de restrições: 61055.

Tabela 4: Resultados numéricos para instância de tamanho 15×15 e densidade $D = 50\%$.

Valor ϵ	Nós alocados (S2C)	Nós alocados (S2CPro)	Objetivo I	Objetivo C	Gap (%)	Tempo Solver (s)	Tempo Total (s)
15	6	0	1,8353	21	0	15,29	40,15
30	6	0	1,8353	30	0	12,57	37,16
45	5	1	2,2853	54	0	562,7	586,8
60	5	1	2,2853	64	0	20,64	44,54
75	2	1	2,5912	76	11,49	43200,3	43223,33
90	4	2	2,7353	90	0	19210,9	19246,41
105	4	2	2,7353	105	0	82,74	106,02
120	3	3	3,1853	138	0	25367,38	25391,21
135	3	3	3,1853	135	0	597	620,88
150	2	4	3,6353	151	0	25574,81	25597,88
165	3	4	3,9412	167	0,0816	20882,31	20904,42
180	2	5	4,3912	182	0	24025,52	24049,83
195	1	6	4,8412	195	0	10171,03	10194,87
210	3	6	5,453	210	0	3967,6	3992,83
225	-	-	-	-	-	43200	43223

Quantidade de posições candidatas à alocação: 112.

Variáveis binárias: 152099. Variáveis inteiras: 152213.

Total de variáveis: 152213. Total de restrições: 303642.

Tabela 5: Resultados numéricos para instância de tamanho 20×20 e densidade $D = 30\%$.

Valor ϵ	Nós alocados (S2C)	Nós alocados (S2CPro)	Objetivo I	Objetivo C	Gap (%)	Tempo Solver (s)	Tempo Total (s)
18	6	0	1,8353	20	0	15,49	67,43
36	7	0	2,1412	37	0	258,88	288,05
54	5	1	2,2853	57	0	35,11	64,02
72	5	1	2,2853	72	0	383,86	413,35
90	4	2	2,7353	90	0	17290,51	17321,14
108	4	2	2,7353	108	0	213,08	243,36
126	3	3	3,1853	127	5,92	43200	43229
144	3	3	3,1853	144	0	246,41	283,36
162	2	4	3,6353	162	0	34488	34518
180	1	5	4,0853	183	8,5	43200	43229
198	2	5	4,3912	198	5,23	43200	43235
216	2	6	5,1471	216	14,68	43200	43246
234	2	7	5,903	234	17,63	43200	43238
252	3	7	6,2089	255	14,56	43200	43237
270	3	8	6,9648	273	15,76	43200	43233
288	2	9	7,4148	289	13,59	43200	43242
306	4	10	8,7824	306	19,99	43200	43233
324	1	12	9,3765	325	16,87	43200	43233
342	2	13	10,4383	342	14,86	43200	43230
360	5	14	360	12,1119	13,11	43200	43230

Quantidade de posições candidatas à alocação: 120.

Variáveis binárias: 213120. Variáveis inteiras: 213242.

Total de variáveis: 213242. Total de restrições: 387325.

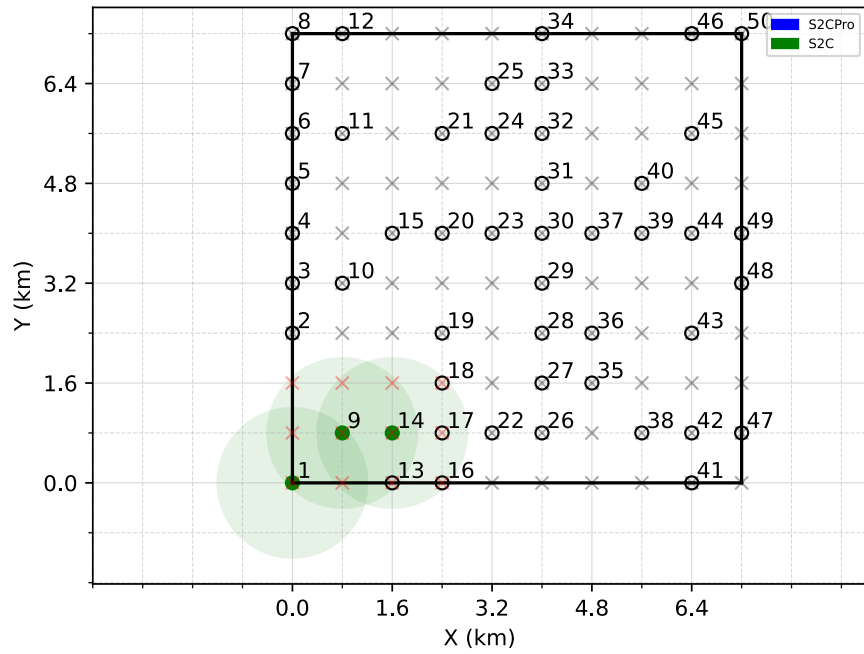
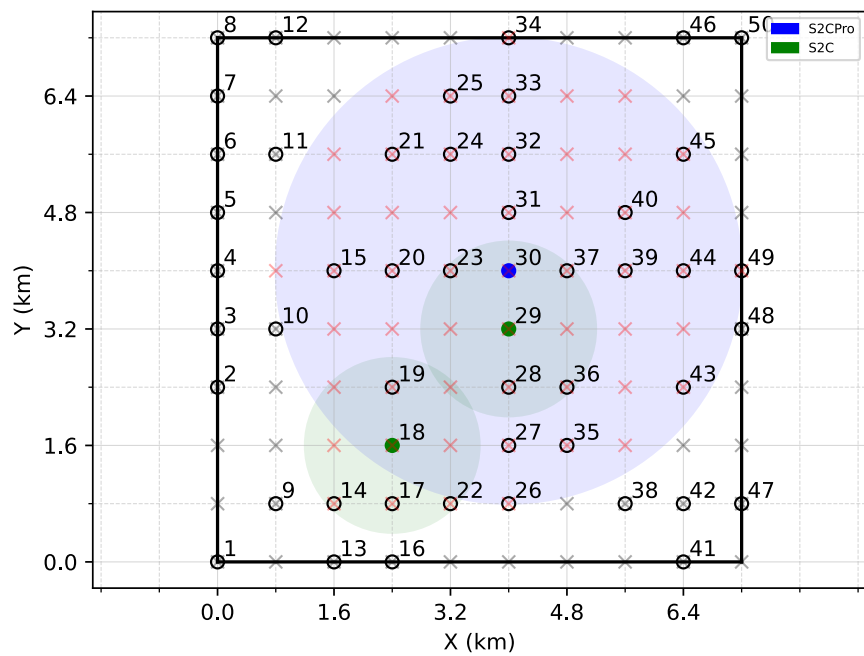
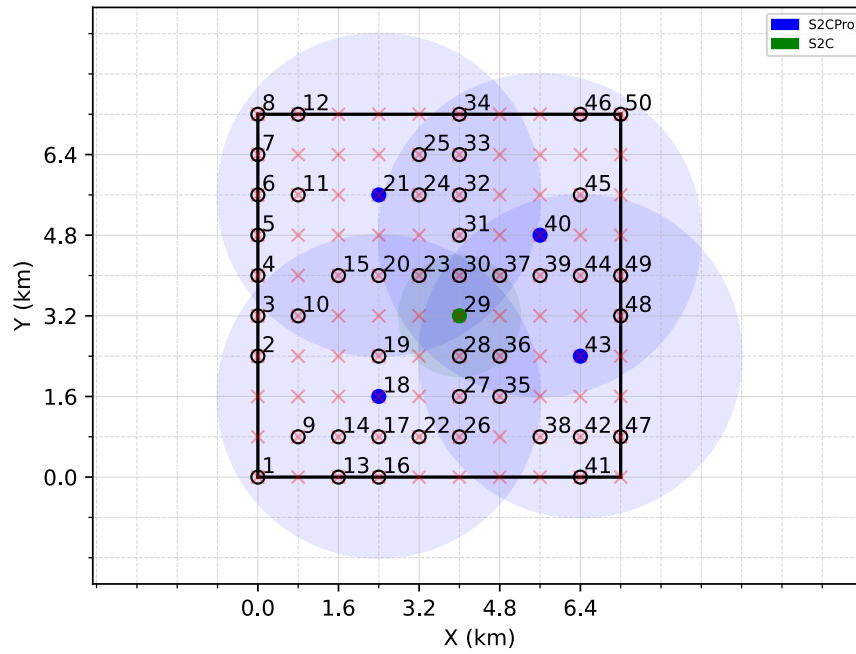
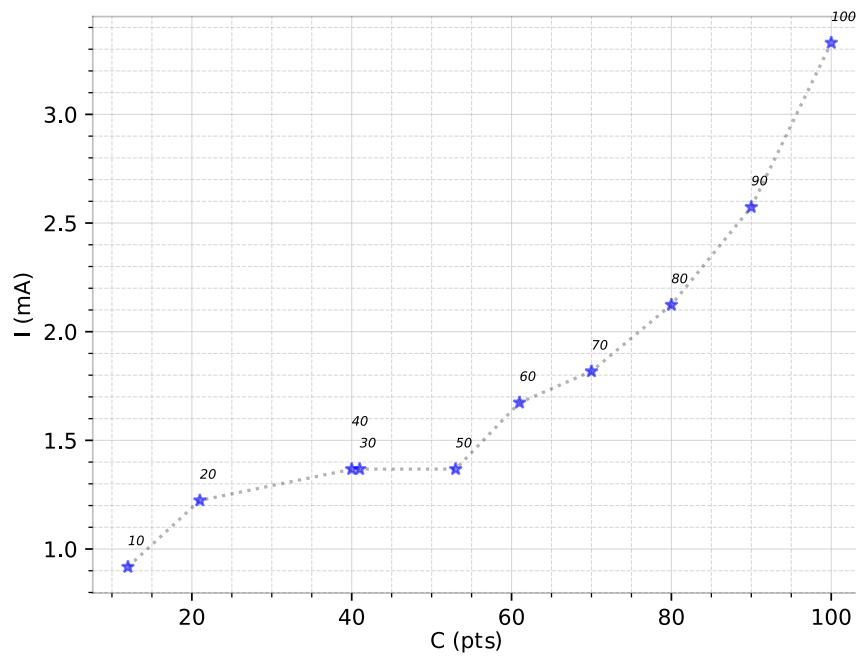
(a) $\epsilon = 10$ (b) $\epsilon = 50$

Figura 1: Melhores resultados para instância de dimensões 10×10 e $D = 50\%$, para variados valores de ϵ .

(c) $\epsilon = 100$ 

(d) Fronteira de Pareto (aproximada)

Figura 1: Melhores resultados para instância de dimensões 10×10 e $D = 50\%$, para variados valores de ϵ .

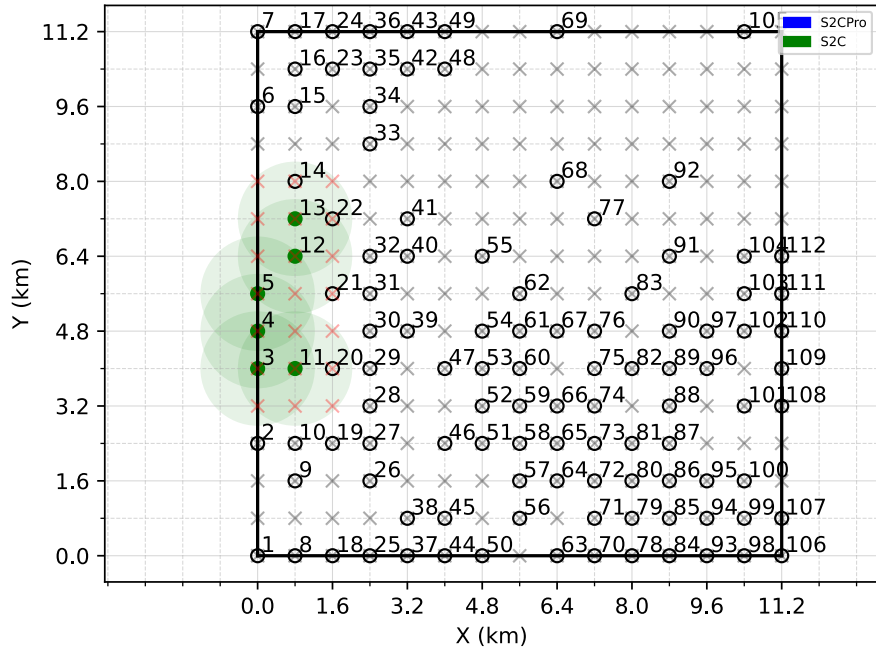
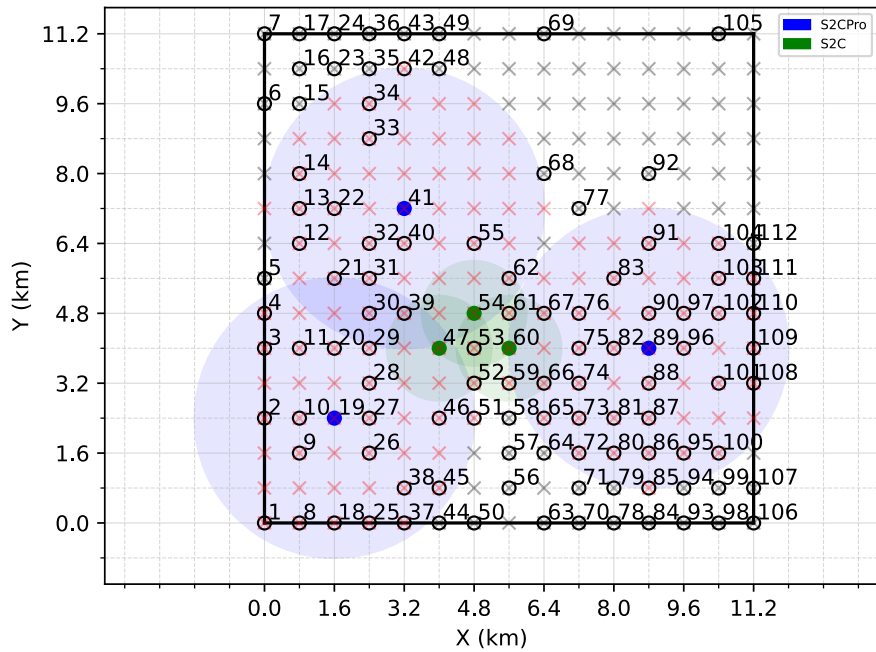
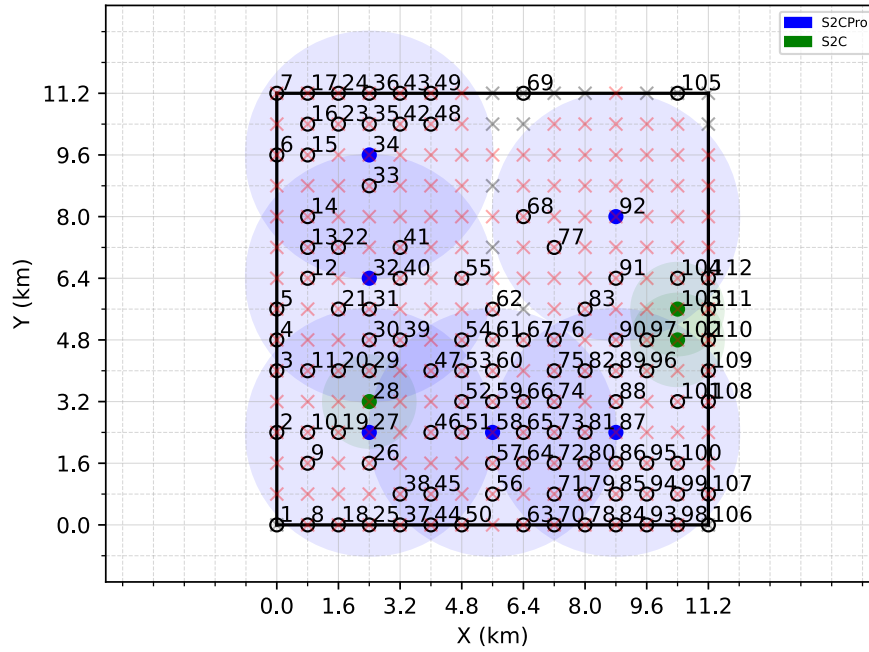
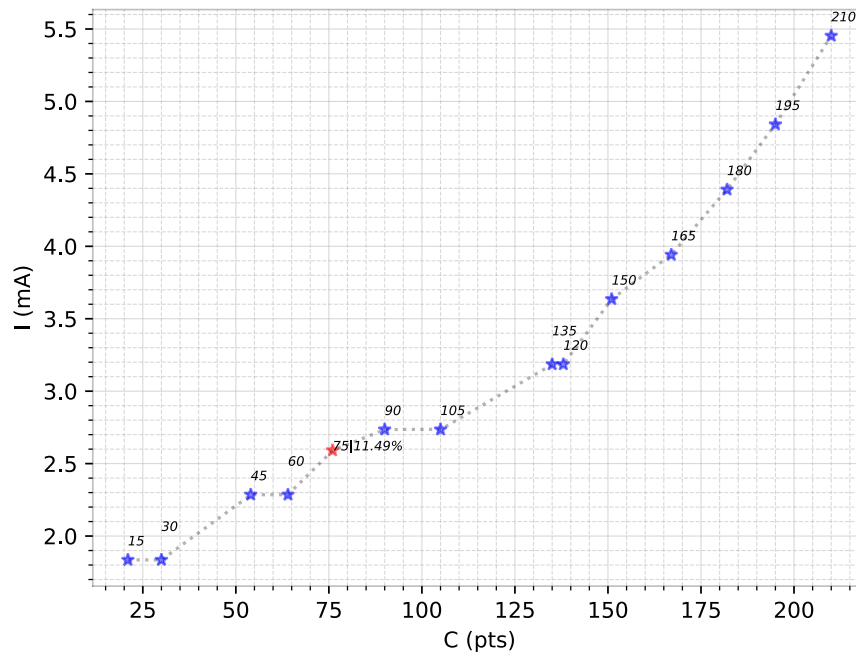
(a) $\epsilon = 15$ (b) $\epsilon = 120$

Figura 2: Melhores resultados para instância de dimensões 15×15 e $D = 50\%$, para variados valores de ϵ .

(c) $\epsilon = 210$ 

(d) Fronteira de Pareto (aproximada)

Figura 2: Melhores resultados para instância de dimensões 15×15 e $D = 50\%$, para variados valores de ϵ .

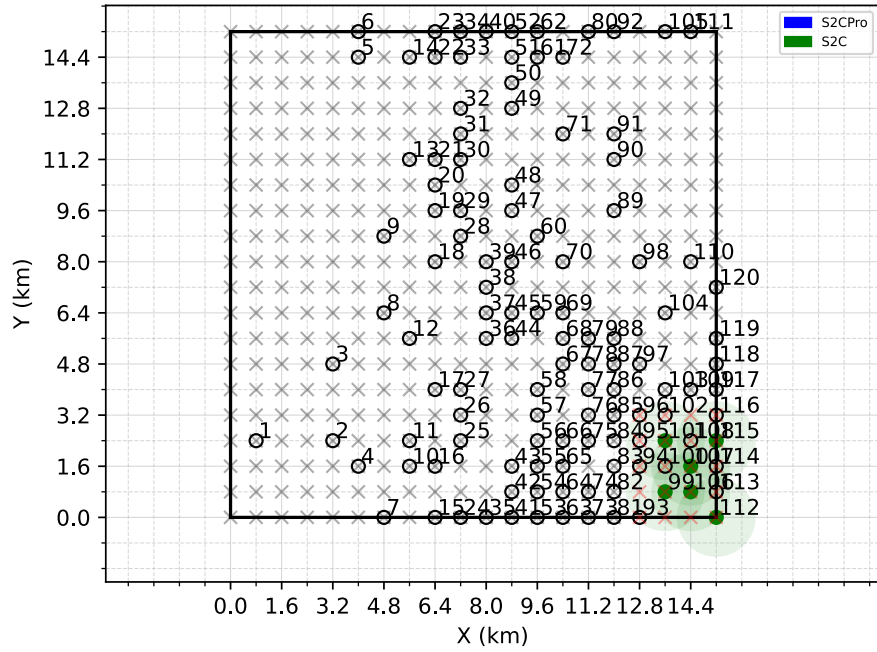
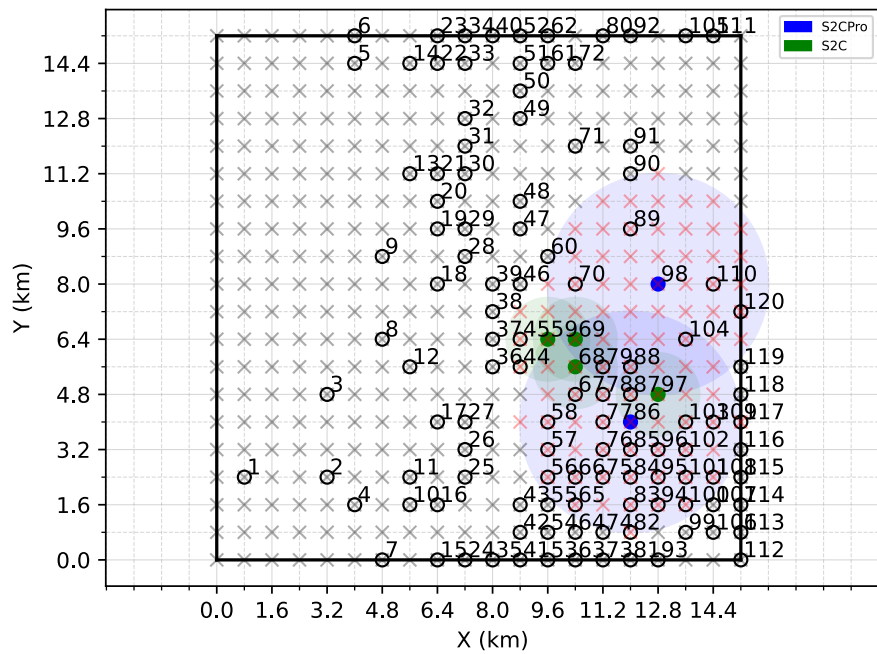
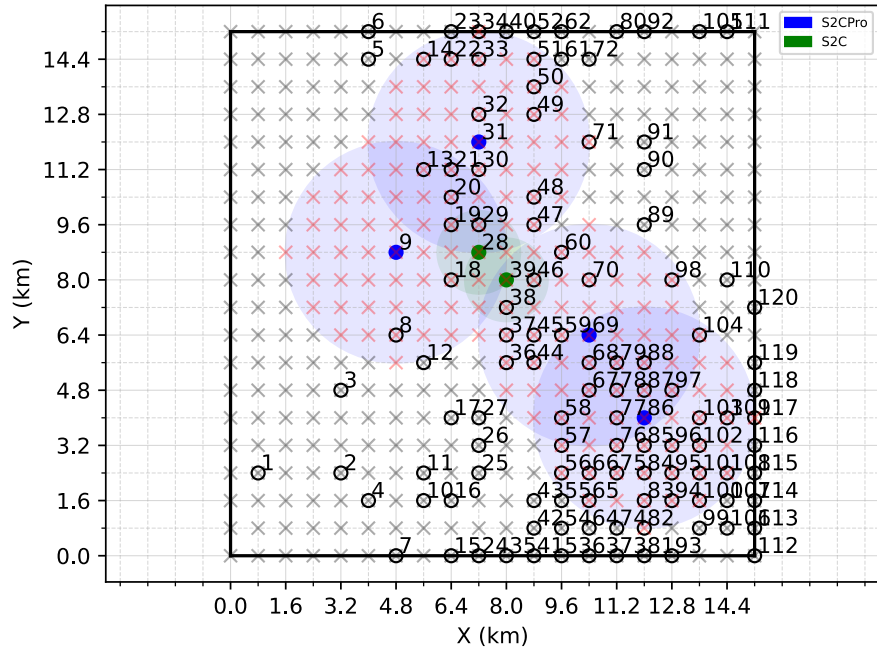
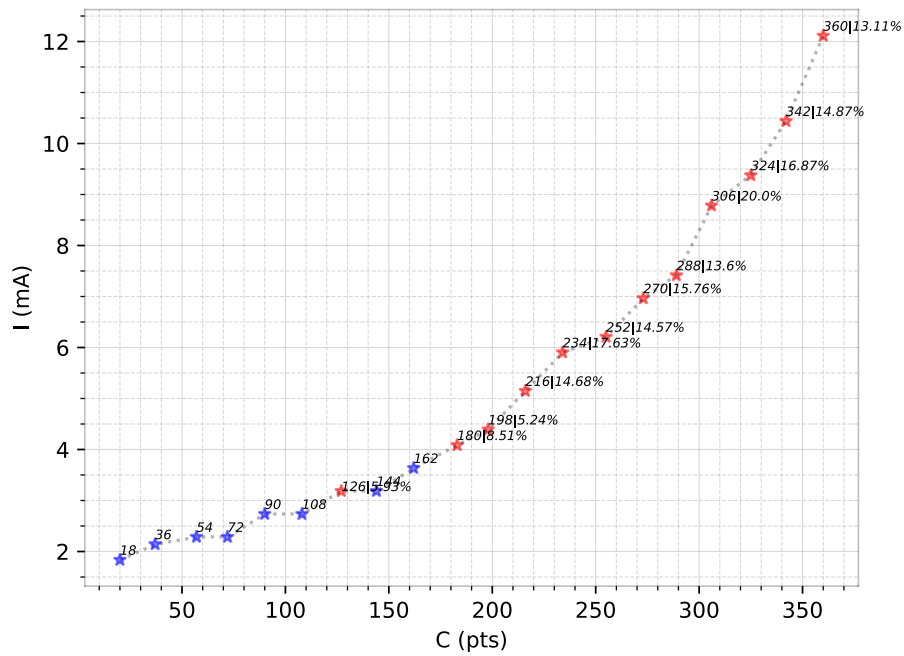
(a) $\epsilon = 18$ (b) $\epsilon = 90$

Figura 3: Melhores resultados para instância de dimensões 20×20 e $D = 30\%$, para variados valores de ϵ .

(c) $\epsilon = 162$ 

(d) Fronteira de Pareto (aproximada)

Figura 3: Melhores resultados para instância de dimensões 20×20 e $D = 30\%$, para variados valores de ϵ .

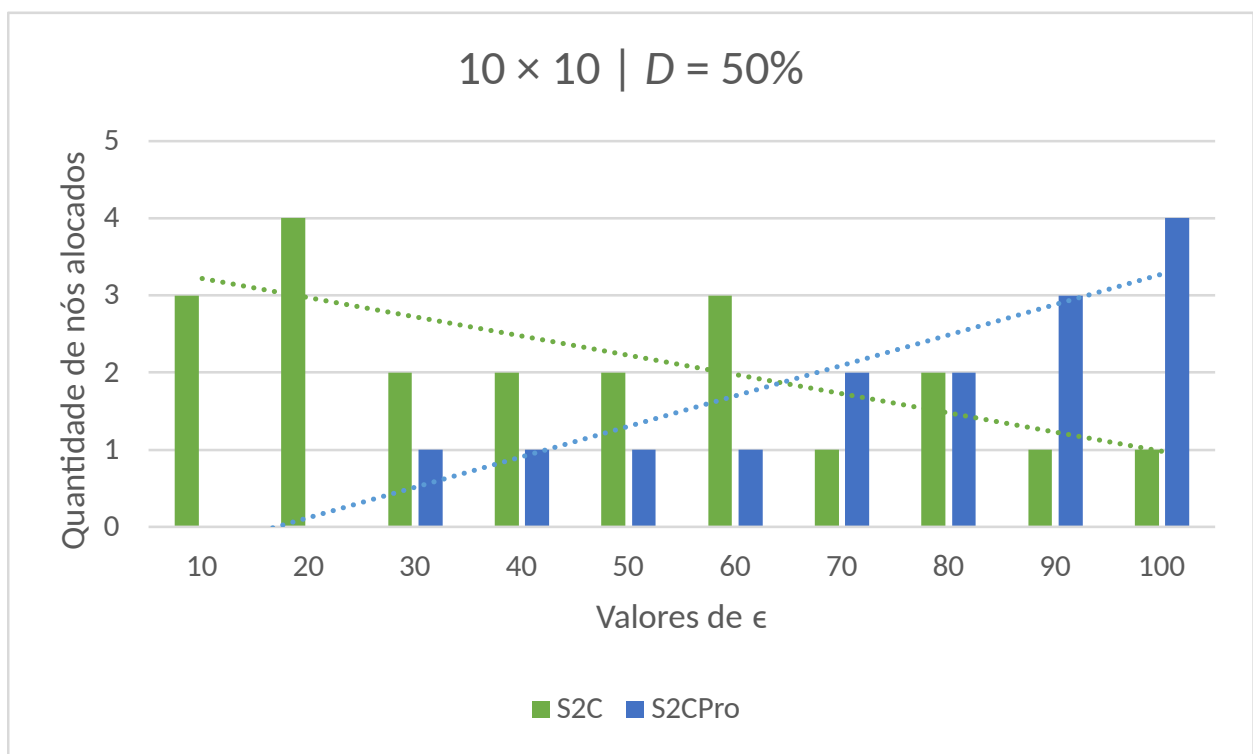


Figura 4: Variação da quantidade de transceptores alocados conforme varia-se ϵ para instância de tamanho 10×10 e $D = 50\%$.

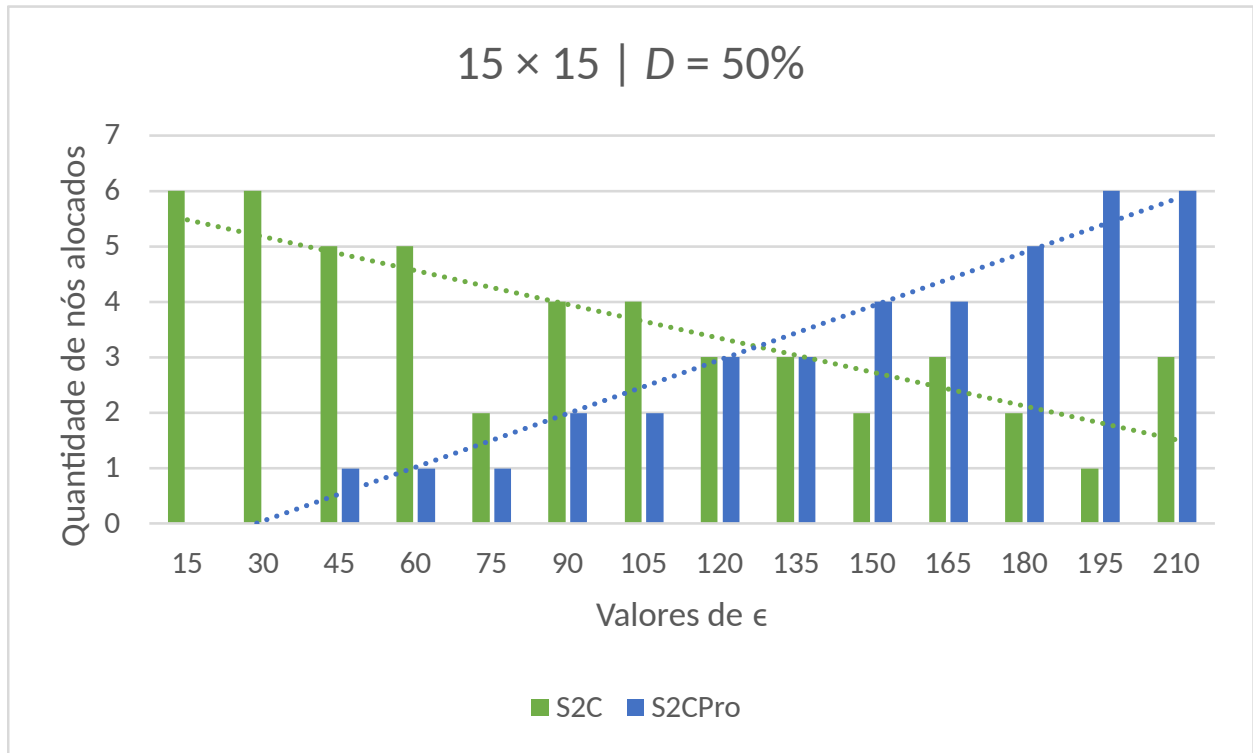


Figura 5: Variação da quantidade de transceptores alocados conforme varia-se ϵ para instância de tamanho 15×15 e $D = 50\%$.

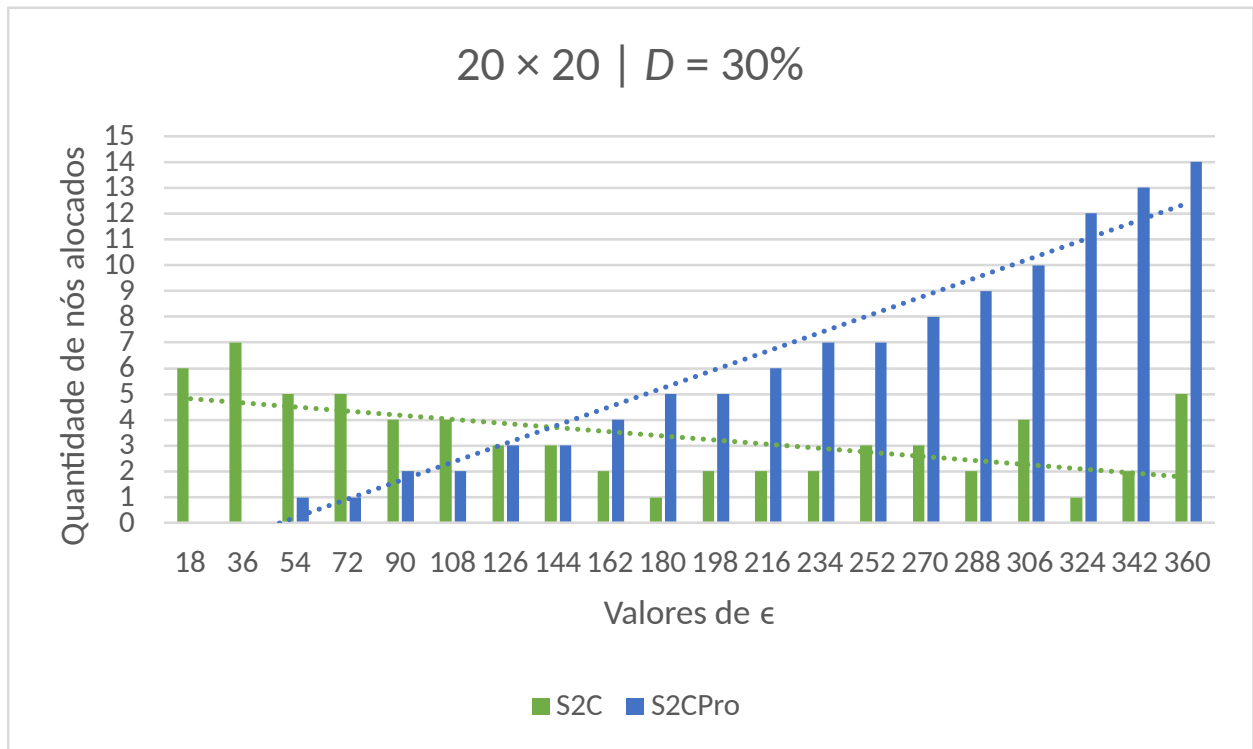


Figura 6: Variação da quantidade de transceptores alocados conforme varia-se ϵ para instância de tamanho 20×20 e $D = 30\%$.

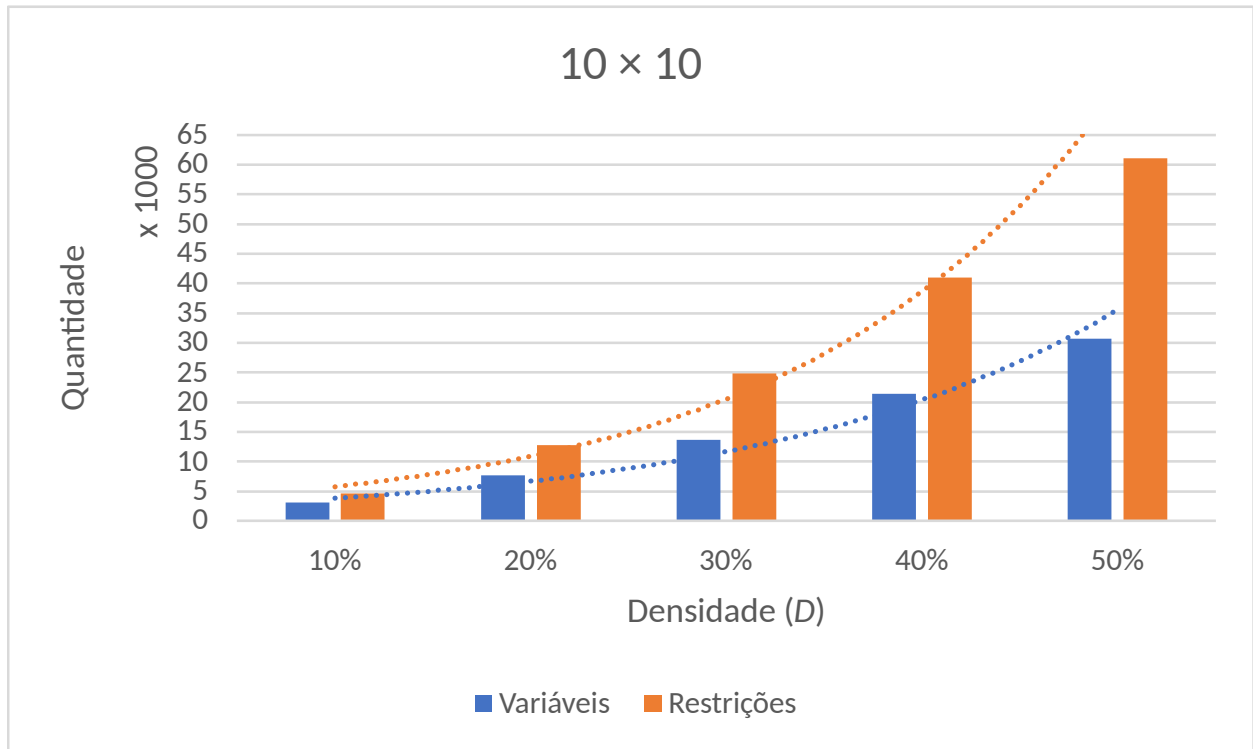


Figura 7: Quantidade de variáveis e restrições do modelo para instâncias de tamanho 10×10 .

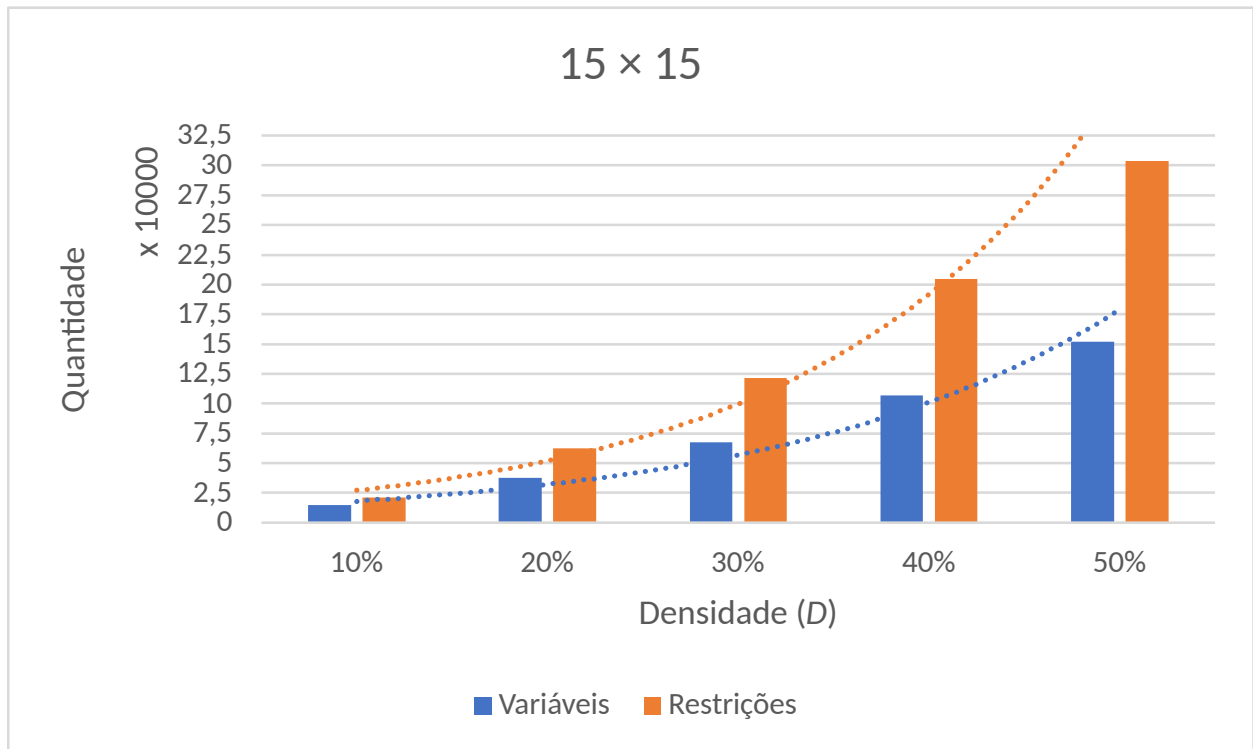


Figura 8: Quantidade de variáveis e restrições do modelo para instâncias de tamanho 15×15 .

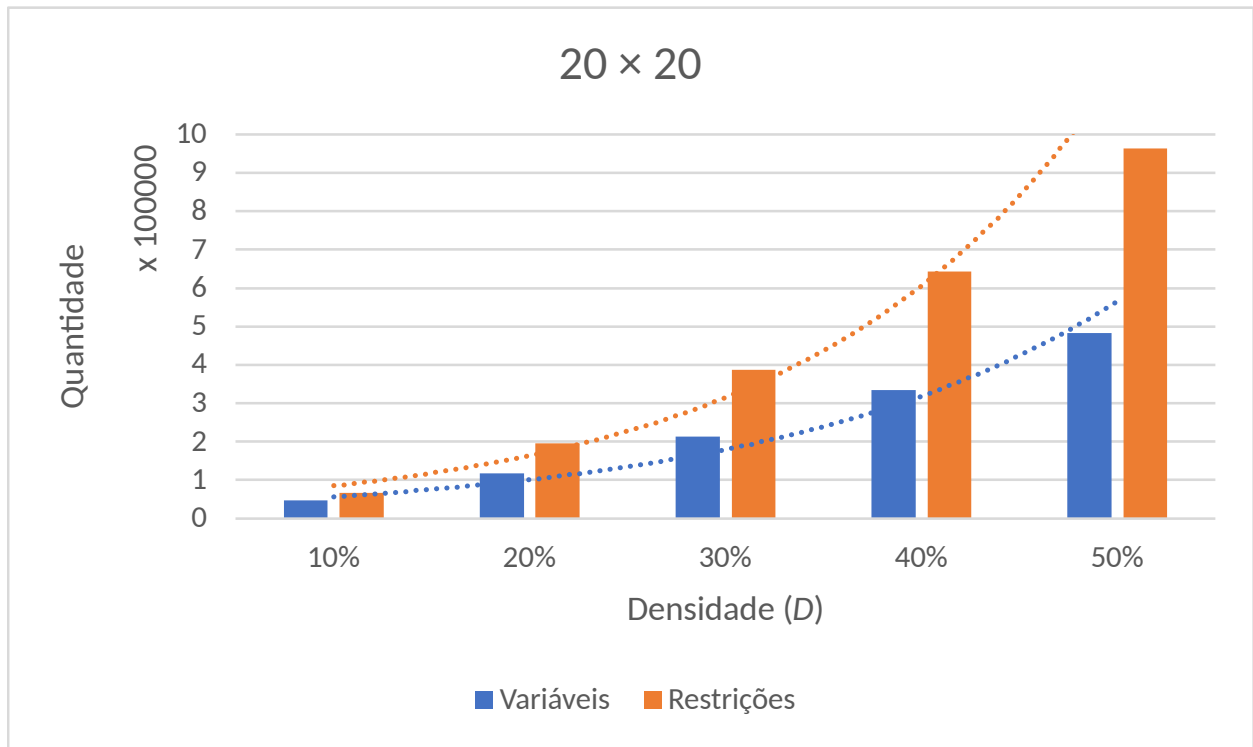


Figura 9: Quantidade de variáveis e restrições do modelo para instâncias de tamanho 20×20 .

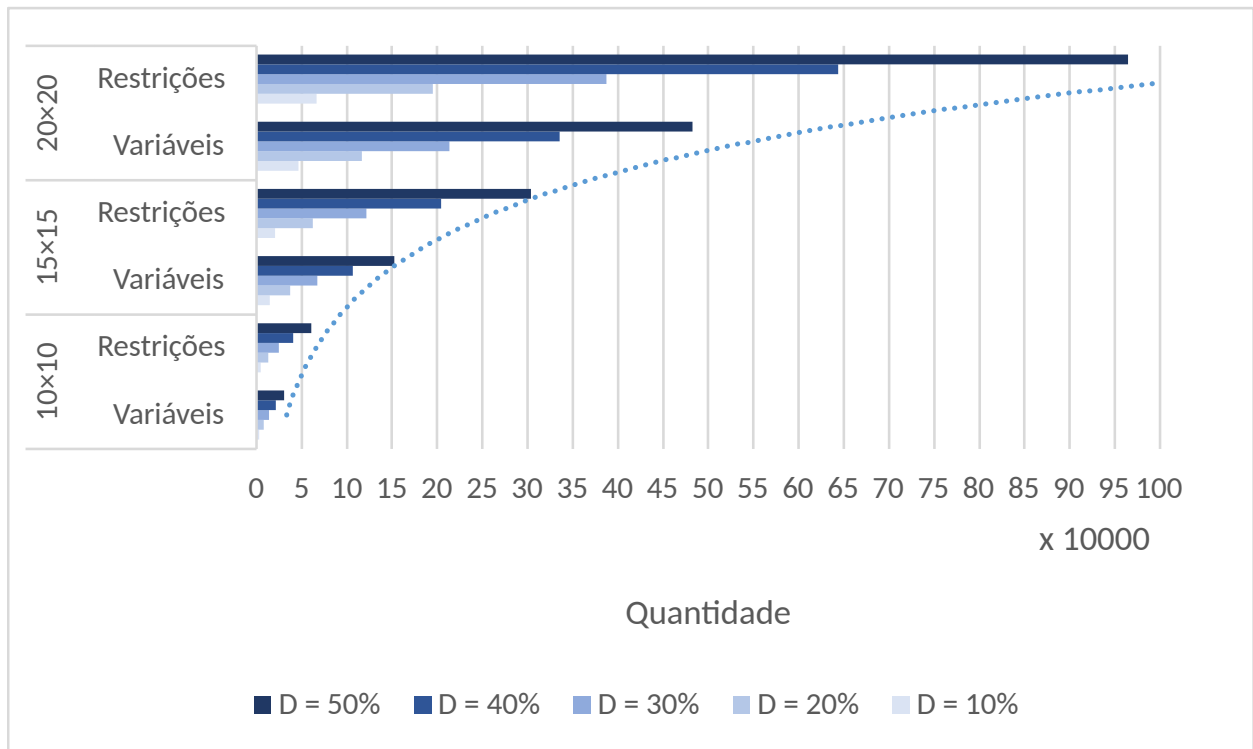


Figura 10: Quantidade de variáveis e restrições para todas as instâncias.

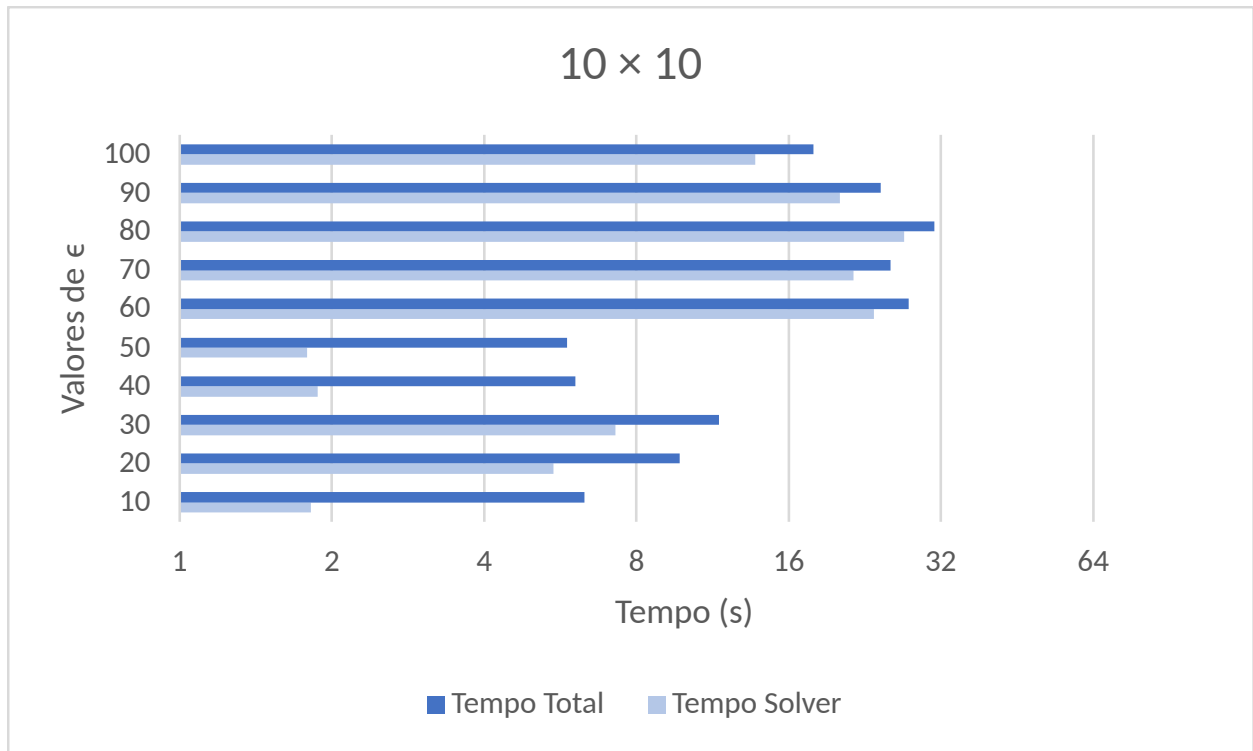


Figura 11: Tempos de execução para cada ϵ da instância de tamanho 10×10 e $D = 50\%$.

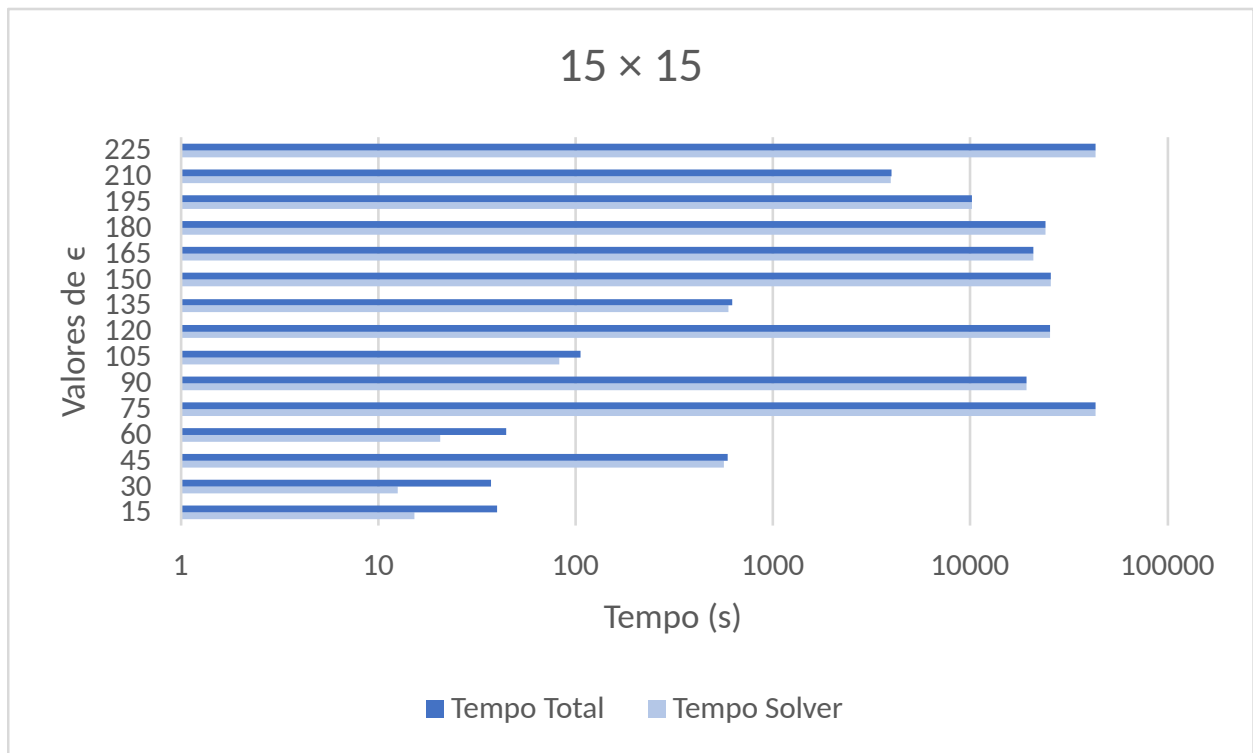


Figura 12: Tempos de execução para cada ϵ da instância de tamanho 15×15 e $D = 50\%$.

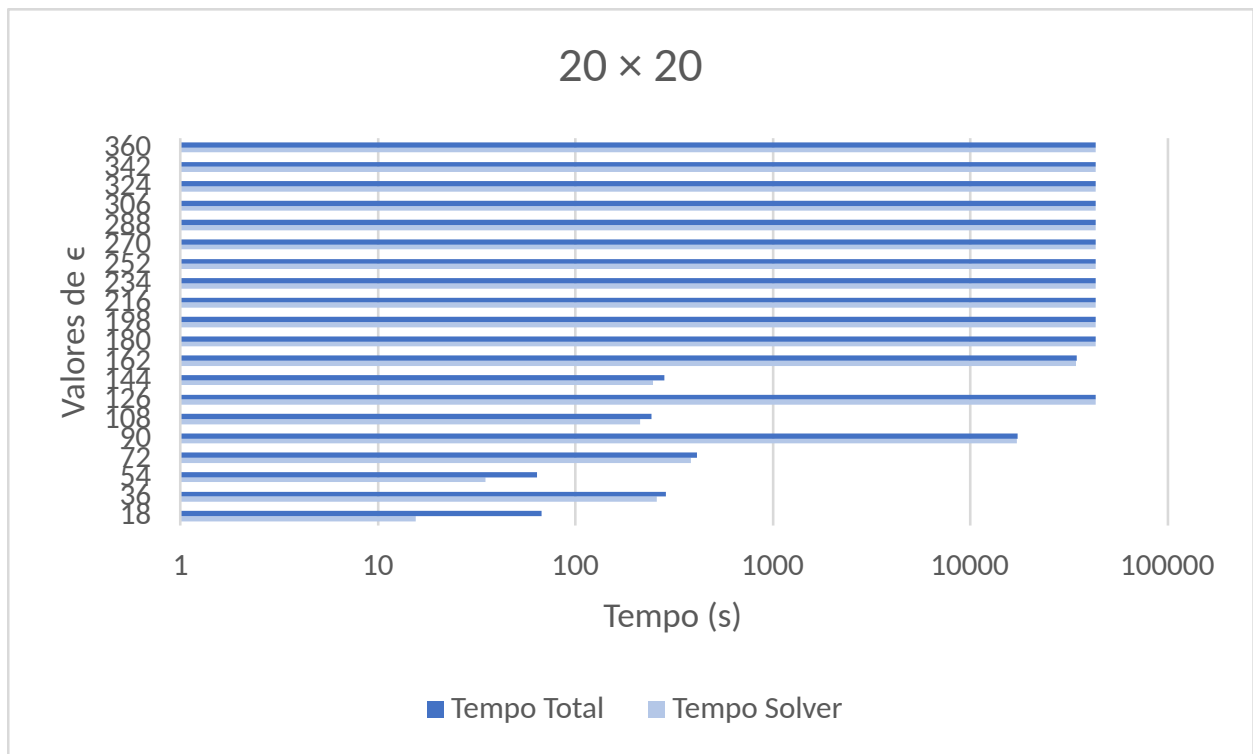


Figura 13: Tempos de execução para cada ϵ da instância de tamanho 20×20 e $D = 30\%$.