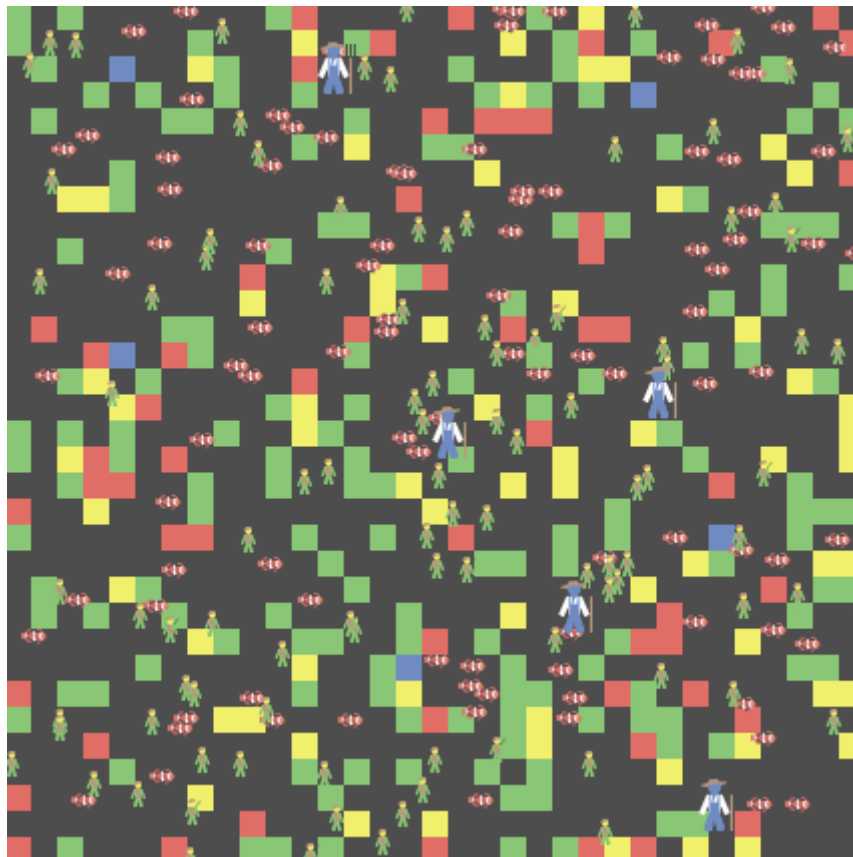


# Comilões e Limpadores



**Unidade Curricular:** Introdução à Inteligência Artificial

## **Docentes**

Prof. Carlos Manuel Jorge da Silva Pereira

Prof. Anabela Borges Simões

Pedro Gonçalo dos Reis Correia (2018020558)

## ÍNDICE

Introdução .....	3
Modelo base .....	4
Descrição .....	4
Hipótese 1 .....	6
Experiências .....	6
Análise dos resultados .....	6
Hipótese 2 .....	7
Experiências .....	7
Análise dos resultados .....	7
Hipótese 3 .....	8
Experiências .....	8
Análise dos resultados .....	8
Modelo Otimizado .....	9
Descrição .....	9
Hipótese 4 .....	10
Experiências .....	10
Análise dos resultados .....	10
Hipótese 5 .....	11
Experiências .....	11
Análise dos resultados .....	11
Hipótese 6 .....	12
Experiências .....	12
Análise dos resultados .....	12
Conclusão .....	13

## INTRODUÇÃO

Este projeto desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Introdução à Inteligência Artificial da Licenciatura em Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, tem por objetivo implementar e analisar os comportamentos de agentes racionais.

Recorrendo ao *software NetLogo*, foi desenvolvido um modelo base, seguindo as indicações dadas pelos docentes da Unidade Curricular. No entanto, foi também desenvolvido um modelo otimizado, onde foram criadas novas perceções para os agentes do modelo base, bem como agentes adicionais.

Através da análise das experiências efetuadas, pretende-se estudar a influência dos diferentes aspetos da simulação sobre a sobrevivência dos agentes.

## MODELO BASE

### DESCRIÇÃO

O modelo base consiste na implementação de dois agentes reativos: *comilões* e *limpadores*.

O mundo é uma grelha fechada, não podendo os agentes transportar-se de um lado para o outro. Neste mundo existem diferentes células: *comida*, *lixo tóxico*, *lixo normal* e *depósitos*. Sendo assim, os agentes movimentam-se dentro deste mundo, consumindo os recursos existentes, que são mantidos constantes ao longo de todas as iterações.

Estes agentes têm diferentes percepções e memória. Os *comilões* não têm memória, são agentes meramente reativos, enquanto os *limpadores* possuem memória sendo agentes reativos com memória.

Os *comilões* percebem três células: à sua frente, à direita e à esquerda, conforme mostrado na imagem abaixo.

Ao perceber células de resíduos, os *comilões* perderão uma percentagem da sua energia, 10% caso seja *lixo tóxico*, 5% caso seja *lixo normal*. Os agentes efetuam uma rotação para a esquerda ou para a direita (50% das vezes para cada lado) se a célula estiver à frente do agente. Caso esteja nos seus lados, os agentes apenas seguem em frente. No limite do mundo, estes agentes 50% das vezes voltam-se para trás, nas restantes 50% das vezes ou voltam-se para a esquerda ou para a direita com a mesma probabilidade.

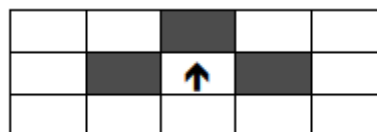


Figura 1 - Percepção dos comilões

Os *limpadores* percecionam apenas duas células: à sua frente e à direita.

Ao percecionar células de resíduos os *limpadores* avançam, caso estejam à direita, voltam-se para ela.

Os *limpadores*, transformam estas células de resíduos em células normais, tentando equilibrar o sistema.

Assim como os *comilões*, os *limpadores* têm o mesmo comportamento quando chegam aos limites do mundo.

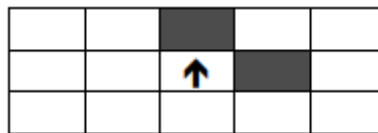


Figura 2 - Perceção dos limpadores

Ambos os agentes têm uma capacidade de energia, definida pelo utilizador ao iniciar a simulação, perdendo 1 unidade de energia sempre que efetuam alguma ação.

Ambos os agentes podem alimentar-se das células de *comida* presentes no mundo, ganhando energia consoante a definição do utilizador para a variável da energia da *comida*. No entanto, se os *limpadores* tiverem os seus depósitos de resíduos a metade ou mais, não adquirem toda a energia disponível, apenas adquirem metade.

## HIPÓTESE 1

A quantidade de comida influencia a sobrevivência dos agentes *comilões* sem a presença dos *limpadores*?

## EXPERIÊNCIAS

Esta experiência consistiu em variar a percentagem de *comida* e o nº de *comilões*, mantendo constantes as restantes variáveis. Para esta experiência a percentagem de resíduos era apenas de 5%, a energia inicial de cada agente era de 100 unidades e a energia dada pela *comida* era de 50 unidades. Dado que esta experiência se realiza sem agentes *limpadores*, o nº de *limpadores*, encontra-se a 0. A experimentação acaba ao fim de 25 mil iterações ou quando a comunidade de *comilões* se extinguir.

% alimento	nº de comilões	Média de iterações	% com extinção	Exp 1		Exp 2		Exp 3		Exp 4		Exp 5		Exp 6		Exp 7		Exp 8		Exp 9		Exp 10	
				comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações
5	50	354,2	100%	0	289	0	284	0	370	0	356	0	372	0	353	0	272	0	472	0	405	0	369
	75	402	100%	0	432	0	399	0	393	0	447	0	223	0	473	0	465	0	530	0	369	0	349
	100	434,9	100%	0	329	0	479	0	336	0	433	0	463	0	522	0	474	0	463	0	296	0	554
10	50	872,2	100%	0	994	0	484	0	644	0	1303	0	1064	0	728	0	758	0	1042	0	881	0	824
	75	942,7	100%	0	690	0	891	0	609	0	724	0	1062	0	1044	0	1858	0	614	0	836	0	1099
	100	1037,1	100%	0	1359	0	1012	0	1262	0	632	0	1023	0	718	0	794	0	1004	0	1681	0	886
20	50	3303,1	100%	0	2966	0	2393	0	2986	0	2705	0	4178	0	2385	0	2298	0	2056	0	4225	0	6639
	75	6647,1	100%	0	7796	0	11476	0	1893	0	9911	0	6712	0	2211	0	5298	0	3807	0	6670	0	6697
	100	8274,8	100%	0	7235	0	5148	0	9262	0	10769	0	10177	0	10089	0	5337	0	12603	0	4576	0	7552

Tabela 1 - Resultado da experimentação da Hipótese 1

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dados estes resultados, podemos concluir que a hipótese se confirma, dado que o número de iterações até a comunidade de *comilões* se extinguir aumenta conforme aumenta também a quantidade de comida.

## HIPÓTESE 2

A quantidade de comida influencia a sobrevivência dos agentes *comilões* com a presença dos *limpadores*?

## EXPERIÊNCIAS

Esta experiência resume-se à interior, à exceção do nº de *limpadores*, que passam a ser 20 agentes desta espécie.

% alimento	NP de comilões	Média de iterações	% com extinção	Exp 1		Exp 2		Exp 3		Exp 4		Exp 5		Exp 6		Exp 7		Exp 8		Exp 9		Exp 10	
				comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações	comilões vivos	iterações
5	50	399	100%	0	533	0	386	0	424	0	433	0	298	0	436	0	492	0	317	0	412	0	259
	75	477,6	100%	0	353	0	512	0	374	0	516	0	414	0	414	0	731	0	661	0	364	0	437
	100	392,2	100%	0	281	0	344	0	568	0	281	0	344	0	373	0	383	0	485	0	388	0	477
10	50	1151,7	100%	0	786	0	1364	0	1345	0	784	0	2318	0	1780	0	918	0	722	0	532	0	968
	75	1318,9	100%	0	2106	0	939	0	1475	0	1071	0	847	0	1753	0	1519	0	1454	0	1144	0	881
	100	1455	100%	0	1009	0	2815	0	1872	0	1642	0	1399	0	1032	0	1974	0	985	0	864	0	958
20	50	6874,1	100%	0	4850	0	3319	0	3339	0	12226	0	10023	0	3508	0	9471	0	7699	0	11231	0	3075
	75	7315,2	100%	0	10572	0	12793	0	6136	0	5413	0	1860	0	13822	0	6228	0	5345	0	7302	0	3681
	100	11235,1	90%	0	12119	0	7834	0	11226	0	17182	0	8924	0	5203	18	25090	0	6505	0	12375	0	5983

Tabela 2 - Resultado da experimentação da Hipótese 2

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Podemos então concluir, que a presença da comida influencia de forma idêntica à hipótese anterior, no entanto, a presença dos *limpadores* ajuda também a comunidade de *comilões* a demorar mais tempo a extinguir-se, apesar de acontecer de forma sistemática.

### HIPÓTESE 3

A quantidade de *depósitos* e a quantidade de resíduos que cada *limpador* pode transportar (*transporte*) influencia a sobrevivência destes agentes sem a presença de *comilões*?

### EXPERIÊNCIAS

Para a realização desta experiência, o nº de *depósitos* e a quantidade de resíduos que cada limpador pode transportar são variáveis, enquanto todos os outros parâmetros se mantêm constantes. O número de *limpadores* é o máximo, 100 agentes, a energia inicial é de 100 unidades. Apesar da *comida* representar 5% das células, torna-se inútil, pois a energia dada por estas células é 0. Dado que só existem *limpadores*, os resíduos têm o valor máximo de ocupar 30% do mundo (15% *lixo tóxico*, 15% *lixo normal*).

Nº de depósitos	Transporte resíduos	Média de iterações	% com estagnação	Exp 1		Exp 2		Exp 3		Exp 4		Exp 5		Exp 6		Exp 7		Exp 8		Exp 9		Exp 10	
				limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações	limpadores vivos	iterações
0	0	100	100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
	10	100	100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
	20	100	100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
5	0	100	100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
	10	523	100%	0	480	0	690	0	500	0	390	0	400	0	760	0	400	0	620	0	500	0	490
	20	794	100%	0	330	0	1290	0	480	0	700	0	840	0	820	0	900	0	890	0	1040	0	460
10	0	100	100%	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
	10	806	100%	0	620	0	680	0	1560	0	420	0	1090	0	730	0	450	0	800	0	620	0	890
	20	2189	100%	0	1050	0	1890	0	1150	0	1530	0	1380	0	3500	0	2160	0	1770	0	4310	0	3150

Tabela 3 - Resultado da experimentação da hipótese 3

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como era esperado, sem depósitos ou sem poderem transportar resíduos os agentes apenas sobrevivem 100 iterações, pois a energia esgota-se. No entanto, podemos concluir que com ao aumentar o nº de *depósitos*, os agentes *limpadores* sobrevivem algumas iterações a mais, mesmo sendo um valor muito pequeno.



## MODELO OTIMIZADO

### DESCRIÇÃO

Para este novo modelo, foram introduzidas novas perceções nos agentes, assim como um novo agente: *superlimpador*.

As novas perceções dadas aos *comilões* e aos *limpadores* permitem que percecionem todas as células que se encontram à sua frente.

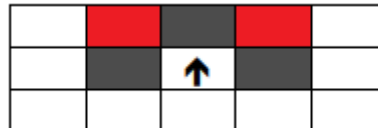


Figura 3 - Novas perceções dos agentes base

Aos *comilões* foi também instalado um método que permite percecionar as células de *comida*, permitindo que estes se desloquem da melhor forma para não perderem energia.

O agente *superlimpador*, consegue percecionar todas as células à sua volta e a célula onde se encontra. Não perde energia para se deslocar e ao encontrar células com resíduos em todas as células por si percecionadas, elimina-as. Este agente foi criado com o intuito de ajudar no equilíbrio do sistema, de modo a prolongar as comunidades de *comilões* e *limpadores*.

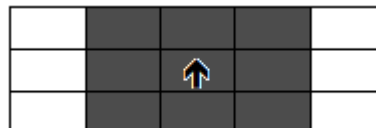


Figura 4 - Perceções do superlimpador

## HIPÓTESE 4

As perceções dos agentes *comilões* influenciam a sua sobrevivência com a presença de diferentes números de agentes *limpadores*?

## EXPERIÊNCIAS

Esta experiência consiste em fazer variar o número de agentes *limpadores* e o número de agentes *comilões*. Os agentes *comilões* conseguem perceber as células de alimento, enquanto os *limpadores* têm as perceções base. A percentagem de resíduos mantém-se nos 5%, a energia inicial dos agentes é de 100 unidades que pode ser incrementada em 50 unidades pelas células de alimento. Estas ocupam 15% do mundo. Existem 5 depósitos e os *limpadores* podem transportar até 10 unidades de resíduos.

Nº de limparadores	Nº de comilões	Energia inicial	Energia máxima	Energia mínima	Exp 1			Exp 2			Exp 3			Exp 4			Exp 5			Exp 6			Exp 7			Exp 8			Exp 9			Exp 10		
					comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores	comilões vivos	comilões mortos	limpadores
25	50	10000	0.5	25.7	0	25	10000	2	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000	0	25	10000
	75	10000	1.6	23.7	0	24	10000	7	23	10000	0	23	10000	0	23	10000	0	23	10000	1	23	10000	0	24	10000	2	23	10000	0	23	10000	0	23	10000
	100	10000	1.8	24.6	2	23	10000	2	24	10000	0	23	10000	0	24	10000	2	23	10000	2	23	10000	2	23	10000	2	23	10000	0	23	10000	1	23	10000
50	50	10000	0.7	49.9	0	50	10000	1	50	10000	0	50	10000	1	50	10000	0	50	10000	0	50	10000	0	50	10000	0	49	10000	0	50	10000	0	50	10000
	75	10000	0.8	49.7	3	50	10000	0	50	10000	0	50	10000	0	50	10000	1	49	10000	0	49	10000	1	50	10000	1	50	10000	0	50	10000	0	49	10000
	100	10000	0.8	49.4	0	50	10000	1	48	10000	1	50	10000	0	47	10000	2	49	10000	0	50	10000	0	50	10000	3	50	10000	1	50	10000	0	50	10000
100	50	10000	0	96.7	0	100	10000	0	100	10000	0	98	10000	0	100	10000	0	96	10000	0	96	10000	0	99	10000	0	99	10000	0	100	10000	0	100	10000
	75	10000	0.1	99.8	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	1	100	10000
	100	10000	0.1	99.5	0	97	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	1	100	10000	0	98	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000	0	100	10000

Tabela 4 - Resultado da experimentação da hipótese 4

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao analisar os resultados, concluímos que os *limpadores* mantêm sempre uma comunidade constante, perdendo sempre poucos elementos, enquanto os *comilões* raramente não são extintos. Assim, a percepção extra dos *comilões* não tem grande influência para a sobrevivência destes agentes, então a hipótese não se confirma.

## HIPÓTESE 5

As percepções dos agentes aumentam a hipótese de sobrevivência de ambos os agentes?

## EXPERIÊNCIAS

Esta experiência é idêntica à anterior, no entanto, nesta experiência os *limpadores* têm também a percepção das células à sua frente. Esta experiência é finalizada às 10 mil iterações ou quando todos os agentes morrerem.

Iterações	Comilões	Limpadores	Comilões	Limpadores	Exp 1			Exp 2			Exp 3			Exp 4			Exp 5			Exp 6			Exp 7			Exp 8			Exp 9			Exp 10		
					Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções	Comilões	Limpadores	Percepções
25	50	8718.5	0	7.1	0	0	1100	0	0	1000	0	21	10000	0	20	10000	0	0	1640	0	0	4000	0	23	10000	0	7	10000	0	0	2600	0	0	7110
	75	8389	0	8.4	0	14	10000	0	10	10000	0	0	4030	0	0	10000	0	0	7620	0	0	1120	0	22	10000	0	11	10000	0	0	7110	0	21	10000
	100	9705.5	0	7.3	0	0	7920	0	4	10000	0	1	10000	0	20	10000	0	18	10000	0	1	10000	0	1	10000	0	17	10000	0	18	10000	0	1	10000
	50	3612.5	0	18.1	0	0	4840	0	41	10000	0	1	10000	0	43	10000	0	23	10000	0	44	10000	0	0	5315	0	12	10000	0	13	10000	0	2	10000
	75	8884	0	14.8	0	44	10000	0	0	7110	0	0	10000	0	40	10000	0	7	10000	0	20	10000	0	26	10000	0	0	4790	0	0	4880	0	0	9770
	100	8900	0	15.4	0	3	10000	0	0	4000	0	30	10000	0	0	8420	0	6	10000	0	0	8420	0	47	10000	0	48	10000	0	0	4900	0	18	10000
	50	10000	0	86.5	0	85	10000	0	82	10000	0	86	10000	0	96	10000	0	57	10000	0	19	10000	0	96	10000	0	74	10000	0	74	10000	0	85	10000
	75	7018.5	0	68.6	0	76	10000	0	84	10000	0	1	10000	0	0	3100	0	31	10000	0	61	10000	0	94	10000	0	81	10000	0	75	10000	0	90	10000
	100	10000	0	73.4	0	52	10000	0	83	10000	0	83	10000	0	55	10000	0	90	10000	0	93	10000	0	22	10000	0	91	10000	0	89	10000	0	96	10000

Tabela 5 - Resultado da experimentação da hipótese 5

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Podemos concluir que as percepções extra nos agentes, quando comparadas à experiência anterior, revela que esta percepção extra nos *limpadores* é prejudicial para estes agentes. Também os *comilões* saem prejudicados, dado que foram extintos em todas as iterações.

## HIPÓTESE 6

A introdução do novo agente *superlimpador* influencia a sobrevivência dos dois agentes base?

## EXPERIÊNCIAS

Para esta experiência foi introduzido o novo agente *superlimpador*. As percepções dos agentes base bem como os valores das variáveis se mantêm como na experiência anterior. Esta experiência termina ao fim de 10 mil iterações, independentemente dos *comilões* ou *limpadores* se extinguirem.

Nº de superlimpadores	Nº de comilões e nº de limpadores	Nº de superlimpadores	Nº de comilões e nº de limpadores	Etap 1			Etap 2			Etap 3			Etap 4			Etap 5			Etap 6			Etap 7			Etap 8			Etap 9			Etap 10						
				comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores	comilões vivos	limpadores vivos	superlimpadores							
1	50	10000	0	14,7	0	36	10000	0	25	10000	0	48	10000	0	48	10000	0	38	10000	0	8	10000	0	8	10000	0	87	10000	0	19	10000	0	50	10000	0	19	10000
	75	10000	0	41,1	0	58	10000	0	71	10000	0	51	10000	0	52	10000	0	52	10000	0	58	10000	0	58	10000	0	75	10000	0	69	10000	0	75	10000	0	58	10000
	100	10000	0	83,8	0	87	10000	0	83	10000	0	76	10000	0	86	10000	0	87	10000	0	88	10000	0	88	10000	0	78	10000	0	80	10000	0	100	10000	0	84	10000
3	50	10000	0	37,3	0	38	10000	0	48	10000	0	34	10000	0	41	10000	0	46	10000	0	38	10000	0	27	10000	0	37	10000	0	44	10000	0	44	10000	0	44	10000
	75	10000	0	59,3	0	63	10000	0	66	10000	0	65	10000	0	55	10000	0	51	10000	0	41	10000	0	49	10000	0	67	10000	0	75	10000	0	75	10000	0	61	10000
	100	10000	0	83,8	0	77	10000	0	84	10000	0	88	10000	0	83	10000	0	87	10000	0	84	10000	0	86	10000	0	87	10000	0	87	10000	0	87	10000	0	83	10000
5	50	10000	0	41,2	0	48	10000	0	43	10000	0	47	10000	0	43	10000	0	31	10000	0	43	10000	0	43	10000	0	30	10000	0	43	10000	0	34	10000	0	45	10000
	75	10000	0	67	0	73	10000	0	79	10000	0	82	10000	0	81	10000	0	68	10000	0	73	10000	0	73	10000	0	73	10000	0	72	10000	0	85	10000	0	84	10000
	100	10000	0	79,1	0	94	10000	0	96	10000	0	96	10000	0	78	10000	0	97	10000	0	94	10000	0	83	10000	0	81	10000	0	81	10000	0	96	10000	0	94	10000

Tabela 6 - Resultado da experimentação da hipótese 6

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao realizar esta última experiência podemos concluir que o *superlimpador* ajuda à sobrevivência de mais alguns *limpadores*, no entanto, a média de *comilões* vivos mantém-se a mesma.

## CONCLUSÃO

Finalizado este projeto e avaliando as hipóteses colocadas é perceptível que este ambiente é bastante instável e muito difícil para os agentes *comilões*. Os agentes *limpadores* parecem sobreviver mais facilmente e adaptaram-se a todas as modificações feitas ao modelo base, enquanto os *comilões* dificilmente sobrevivem em quantidade significativa em todas as experiências realizadas.

Ao comparar algumas das experiências concluímos que a introdução de novas percepções prejudicou todos os agentes. Apesar do *superlimpador*, teoricamente ajudar a equilibrar o sistema, não proporcionou o efeito desejado, que seria ajudar os *comilões* a não se extinguirem.