



Departamento de Engenharia Informática e Sistemas (DEIS)

Introdução à Inteligência Artificial  
2021/2022

## Trabalho Prático nº 1 Agentes Racionais

Xavier Lemos - a2017019234

João Santos - a2020136093

## Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>Modelo Base .....</b>	<b>4</b>
Variáveis do modelo base .....	5
<b>Modelo Melhorado .....</b>	<b>6</b>
Variáveis do modelo melhorado.....	7
<b>Experiências .....</b>	<b>8</b>
Hipóteses do modelo base.....	8
Hipóteses do modelo melhorado .....	9

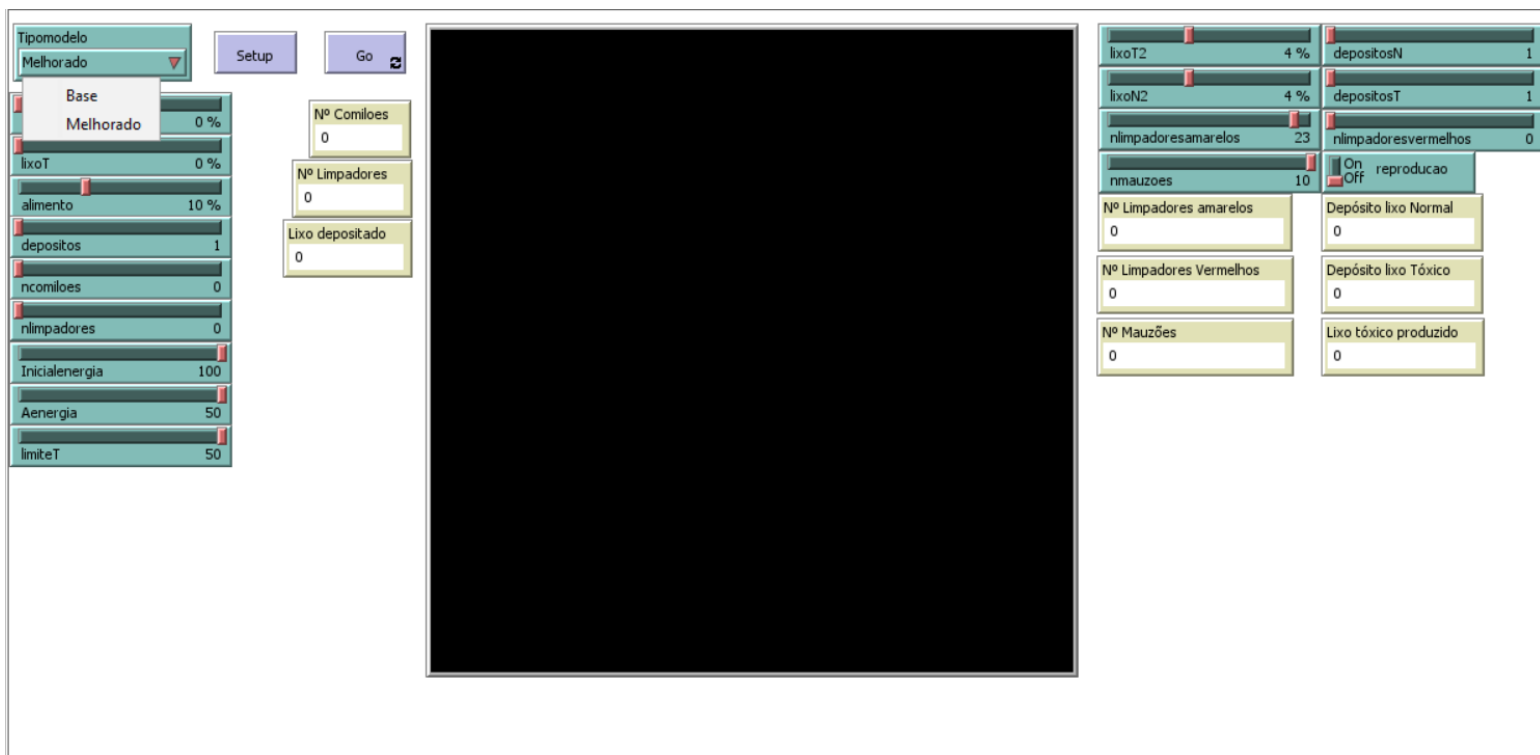
## Introdução

Este trabalho prático consiste em implementar e analisar o comportamento de agentes racionais e reativos.

Com base no enunciado do trabalho prático, é pretendido que seja realizado um modelo base com determinados parâmetros tanto para o seu ambiente como para os agentes. De seguida, é feito um novo modelo denominado de “Melhorado” de forma a melhorar o desempenho dos agentes, podendo alterar as suas características e perceções.

Em ambos os modelos, os agentes que perderem a sua energia até esta chegar a 0, morrem.

Quando a comida ou lixo desaparece, é automaticamente reposto.



## Modelo Base

Neste modelo existem 2 tipos de agentes.

Os comilões que circulam pelo ambiente e têm como único objetivo alimentarem-se (alimento verde). Têm a percepção do que se encontra à sua frente, ao seu lado direito e esquerdo e realizam a melhor opção para a sua sobrevivência. Tentam também evitar tanto o lixo normal (amarelo) como o lixo tóxico (vermelho). Mas perante este último, caso estejam a pelo menos 1 “patch” de distância, seja à sua frente, ao seu lado direito ou ao lado esquerdo a energia destes comilões é reduzida, de acordo com a posição do lixo. Perdem energia sempre que se movimentam. Caso a sua energia chegue a 0 ou se desloquem para um “patch” que contenha lixo normal ou lixo tóxico, estes agentes morrem.

Os limpadores são o outro tipo de agente a circular pelo ambiente. Estes têm como objetivo “limpar” o lixo espalhado, seja ele amarelo (normal) ou vermelho (tóxico). Têm a percepção do que se encontra à sua frente e ao lado direito.

Também se precisam de alimentar para que a sua energia seja restabelecida através do alimento verde.

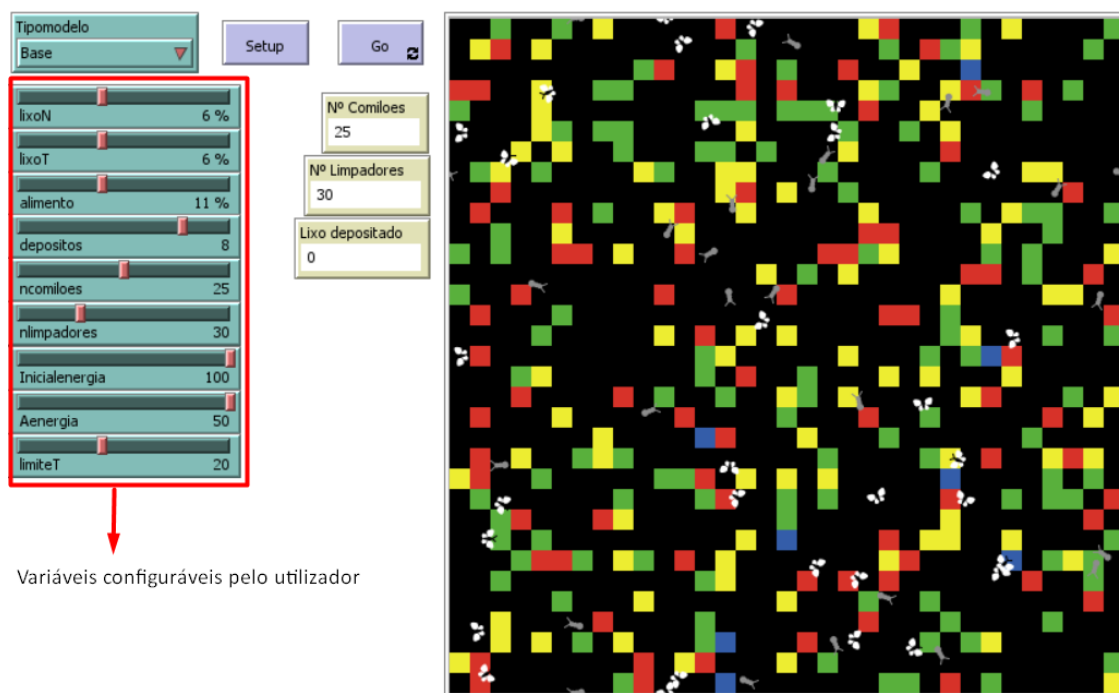
Têm também um limite de armazenamento, ou seja, ao passar num “patch” que contenha lixo, este é limpo e é aumentada a quantidade de lixo que esse limpador carrega, sendo o limite desta variável e definido pelo utilizador.

Caso o armazenamento de um limpador chegue ao seu limite, este fica incapacitado de carregar mais lixo, e é obrigado a depositá-lo num depósito (azul) localizado aleatoriamente pelo ambiente (não sendo obrigatório o armazenamento estar cheio para o fazer). Ao fazê-lo, este restaura alguma energia (10 x número de lixo que transportava) e restaura o seu armazenamento podendo carregar mais lixo novamente.

Também perdem energia sempre que se movimentam. Caso a sua energia chegue a 0, estes agentes morrem.

**Percepção dos comilões  
no modelo base**


**Percepção dos limpadores  
no modelo base**

### Variáveis:

“lixoN” corresponde à quantidade de lixo normal que irá aparecer no ambiente (amarelo)

“lixoT” corresponde à quantidade de lixo tóxico que irá aparecer no ambiente (vermelho)

“alimento” corresponde à quantidade de comida que irá aparecer no ambiente (verde)

“depositos” corresponde à quantidade de depósitos que irão aparecer no ambiente (azul)

“ncomiloes” corresponde à quantidade agentes do tipo comilões que irão aparecer no ambiente (cinzentos e shape = “bug”)

“nlimpadores” corresponde à quantidade agentes do tipo limpadores que irão aparecer no ambiente (brancos e shape = “butterfly”)

“Inicialenergia” corresponde à quantidade de energia inicial de cada agente

“Aenergia” corresponde à quantidade de energia que cada alimento irá fornecer quando algum agente a consumir

“limiteT” corresponde ao número limite de armazenamento dos limpadores, ou seja, se por exemplo esta variável estiver colocada a 10, cada limpador só pode carregar ao mesmo tempo 10 lixos.

## Modelo Melhorado

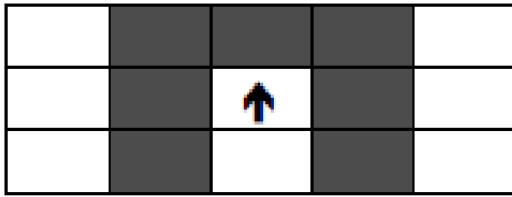
Neste modelo, tal como o nome indica, é um modelo melhorado do modelo base. A ideologia continua a ser a mesma, ou seja, continuamos a ter um ambiente com vários agentes e várias células de cores e efeitos diferentes, mas existem mais recursos e os agentes têm uma perceção maior das escolhas que fazem para tentar sobreviver.

Os comilões agora têm perceção, para além das que tinham no modelo base, do que se encontra nas diagonais direita e esquerda à sua frente como atrás de si. Foi também implementada uma nova função aos comilões (ativável e desativável). Quando estes encontram algum outro agente no “patch” que se encontra 2 posições à sua frente, conseguem reproduzir um novo agente, seja ele um comilão, um limpador amarelo, um limpador vermelho ou um mauzão (estes 3 últimos serão descritos e apresentados mais à frente). Perdem energia sempre que se movimentam. Caso a sua energia chegue a 0 ou se desloquem para um “patch” que contenha lixo tóxico, lixo normal ou um depósito de lixo tóxico, estes agentes morrem.

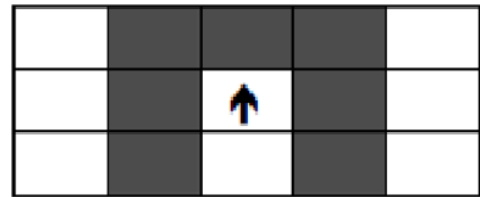
Agora existem dois tipos de limpadores, os limpadores de lixo amarelo e os limpadores de lixo vermelho. Cada um deles tem uma maior perceção comparativamente com o modelo base, e tal como os comilões, têm perceção do que se encontra à sua frente, ao lado direito e esquerdo, nas diagonais do lado direito e esquerdo à sua frente e as suas de trás. A função dos limpadores amarelos é limpar o lixo normal e dos limpadores vermelhos é de limpar o lixo tóxico, obviamente. Cada um destes tipos de lixo têm um depósito próprio (depósito castanho para o lixo amarelo (normal) e depósito roxo para o lixo vermelho (tóxico)). Continuam com um armazenamento limitado, mas agora, caso o seu armazenamento atual seja de 50% ou superior, os limpadores perdem o dobro da energia ao deslocarem-se. Também perdem energia sempre que se movimentam. Caso a sua energia chegue a 0, ambos estes agentes morrem.

Os mauzões são um novo tipo de agente. Estes têm um único objetivo: produzir lixo tóxico (vermelho). Também perdem energia sempre que se movimentam e regeneram-na comendo lixo normal (vermelho). Ignoram qualquer tipo de resíduo, depósito e comida e apenas produzem lixo tóxico caso não existam outros tipos de agentes na vizinhança (neighbors). Têm a mesma perceção que os comilões e os limpadores do modelo melhorado. Caso a sua energia chegue a 0, estes agentes morrem.

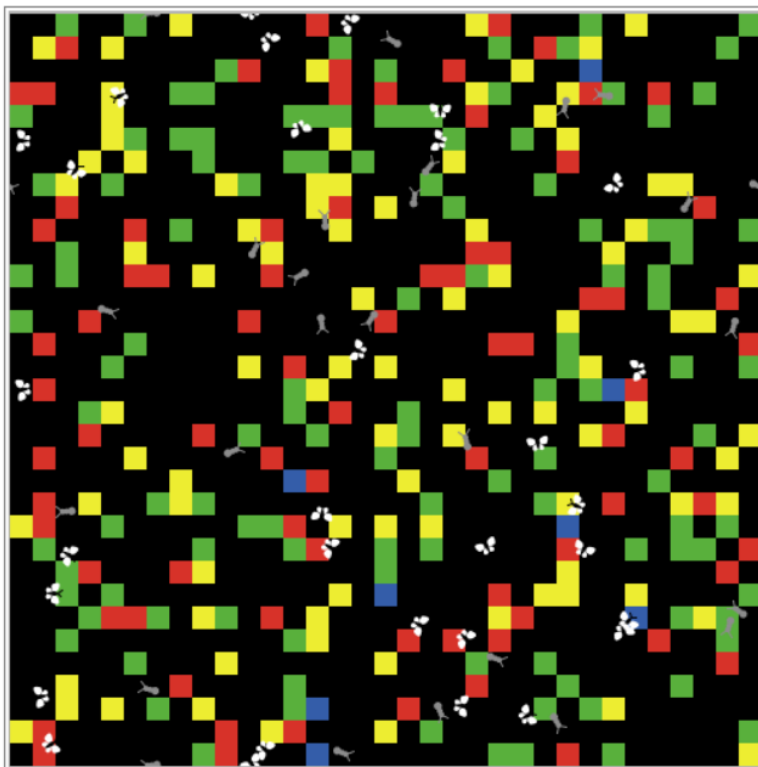
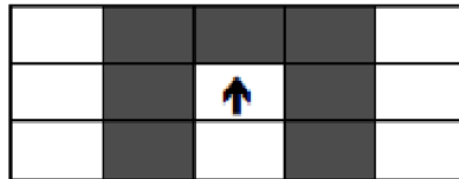
Perceção dos comilões  
no modelo melhorado



Perceção de ambos os limpadores  
no modelo melhorado



Perceção dos mauzões  
no modelo melhorado



lixoT2	4 %	depositosN	1
lixoN2	4 %	depositosT	1
nlimpadoresamarelos	19	nlimpadoresvermelhos	0
nmauzoes	10	reproducao	On
Nº Limpadores amarelos	0	Depósito lixo Normal	0
Nº Limpadores Vermelhos	0	Depósito lixo Tóxico	0
Nº Mauzões	0	Lixo tóxico produzido	0

Variáveis:

“lixoT2” (o mesmo que lixoT do modelo base)

“lixoN2” (mesmo que lixoN do modelo base)

“depositosN” corresponde ao número de depósitos de lixo normal (amarelo)

“depositosT” corresponde ao número de depósitos de lixo tóxico (vermelho)

“nlimpadoresAmarelos” corresponde ao número de limpadores de lixo normal

“nlimpadoresVermelhos” corresponde ao número de limpadores de lixo tóxico

“nmauzoes” corresponde ao número de mauzões

“reproducao” (on/off) é um interruptor para ativar a função de reprodução destinada aos comilões

## Experiências

### Hipóteses

### Modelo Base

- Sobrevivência dos limpadores consoante a variação dos níveis de comida sem comilões no ambiente.

TABELA 2 - Sobrevivência dos limpadores sem comilões no final de 10K iterações consoante os níveis de comida e nº de limpadores										REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes		% Comida	Níveis Ambiente	Nº Depósitos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no final	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
0 Comilões	20 Limpadores	5	10% Lixos (N/T)	5	50	100	50	18,30	0,00%	17	20	20	18	17	20	20	18	15	18
		10						19,90	0,00%	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19
		15						20,00	0,00%	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0 Comilões	40 Limpadores	5	10% Lixos (N/T)	5	50	100	50	37,70	0,00%	34	40	38	38	38	38	38	39	35	39
		10						40,00	0,00%	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		15						40,00	0,00%	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Para 20 limpadores: quanto maior for a quantidade de comida, maior será a sobrevivência destes agentes. O maior número de mortes regista-se quando a comida está configurada a 5%, na experiência 9. Hipótese confirmada

Para 40 limpadores: quanto maior for a quantidade de comida, maior será a sobrevivência destes agentes. O maior número de mortes regista-se quando a comida está configurada a 5%, na experiência 1. Hipótese confirmada

- Sobrevivência dos comilões consoante a variação dos níveis de lixo no ambiente.

TABELA 3 - Sobrevivência de comilões no final de 10K iterações - consoante os níveis de ambiente (lixos)										REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes		% Comida	Níveis Ambiente	Nº Depósitos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no final	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
20 Comilões	0 Limpadores	10	5% N / T	5	50	100	0	2,00	30,00%	1	6	7	1	1	0	0	3	0	1
			10% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 Comilões	0 Limpadores	10	5% N / T	5	50	100	0	8,10	10,00%	14	14	2	9	6	8	7	1	20	0
			10% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para 20 comilões: quanto maior for a percentagem de lixo normal / tóxico no ambiente, menor será a sobrevivência destes agentes. Registou-se o maior nível de sobrevivência dos comilões com 5% de lixo normal e tóxico, na experiência 3. Hipótese confirmada

Para 40 comilões: quanto maior for a percentagem de lixo normal / tóxico no ambiente, menor será a sobrevivência destes agentes. Registou-se o maior nível de sobrevivência dos comilões com 5% de lixo normal e tóxico, na experiência 9. Hipótese confirmada



- Sobrevivência dos comilões e limpadores consoante a variação da energia restabelecida por comida.

TABELA 5 - Sobrevivência de todos os agentes no final de 10K iterações - consoante os níveis de energia por comida										REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes		% Comida	Níveis Ambiente	Nº Depositos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no final	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
20 Comilões	20 Limpadores	10	10%	5	15	100	50	0,00	100,00%	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos
					30			13,50	0,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					45			18,30	0,00%	11	6	14	12	18	12	14	15	18	15
40 Comilões	40 Limpadores	10	10%	5	15	100	50	0,00	100,00%	19	16	18	17	18	19	20	19	19	18
					30			27,90	0,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					45			35,00	0,00%	15	37	28	37	35	25	30	14	30	28
										35	39	38	30	37	39	34	32	35	31

Para 20 comilões e 20 limpadores: Quanto maior for a quantidade de energia restabelecida por comida, maior a sobrevivência dos agentes, sendo que o menor número de mortes registado ocorreu com 45 de energia por comida, na experiência 7.  
Hipótese confirmada

Para 40 comilões e 40 limpadores: Quanto maior for a quantidade de energia restabelecida por comida, maior a sobrevivência dos agentes, sendo que o menor número de mortes registado ocorreu com 45 de energia por comida, na experiência 2.  
Hipótese confirmada

## Modelo Melhorado

- Sobrevivência dos limpadores consoante a variação dos níveis de comida sem comilões no ambiente.

TABELA 2 - Sobrevivência dos comilões sem limpadores no final de 10K iterações consoante os níveis de comida e nº de limpadores										REPETIÇÕES (Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes		% Comida	Níveis Ambiente	Nº Depositos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no final	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
0 Comilões	20 Limpadores (10 Amarelos e 10 Vermelhos)	5	10% Lixos (N/T)		50	100	50	21,00	0,00%	21	24	20	23	21	20	20	20	21	20
		10						21,1	0,00%	23	20	20	20	21	22	21	21	22	21
		15						20,6	0,00%	21	20	21	21	20	21	20	20	22	20
0 Comilões	40 Limpadores (20 Amarelos e 20 Vermelhos)	5	10% Lixos (N/T)		50	100	50	40	0,00%	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		10						40,1	0,00%	40	40	40	40	41	40	40	40	40	40
		15						40	0,00%	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Para 10 limpadores amarelos e 10 vermelhos: Quanto maior for a percentagem de comida no ambiente, maior será a sobrevivência dos limpadores. O menor número de mortes foi obtida com 5% de comida no ambiente, na experiência 4.  
Hipótese não confirmada

Para 20 limpadores amarelos e 20 vermelhos: Quanto maior for a percentagem de comida no ambiente, maior será a sobrevivência dos limpadores.  
Hipótese não confirmada

## - Sobrevivência dos comilões consoante a variação dos níveis de lixo no ambiente.

TABELA 3 - Sobrevivência de comilões no final de 10K iterações - consultando os níveis de ambiente (lixos)											REPETIÇÕES ( Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes			% Comida	Níveis Ambiente	Nº (T - N) Depositos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
20 Comilões	0 Limpadores		10	5% N / T	1 ----- 1	50	100	0	0,00	100,00%	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos
				10% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				15% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 Comilões	0 Limpadores		10	5% N / T	1 ----- 1	50	100	0	0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				10% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				15% N / T					0,00	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para 20 comilões: Quanto maior a quantidade de resíduos no ambiente, menor a sobrevivência dos comilões. Todos os agentes morreram após 10k iterações.

Hipótese não confirmada (inconclusiva)

Para 40 comilões: Quanto maior a quantidade de resíduos no ambiente, menor a sobrevivência dos comilões. Todos os agentes morreram após 10k iterações.

Hipótese não confirmada (inconclusiva)

## - Sobrevivência dos comilões e limpadores consoante a variação da energia restabelecida por comida.

TABELA 1 - Sobrevivência dos comilões sem limpadores no final de 10K iterações consuante os níveis de comida e nº de comilões											REPETIÇÕES ( Número de agentes, iteração máxima)									
Número de Agentes			% Comida	Níveis Ambiente	Nº Depositos	Energia p/comida	Energia Inicial	Limite Transporte	Média do número de agentes vivos no	% Repetições com extinção	Exp1	Exp2	Exp3	Exp4	Exp5	Exp6	Exp7	Exp8	Exp9	Exp10
20 Comilões	0 Limpadores		5	10% Lixos (N/T)		50	100	0	0,00	100,00%	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos	vivos
			10						0	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			15						0	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40 Comilões	0 Limpadores		5	10% Lixos (N/T)		50	100	0	0	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			10						0	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			15						0	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Para 20 comilões: Quanto maior for a quantidade de energia restabelecida por comida, maior a sobrevivência dos agentes. Todos os agentes morreram após 10k iterações.

Hipótese não confirmada (inconclusiva)

Para 40 comilões: Quanto maior for a quantidade de energia restabelecida por comida, maior a sobrevivência dos agentes. Todos os agentes morreram após 10k iterações.

Hipótese não confirmada (inconclusiva)