

---

# Minnows and Sharks, with Evolution

Júlio Silva, 201000289

---

## Introdução

O objectivo deste relatório é descrever o modelo "Minnows and Sharks with Evolution" original e as alterações feitas. Este modelo consiste em três espécies, o plankton, que está presente em cada patch, os tubarões e os peixes, que são as turtles no modelo, e estes dois últimos representam, respectivamente, os papéis de predador e presa.

## 1 Modelo Inicial

No modelo inicial/original, os peixes são capazes de se movimentar, alimentar, reproduzir e morrer, no entanto, os tubarões apenas se conseguem alimentar e movimentar. Isto significa que o número de tubarões se mantém constante ao longo do tempo. Este modelo apresenta também uma interessante funcionalidade, permite que, aquando da reprodução dos peixes, os descendentes possam ter um genoma diferente, isto é, podem ocorrer mutações (de facto, como o algoritmo está escrito, sempre que um peixe se reproduz, o seu descendente apresenta sempre uma mutação).

## 2 Modelo Adaptado

Neste novo modelo, os tubarões ganham as características que não tinham em comparação com os peixes, ou seja, podem agora reproduzir-se e morrer. Perante isto, é agora possível, ao reproduzirem-se, os descendentes dos tubarões podem ter um genoma diferente, devido à ocorrência de mutações.

## 3 Procedimentos

Nesta secção, vamos detalhar todos os procedimentos usados no modelo. Segue então a lista, com a explicação respectiva, de cada procedimento:

- Setup - Cria um número inicial de peixes e tubarões, com características iniciais todas iguais (isto é, os peixes têm as características todas iguais entre eles e os tubarões também, isto difere do modelo inicial pois neste, as condições eram dadas aleatoriamente, o que originava que, ao fim de pouco tempo, havia uma "rápida selecção natural"). Existia, no modelo inicial, a variável fullness, que foi retirada neste novo modelo

pois esta variável, da forma como estava programada, só piorava o modelo.

- Approach, Align e Avoid - São os procedimentos que fazem com que o peixe se coloque na trajetória do peixe mais próximo, coloque a sua "heading" igual à do peixe mais próximo e evite colisões entre peixes, que iriam dar resultado a um erro do programa, respectivamente.
- Feed - Procedimento que, se existir plankton disponível na patch onde se encontra o peixe, então este alimenta-se dele.
- Birth e Birth-Shark - Procedimento para a criação, respectivamente, de peixes e tubarões.
- Death - Procedimento para a morte de peixes e tubarões.
- Grow - Procedimento para o crescimento dos peixes, isto é, quanto mais adulto for o peixe, maior será o seu tamanho, até um certo limite.
- Cruise - Procedimento para um passeio aleatório dos peixes.
- Swim - Este procedimento faz com que os peixes, para além de perderem energia pelo facto de estarem em movimento, se detectarem ameaças no seu raio de visão, então aumentam a sua velocidade e tentam fugir da ameaça.
- Hunt - Este procedimento corresponde ao contrário do anterior, ou seja, quando o tubarão detecta, no seu raio de visão, a próxima vítima, então aumenta a sua velocidade de modo a conseguir caçar a presa.
- School - Este procedimento faz com que os peixes se organizem e sigam trajetórias semelhantes. Quando se corre o programa, esse facto é, de imediato, observável.
- Mutate e Mutate-shark - Procedimento que faz com que ocorram mutações nos descendentes, respectivamente, dos peixes e dos tubarões.

## 4 Resultados

### 4.1 Sem Mutação

Vamos considerar como condições iniciais padrão as seguintes: (Minnow population; Shark population; Minnow food energy; Plankton-growth-rate; Birth-energy; Drag-factor; Metabolism)=(100; 1; 9.0; 1.5; 50; 0.5; 0.01)

Ora, para estas condições iniciais (com a funcionalidade mutação desligada), observa-se que os resultados são bastante parecidos com os teoricamente obtidos no modelo Lotka-Volterra.

Variando as condições iniciais, obtemos alguns resultados interessantes:

- Qualquer que seja o valor inicial de tubarões e peixes (e mantendo os restantes valores constantes), a solução tende para a solução teórica do modelo Lotka-Volterra;
- Caso as variáveis Minnow food energy e Plankton-growth-rate sejam relativamente baixas, ao ponto de a população de peixes não aumentar significativamente, então a população de tubarões irá se reduzir a zero elementos rapidamente;
- Uma diminuição da variável birth-energy resulta num rápido aumento da população de peixes, seguida depois por um aumento do número de tubarões. Sucede depois que a população de peixes atinge a estabilidade teórica num ponto inferior ao inicial, ao passo que a estabilidade teórica da população de tubarões ocorre acima da inicial;
- A drag-factor é talvez a variável mais curiosa. Quando esta é elevada, a população de tubarões desaparece de imediato, caso contrário, a população dos peixes sobrevive durante algum tempo com muito pouca população, no entanto, passado algum tempo, acaba por desaparecer.

### 4.2 Com Mutação

Se adicionarmos a mutação ao modelo, a solução estável deixa simplesmente de existir. Vamos verificar essa situação estudando diversas situações que podem ocorrer no nosso modelo:

- Nos valores iniciais correntes, ocorre a oscilação, no entanto, esta passa a ser crescente, o que significa que uma das populações eventualmente passará a ser zero. Neste caso, como existe um acesso a alimento quase infinito, confirma-se um aumento das características essenciais para a sobrevivência, que são as que permitem escapar ao predador:

	Valor Inicial	Valor Final	%
cruise-speed	1	0,27	-73%
brust-speed	2	3,3	65%
field of view	360	355	-1%
sight range	5	2,9	-42%
avoid angle	15	6,14	-59%
safety range	1	0,9	-10%
escape angle	15	27,2	81%
turn angle	5	5,3	6%

- Fazendo uma diminuição nos valores do minnow-food-energy, plankton-growth-rate e no drag-factor, os peixes têm acesso a menos alimento, e os tubarões perdem menos energia, o que origina uma maior procura por alimento dos peixes, ou seja, para além das características essenciais para escapar aos predadores aumentarem, também é previsto que as características essenciais para a competição (entre peixes) para obter comida aumentem:

	Valor Inicial	Valor Final	%
cruise-speed	1	1,6	60%
brust-speed	2	3,2	60%
field of view	360	354	-2%
sight range	5	7,9	58%
avoid angle	15	15,7	5%
safety range	1	1,4	40%
escape angle	15	22,1	48%
turn angle	5	4,3	-14%

- Colocando, no habitat, apenas peixes, com um acesso a menos alimento e um drag-factor maior descobre-se que os peixes aprendem um curioso movimento, ou melhor, um não movimento, isto é, eles ficam parados num local, a alimentar-se, e desse modo não gastam energia ao movimentar-se:

	Valor Inicial	Valor Final	%
cruise-speed	1	0,002	-99,8%
brust-speed	2	1,7	-15%
field of view	360	354	-2%
sight range	5	3,8	-24%
avoid angle	15	17,5	17%
safety range	1	1,2	20%
escape angle	15	17,9	20%
turn angle	5	3,5	-30%