

## **ANÁLISE E PROPOSTA DE CONTROLE DO CRESCIMENTO POPULAIONAL DAS TILÁPIAS DO NILO**

Dionatan Luiz Retore  
Marieli Fernanda Faccin

### **Resumo**

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma solução para o controle do crescimento da população de tilápias do Nilo introduzindo peixes carnívoros da espécie conhecida como pintado. Por meio de métodos numéricos, estuda-se o aumento da população de tilápias em relação ao tempo, e de acordo com os hábitos alimentares dos predadores calcula-se quantos deles são necessários para que o aumento populacional não ocorra.

## **1 Introdução**

A *Oreochromis niloticus*, mais conhecida como Tilápia do Nilo, é uma espécie de água doce muito utilizada nos cultivos comerciais, principalmente por sua rusticidade, rápido crescimento, carne de ótima qualidade e boa aceitação pelo mercado consumidor. Porém, características reprodutivas da tilápia do Nilo como alta capacidade de reprodução, maturidade sexual precoce, fecundidade relativa elevada e desova frequente, propiciam a superpopulação dentro dos viveiros de cultivo, prejudicando a taxa de crescimento dos indivíduos[1]. Essas características de reprodução da espécie em questão se revertem em dificuldades encontradas pelos piscicultores no cultivo das tilápias.

Sabe-se que, para um piscicultor, a reprodução da espécie cultivada é prejuízo, pois seu objetivo é tratar os alevinos e após certo tempo, ter peixes de determinado peso e tamanho para a venda. Se houver filhotes, esses podem prejudicar a taxa de crescimento individual, tanto ocupando o espaço que é necessário para um bom desenvolvimento de uma unidade da espécie, ou compartilhando a alimentação, sendo que o trato é dado com o objetivo de se reverter em quantidade de quilos de peixe de um determinado tamanho para posteriormente vender. Deve-se levar em consideração ainda que os filhotes de tilápia não tem valor comercial, e que se forem tratados por tempo indeterminado, por não serem revertidos sexualmente, se reproduzirão em grande escala, o que tornara inviável um cultivo rentável para os piscicultores.

Como proposta para o controle de população de tilápias em açudes e tanques, optou-se pelo pintado. Peixe carnívoro de nome científico *Pseudoplatystoma corruscans*, que se alimenta principalmente de pequenos peixes [2]. São peixes nobres, conhecidos e valorizados no mercado nacional, por sua carne branca, de sabor suave e sem espinhas. No ponto de vista zootécnico, trata-se de um peixe dócil, de fácil manejo e bastante resistente à doenças e má qualidade de água [3]. Na natureza, a reprodução dos pintados é estimulada pela piracema, a migração rio acima, quando a fêmea expelle os óvulos e o macho libera o sêmen. Em águas paradas, a desova é induzida por hormônio, num processo que deve ser conduzido apenas por criadores experientes [4]. Portanto, ele não se reproduz naturalmente em águas paradas, dessa forma, a população de pintados no ambiente de cultivo das tilápias permanece constante.

Por meio do método de Runge-Kutta de Quarta Ordem e do método Runge-Kutta Fehlberg calcula-se o aumento da população de tilápias em relação ao tempo, de acordo com suas características reprodutivas. Por fim, calcula-se a quantidade de predadores da espécie pintado necessária para que o aumento da população de tilápias não ocorra.

## **2 Métodos**

### **2.1 Reprodução das tilápias do Nilo**

Para o melhor desenvolvimento do presente trabalho, buscou-se informações sobre reprodução e desenvolvimento das Tilápias do Nilo com o Sr. Hélio Basei, Técnico Agrícola formado pela Escola Agrotécnica Federal de Concórdia e Administrador Empresarial, formado pela Universidade do Oeste de Santa Catarina-Unoesc. O Sr. Hélio foi funcionário

da Epagri (empresa pública, vinculada ao Governo do Estado de Santa Catarina por meio da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca) durante 34 anos e atualmente atua como microempresário em mais de um ramo, sendo importante destacar a atividade a mais de 15 anos no ramo de produção de tilápias.

Com sua vasta experiência em criação de tilápias, Hélio menciona que os processos de inversão sexual feitos pelos produtores de alevinos facilitam a produção das tilápias em viveiros de cultivo, mas ainda assim, esses processos, se bem conduzidos, garantem índices de masculinização dos lotes de até 95%. Menciona ainda, que as tilápias do Nilo quando cultivadas na região meio-oeste catarinense alcançam a maturidade sexual por volta do sexto mês, mas pode ser mais precoce, se reproduzem em média 2 vezes por ano, nascendo por desova de 800 a 1000 alevinos.

Hélio cita ainda que o desenvolvimento dos alevinos dessa espécie podem ser identificados por fase de crescimento: os alevinos 1 são os que medem 3 a 4 cm, com massa de 5 g; os alevinos 2 que medem entre 4 e 6 cm; os chamados alevinões que medem de 6 a 8 cm; e por fim à partir de 8 cm inicia-se a fase de recria da espécie.

Como ponto de partida para solucionar o problema em questão, será necessário calcular a taxa de crescimento populacional das tilápias. Para tal tarefa aplicar-se-á uma equação diferencial de primeira ordem.

Seja  $N(t)$  a quantidade de substância (ou população) sujeita a um processo de crescimento ou decaimento. Admitindo que  $dN/dT$ , a taxa de variação da quantidade da população em relação ao tempo, seja proporcional à quantidade de população inicial, então:

$$\frac{dN}{dT} = K.N \quad (1)$$

onde  $k$  é a constante de proporcionalidade [5].

Integrando essa equação diferencial, tem-se como solução:

$$N(t) = N_i \cdot \exp^{Kt} \quad (2)$$

Substituindo os dados de reprodução de uma tilápias na Equação 2, obtêm-se o valor de  $K$ .

Substituindo  $K$  na Equação 1, tem-se a EDO que descreve o comportamento do crescimento populacional da espécie em questão quando cultivada no meio-oeste catarinense.

Pode-se determinar a solução exata da Equação 1 analiticamente, conforme a Equação 2, ou a partir de métodos numéricos para problemas de valor inicial, que podem ser de passo único, os quais permitem o cálculo de  $y_{i+1}$  dada a equação diferencial em  $y_i$ [6].

Utilizar-se-á neste trabalho o método de solução de Runge-Kutta de quarta ordem, já estudado em sala de aula, e também o de Runge-Kutta Fehlberg, escolhido pelos acadêmicos responsáveis por esse trabalho.

### 2.1.1 Runge-Kutta de Quarta Ordem

Os métodos de Runge-Kutta alcançam a acurácia de uma abordagem por série de Taylor sem exigir cálculos de derivada de ordem superior[6].

Os métodos RK mais populares são os de quarta ordem, que usa uma função de incremento com quatro termos (n=4). Tais métodos de quarta ordem serão exatos se a solução da equação diferencial for de ordem 4. Além disso, como os termos com  $h^5$  e com grau mais alto foram desprezados durante a dedução, o erro de truncamento global é  $O(h^4)$ [6]. Existe um número infinito de versões, mas a forma mais comum usada é a chamada de método RK de quarta ordem clássico:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)h \quad (3)$$

e os valores de  $k'$  são:

$$k_1 = f(x_i, y_i)$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1h\right)$$

$$k_3 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2h\right)$$

$$k_4 = f(x_i + h, y_i + k_3h)$$

Rotina no MATla

No método RK de quarta ordem são desenvolvidas múltiplas estimativas da inclinação para se chegar a uma inclinação média melhorada no intervalo. Cada um dos  $k'$  representa uma inclinação e conseqüentemente a Equação 3 representa uma média ponderada das inclinações para chegar a uma inclinação melhorada[6].

Para facilitar a aplicação do método, elaborou-se uma rotina no MATLAB. A figura abaixo mostra um arquivo-M que usa o método numérico citado nesta seção.

```

1 function RungeKutta4ordem(func,ti,tf,y,h)
2 %func=funcao a ser integrada
3 %ti=valor inicial do intervalo
4 %tf=valor final do intervalo
5 %y=valor de y quando x=0 (valor inicial)
6 %h=passo
7 t=ti:h:tf;
8 n=(tf-ti)/h;
9 for j=1:n
10     K1(j)=func(t(j),y(j));
11     K2(j)=func(t(j)+h/2, y(j)+(h/2)*K1(j));
12     K3(j)=func(t(j)+h/2, y(j)+(h/2)*K2(j));
13     K4(j)=func(t(j)+h, y(j)+h*K3(j));
14     y(j+1)=y(j)+(h/6)*(K1(j)+2*K2(j)+2*K3(j)+K4(j));
15 end
16 disp('A solucao para o RK de 4° ordem é:')
17 disp('      t                y          ')
18 disp([t',y'])

```

```

19 semilogy(t,y,t,y,'ro')
20 xlabel('Tempo (meses)');
21 ylabel('Quantidade de tilápias');
22 grid on;
23 end

```

Essa função permite integrar uma EDO gerando os valores da variável dependente y ao longo de um intervalo desejado da variável independente, que para este caso é o t. A função gera por fim um gráfico de de y em função de t.

### 2.1.2 Runge-Kutta Fehlberg

O método de Runge-Kutta Fehlberg ou RK embutido usa um método RK de quinta ordem que utiliza os cálculos de função do método de quarta ordem que o acompanha, fornecendo assim uma estimativa de erro com base em apenas seis cálculos de função[6].

O Runge-Kutta Fehlberg usa como estratégia para ajustar o tamanho do passo, dividir o passo na metade, além de uma abordagem alternativa do erro, que envolve o cálculo de duas previsões RK de ordem diferentes. Os resultados podem então ser subtraídos para se obter uma estimativa do erro de truncamento local.

O método usa a estimativa de quarta ordem

$$y_{i+1} = y_i + \left( \frac{37}{378}k_1 + \frac{250}{621}k_3 + \frac{125}{594}k_4 + \frac{512}{1771}k_6 \right) h \quad (4)$$

junto com a fórmula de quinta ordem

$$y_{i+1} = y_i + \left( \frac{2825}{27648}k_1 + \frac{18575}{48384}k_3 + \frac{13525}{55296}k_4 + \frac{277}{14336}k_5 + \frac{1}{4}k_6 \right) h \quad (5)$$

em que

$$k_1 = f(x_i, y_i)$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{1}{5}h, y_i + \frac{1}{5}k_1h\right)$$

$$k_3 = f\left(x_i + \frac{3}{10}h, y_i + \frac{3}{40}k_1h + \frac{9}{40}k_2h\right)$$

$$k_4 = f\left(x_i + \frac{3}{10}h, y_i + \frac{3}{10}k_1h - \frac{9}{40}k_2h + \frac{6}{5}k_3h\right)$$

$$k_5 = f\left(x_i + h, y_i - \frac{11}{54}k_1h + \frac{5}{2}k_2h - \frac{70}{27}k_3h + \frac{35}{27}k_4h\right)$$

$$k_6 = f\left(x_i + \frac{7}{8}h, y_i + \frac{1634}{55296}k_1h + \frac{175}{512}k_2h + \frac{575}{13824}k_3h + \frac{44275}{110592}k_4h + \frac{253}{4096}k_5h\right)$$

Assim, a EDO pode ser resolvida com a Equação 5 e a estimativa de erro obtida, como a diferença das estimativas de quinta e quarta ordens[6].

Com o objetivo de facilitar a integração de uma EDO com o RK embutido, elaborou-se uma rotina no MATLAB.

```

1 function Rungekutta_Fehlberg(func,ti,tf,y,h)
2 %func=função a ser integrada
3 %ti=valor inicial do intervalo
4 %tf=valor final do intervalo
5 %y=valor de y quando x=0 (valor inicial)
6 %h=passo
7 t=ti:h:tf;
8 n=(tf-ti)/h;
9 for j=1:n
10 K1(j)=func(t(j),y(j));
11 K2(j)=func(t(j)+ 1/5*h,y(j)+1/5*K1(j)*h);
12 K3(j)=func(t(j)+ 3/10*h,y(j)+ 3/40*K1(j)*h + 9/40*K2(j)*h);
13 K4(j)=func(t(j)+ 3/5*h,y(j) + 3/10*K1(j)*h - 9/10*K2(j)*h+
14 6/5*K3(j)*h);
15 K5(j)=func(t(j)+h,y(j)-11/54*K1(j)*h+5/2*K2(j)*h - 70/27*K3(j)
16 *h+35/27*K4(j)*h);
17 K6(j)=func(t(j)+7/8*h,y(j)+1631/55296*K1(j)*h + 175/512*K2(j)*
18 h +575/13824*K3(j)*h + 44275/110592*K4(j)*h +253/4096*K5(j)*
19 h);
20 %estimativa para método de RK de 4° ordem usado só para a
21 % estimativa do erro
22 y4(j+1)=y(j)+(37/378*K1(j)+250/621*K3(j)+125/594*K4(j)
23 +512/1771*K6(j))*h;
24 %solução da EDO com o uso de um método de RK de 5° ordem
25 y(j+1)=y(j)+(2825/27648*K1(j)+18575/48384*K3(j)+13525/55296*K4
26 (j)+277/14336*K5(j)+1/4*K6(j))*h;
27 Ea(j+1)=abs(y(j+1)-y4(j+1));
28 end
29 disp('A solução para o RK Fehlberg é:')
30 disp('      t      y      Erro ')
31 disp([t',y',Ea'])
32 semilogy(t,y,t,y,'ro')
33 xlabel('Tempo (meses)');
34 ylabel('Quantidade de tilápias');
35 grid on;
36 end

```

Essa função é bem semelhante a função elaborada para o método de RK de quarta ordem clássico, só gerando a mais a estimativa do erro de truncamento local para cada valor da função.

Fases	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Tempo (dias)	Conversão alimentar (média)
1	15	250	90 a 100	1,3
2	250	1000	120 a 150	1,6
3	1000	2000	120 a 150	2

Tabela 1: Dados técnicos sobre a produção de pintados em viveiros

## 2.2 Inserção de predadores no ambiente de cultivo das tilápias do Nilo

Inicialmente se indica que o procedimento que um piscicultor deve realizar é, ao por alevinos de tilápia no ambiente escolhido para cultivo, por também alevinos de pintados para que as duas espécies estando com o mesmo tamanho vão crescendo juntas, sendo que não é possível ao pintado comer um outro peixe de mesma idade[7]. Quanto a alimentação de cada espécie, fica a critério do produtor a escolha da ração, não descartando a possibilidade de uma dieta a base de carne para os alevinos de pintado.

Com a obtenção da taxa de crescimento e consequentemente da EDO que descreve o comportamento do crescimento populacional das Tilápias do Nilo, é possível através dos métodos numéricos já descritos neste trabalho, estimar a quantidade de filhotes que uma determinada população vai ter durante um determinado tempo. Deve-se levar em consideração que a quantidade apta a se reproduzir das tilápias é de apenas 5% do total da população e que a taxa de crescimento se refere somente a essa porcentagem.

Outro dado importante a ser levado em consideração é que as tilápias tem a maturidade sexual após seis meses de vida, se reproduzindo a partir disso em média duas vezes por ano. Então com a integração da EDO é possível estimar a quantidade de filhotes no intervalo de tempo entre a primeira e a segunda desova. Ao final dos seis meses de vida, pode-se considerar que haverá ainda a quantidade inicial de tilápias inseridas no açude, considerando N tilápias para o tempo zero. Então integrar-se-á a EDO para um intervalo de tempo de seis meses obtendo a quantidade total da população. Diminuindo do valor obtido, o valor inicial de tilápias, é possível obter a quantidade de filhotes que os pintados precisam comer para que não haja crescimento populacional.

Sobre os pintados, dados representados na Tabela 1 serão considerados quanto a sua alimentação [3].

Como as tilápias alcançam o peso comercial até em um ano de vida, sendo opcional do piscicultor deixá-las por mais tempo para um maior peso, será feita uma aproximação, sugerindo para os pintados uma média de conversão alimentar entre a fase 1 e a fase 2 descritas na Tabela 1, já que será entre essas fases que deveram se alimentar de todos os filhotes de tilápias nascidos. Então, o pintado irá alcançar 1 kg de massa entre os seis meses e um ano de vida com conversão alimentar de 1,8 quilo de ração para cada quilo de peixe. A ração para esse parâmetros de desenvolvimento é com pelo menos 40% de proteína [3]. Isso significa que um pintado necessita de 0,72 kg de proteínas durante o tempo estipulado.

Já foram testados rações com diferentes níveis de proteína (20, 30, 40 e 50% PB) na dieta dos pintados, em dois períodos (28 e 90 dias). A ração com 40% de proteína apresentou maior crescimento, seguido dos tratamentos 30, 50 e 20%, respectivamente [8]. Optar por uma dieta com 40% de proteínas para essa espécie é uma boa escolha, que refletirá em seu

bom desenvolvimto.

Quanto ao valor nutritivo da carne das tilápias do Nilo, possuem em média 75% de água, entre 3,4 a 8,5% de lipídeos, 20% de proteína e 2% de minerais, sendo que a composição nutricional pode variar em função da composição da dieta, do manejo alimentar, da idade e do tamanho dos peixes [9]. Mais uma consideração será feita, tal que os predadores se alimentarão de filhotes de tilápias com um tamanho médio de 4 cm, então resta apenas transformar a população de filhotes em massa de peixe produzida durante esse intervalo de tempo e multiplicar pela porcentagem de proteínas existentes em sua carne.

### 3 Resultados

Através da Equação 2, calculou-se a taxa de crescimento, sendo que uma tilápia ao final de 6 meses terá gerado em média 900 alevinos. Então:

$$900 = 1 \cdot \exp^{k \cdot 6}$$

$$\ln 900 = \ln \cdot \exp^{K \cdot 6}$$

$$K = 1,133732461$$

Substituindo o valor de K na Equação 1:

$$\frac{dN}{dT} = 1,133732461 \cdot N \quad (6)$$

Usar-se-à os métodos numéricos já mencionados na seção 2 para integrar a Equação 6 do tempo 0 à 6 meses. Será considerado que a quantidade de tilápias aptas a se reproduzirem inseridas em um ambiente de cultivo é igual a 50. Então, a condição inicial em  $t=0$  é  $N=50$  e o tamanho de passo para o método de RK de quarta ordem é  $h=0,2$  e para o método RK Fehlberg,  $h=0,6$ .

Através do gráfico da Figura 1, identifica-se uma quantidade de tilápias após 6 meses de aproximadamente 45 000, já que a solução gerada pela função do MATLAB Runge-Kutta4ordem é 44994,42.



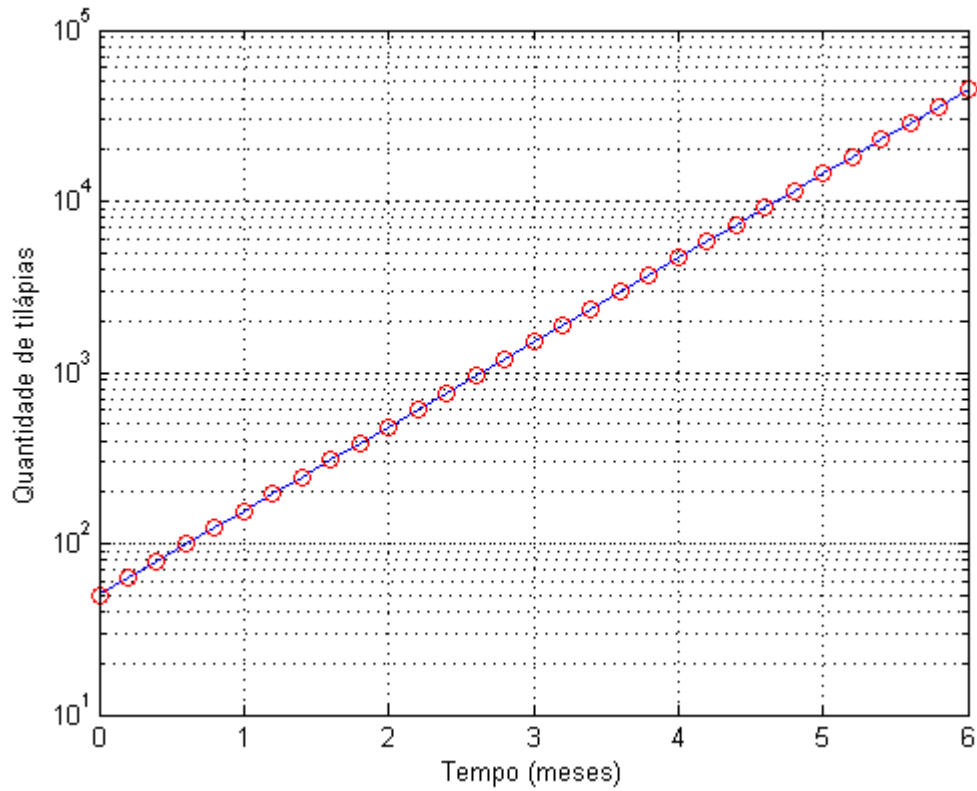


Figura 1: Gráfico da quantidade de tilápias em função do tempo obtido através do RK de quarta ordem

A função “Rungekutta\_Fehlberg” gera um valor de 44997,2 para a quantidade de tilápias no intervalo de tempo de 6 meses, conforme representa o gráfico da Figura 2.

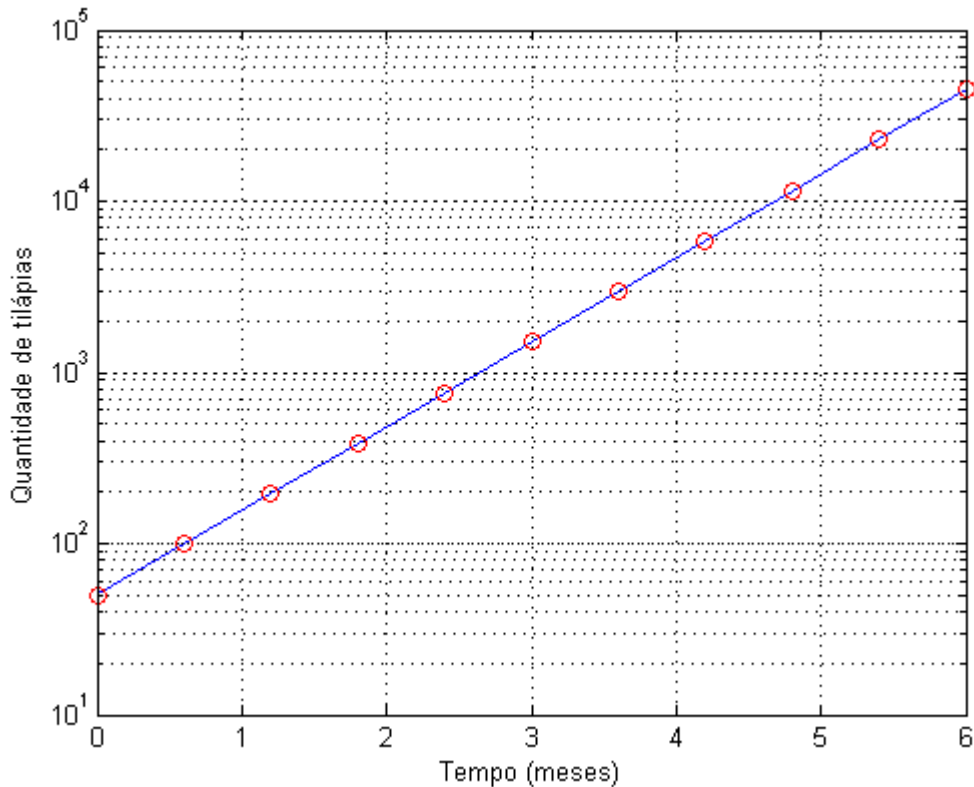


Figura 2: Gráfico da quantidade de tilápias em função do tempo obtido através do RK Fehlberg

Para uma melhor avaliação dos resultados, resolveu-se a EDO através da solução analítica, que para os mesmos parâmetros já indicados, tem resultado igual a 45 000.

Comparando os valores obtidos através dos métodos numéricos com a solução analítica, é perceptível que o RK de quarta ordem para o intervalo de tempo de 6 meses indica um valor mais próximo da solução analítica, apesar de para isso utilizar um tamanho de passo menor.

Com todas as informações necessárias sobre os pintados e tilápias já mencionadas, elaborou-se uma rotina no MATLAB para que, ao definir o valor correspondente a quantidade total de tilápias a serem produzidas em um ambiente de cultivo, o programa gera um valor que corresponde a quantidade de pintados que serão necessários inserir para um total controle do crescimento populacional tão objetivado pelos piscultores ou qualquer pessoa que queira produzir tal espécie com rentabilidade máxima.

```

1 quantidade= input('Número de tilápias que voce deseve criar = ');
2 % EDO que descreve o crescimento populacional das tilápias
3 func=@(t,n)n*1.133732461;
4 %ti e tf=intervalo de tempo
5 ti=0; tf=6;
6 %y= parte das tilápias que se reproduzem
7 N=quantidade*0.05;

```

```

8 y=quantidade*0.05;
9 %h=tamanho de passo
10 h=0.6;
11 % estimativa da integral com o método Rungekutta Fehlberg
12 t=ti:h:tf;
13 n=(tf-ti)/h;
14 for j=1:n
15     K1(j)=func(t(j),y(j));
16     K2(j)=func(t(j)+ 1/5*h,y(j)+1/5*K1(j)*h);
17     K3(j)=func(t(j)+ 3/10*h,y(j)+ 3/40*K1(j)*h + 9/40*K2(j)*h);
18     K4(j)=func(t(j)+ 3/5*h,y(j) + 3/10*K1(j)*h - 9/10*K2(j)*h+
19         6/5*K3(j)*h);
20     K5(j)=func(t(j)+h,y(j)-11/54*K1(j)*h+5/2*K2(j)*h - 70/27*K3(j)
21         *h+35/27*K4(j)*h);
22     K6(j)=func(t(j)+7/8*h,y(j)+1631/55296*K1(j)*h + 175/512*K2(j)*
23         h +575/13824*K3(j)*h + 44275/110592*K4(j)*h +253/4096*K5(j)*
24         h);
25     y(j+1)=y(j)+(2825/27648*K1(j)+18575/48384*K3(j)+13525/55296*K4
26         (j)+277/14336*K5(j)+1/4*K6(j))*h;
27
28 end
29 pop=[y];
30 disp('A quantidade de PINTADOS a ser inseridos neste ambiente de
31     cultivo é:')
32 % (pop(1,11)-y)=população final menos a inicial
33 % (0.005) massa de tilápias em kg
34 % (0.2) porcentagem de prteínas para cada quilo de tilápia
35 % (0.72) quilos de proteína que um PINTADO come durante 6 meses
36 q=ceil((pop(1,11)-N)*0.005*0.2/0.72)

```

A Figura 3 mostra o resultado gerado pela rotina “controledaproducao” quando o a quantidade de tilápias a ser produzido é 1000 unidades.

```

>> controledaproducao
Número de tilápias que voce deseava criar = 1000
A quantidade de PINTADOS a ser inseridos neste ambiente de cultivo é:

q =

    63

```

Figura 3: Apresentação do resultado da rotina “controledaproducao”

#### 4 Conclusão

A inserção de peixes da espécie do pintado mostrou-se como um método alternativo e eficaz para o controle populacional das tilápias, já que os filhotes gerados causam efeitos negativos, principalmente porque passam a competir por alimento .

A Figura 4 representa a estimativa do crescimento populacional durante 24 meses para 50 tilápias, aptas a se reproduzirem e inseridas em um viveiro de cultivo.

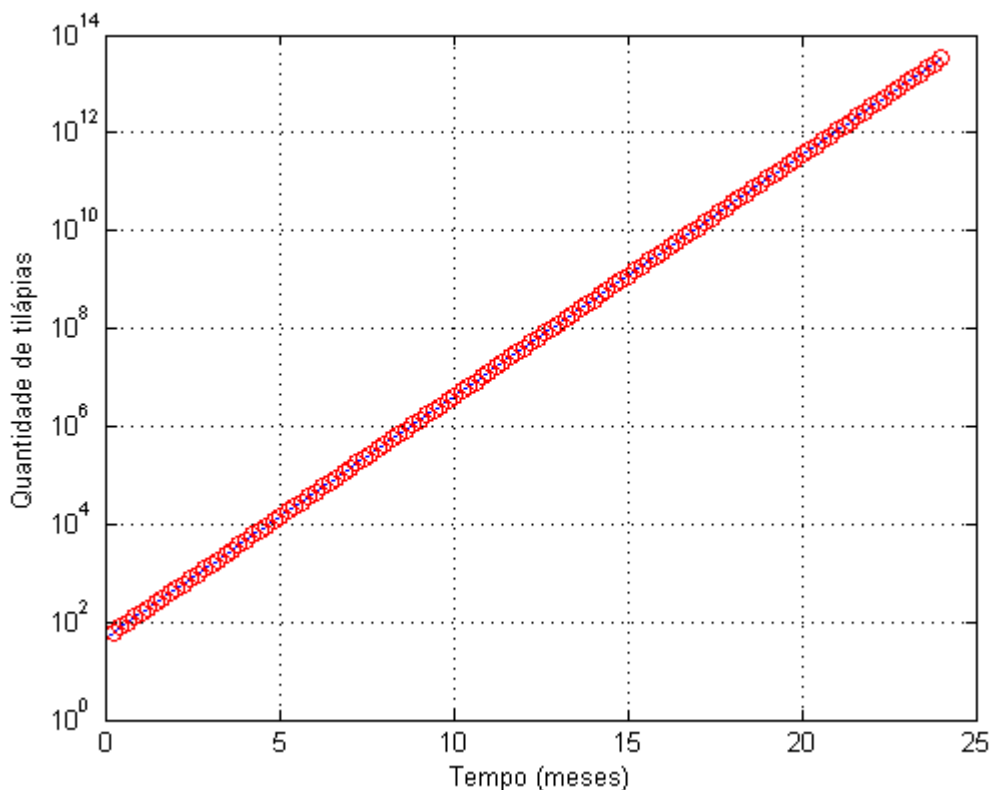


Figura 4: Gráfico para o crescimento populacional das tilápias durante 24 meses

O gráfico apresenta para esse intervalo de tempo uma população igual a  $3.10^{13}$ . Esse número mais uma vez confirma as possibilidades de total descontrole sobre as projeções de lucro objetivadas com a produção. Portanto, a inserção de espécie predadora no ambiente de cultivo das tilápias é fundamental para impedir o aumento de indivíduos no lote.

Ainda segundo o Sr. Hélio Basei, acontece de fazer a despesca em tanques e encontrar somente o número de tilápias inseridos inicialmente, e em outros casos, encontrar filhotes de tilápias, o que indica que existe a possibilidade de não haver alimentação o suficiente em forma de peixes para os pintados, após o começo da reprodução das tilápias.

Mas estudos realizados sobre a alimentação dessa espécie confirmaram que o arranjo intestinal do pintado é compatível com a maioria dos peixes carnívoros, uma vez que seu intestino é quase retilíneo, mas relatou que apresenta algumas particularidades, como circunvoluções das alças finais do intestino médio, que poderiam ser vistas como possíveis adaptações para um regime onívoro, ou seja, pode se alimentar de fonte vegetal e animal [10]. Essa possibilidade pode garantir a sobrevivência da espécie se alimentando com a mesma dieta das tilápias ou com vegetais existentes no ambiente de cultivo.

Acredita-se que para o total sucesso na aplicação dos resultados obtidos com este projeto, é necessário um estudo mais aprofundado quanto a interação entre as duas espécies em ques-

tão. No que diz respeito ao comportamento dos pintados quando já acostumados a ração em sua dieta alimentar e esta ser substituída por pequenos peixes, não se tem informações o suficiente para afirmar que isso acontecerá de forma imediata e natural.

## Referências

- [1] BORGES, A. M. et al. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem chitralada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, SciELO Brasil, v. 40, n. 2, p. 153–159, 2005.
- [2] MATHIAS, J. *Peixes de água doce do Brasil - Pintado (Pseudoplatystoma corruscans)-Centro de Produções Técnicas*. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/peixes-de-agua-doce-do-brasil-pintado-pseudoplatystoma-corruscans>>.
- [3] O CULTIVO DOS SURUBINS PINTADO E CACHARA - Experiência das empresas Projeto Pacu Aquicultura Ltda e Mar e Terra. Disponível em: <<http://projetopacu.com.br/public/paginas/198-informativo-projeto-pacu-criacao-dos-surubins-viveiros.pdf>>.
- [4] MATHIAS, J. *Como criar pintado*. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1669312-4530,00.html>>.
- [5] BRONSON, R.; COSTA, G. B. *Equações diferenciais-3ª Edição*. [S.l.]: Grupo A-Bookman, 2008.
- [6] CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. *Métodos Numéricos para Engenharia-5ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2008.
- [7] CURY, M. X. Cultivo de pintado e cachara / espécie nativa. *Revista Panorama da Aquicultura*, p. 445–450, 1992.
- [8] ZANARDI, M.; BOQUEMBUZO, J.; KOBERSTEIN, T. Desempenho de juvenis de pintado (pseudoplatystoma coruscans) alimentados com três diferentes dietas. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, p. 445–450, 2008.
- [9] MONTEIRO, M. L. G. Aproveitamento de resíduos de tilápia (oreochromis niloticus) para elaboração de novos produtos com valor agregado.
- [10] GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (pseudoplatystoma coruscans). SciELO Brasil, 2003.