Epidemiologia da Malária

Tiago Pacheco, *Docente,Nuno Pereira,*

***Abstract*—This scientific article made for the discipline of Applied Physics at , addressed the topic of different equations, that is, the equations that change a specific time, as well as the main topic, which would be the "Epidemiology of Malaria". where the primary objective would be to verify, with a set of equations as mentioned above, the evolution of a supposed epidemiology. In general, it is a scientific article in which it promotes and buys equations that calculate to statistical levels the evolution of a supposed epidemiology over time, in a certain country or even in the whole world.**

***Index Terms*—Malária, Equações, Sistema de equações, Mosquitos, Variáveis, Tempo.**

I. Introdução

NESTE artigo cientifico realizado para a cadeira de Física Aplicada á Computação , foi abordado o tema de Equações diferenciais, isto é, equações que variam consoante um tempo especifico, assim como o principal tema , que seria a "Epidemiologia da Malária", onde teria como objetivo primário verificar com um conjunto de equações como referido, qual a evolução de um suposta epidemiologia. No geral é artigo cientifico no qual promove e comprava equações que calcula para níveis estatísticos a evolução de uma suposta epidemiologia ao longo do tempo, num certo país ou mesmo no mundo inteiro.

II. Epidemiologia da Malária e suas Equações diferenciais

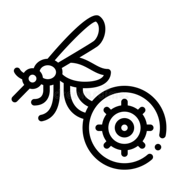
Como abordado na introdução do artigo, este documento teria um tema bastante especifico no qual , foi necessário usar já equações efetivamente feitas para esse propósito sendo que as mesmas foram retiradas de um livro, com o seu tema em incidir no seguinte tema: *Chapter 7: "Sickness and Health"*. Neste mesmo livro fornecido pelo docente e orientador deste Projeto, Nuno Pereira, encontravam se as equações diferencias , que juntamente com elas traziam as suas descrições e métodos a realizar, de modo a investigar a evolução de cada valor estatístico. Abordando um pouco o tema da Malária , esta doença apareceu por volta do ano de 2005, sendo esta , também conhecida como paludismo, é uma doença parasitária do sangue, provocada por um protozoário do género plasmodium. Este parasita é transmitido através da picada de um mosquito (do género Anopheles). A malária é endémica em vários países tropicais, sendo potencialmente fatal se não tratada atempadamente. Em seguida e feitas esta introdução geral ao projeto será de seguida demonstrada no próximo tópico a projeção do projecto III.

III. Projeção do Projeto

Inicialmente foi necessário verificar cada uma das equações e percebe las, no sentido em que , teria de ser verificada cada significado de cada variável e das suas sub-equações isto é, equações nas quais se juntam com outras e dariam uma equação diferencial própria. Inicialmente foi verificada a equação mais generalista do projeto , na qual daria o valor do número total de infeções num determinado período de tempo , denominado de *"Delta Time"*, e em seguidas as demais equações que fariam um calculo muito mais especifico e pouco generalizado. Em seguida será demonstrada uma lista de todas as Equações que Irão estar presentes neste projeto e artigo Cientifico:

- ⋆ Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais;
- ⋆ Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais (Humanos/Mosquitos) tendo em conta os recuperados e mortes;
- ⋆ Implementação da Equação de cálculo de Humanos suspeitos de contrair a Doença;
- ⋆ Implementação da Equação de cálculo do Equilíbrio;
- ⋆ Implementação de Equações da população tendo em conta o equilíbrio;
- ⋆ Implementação de equações que calculam os indivíduos que contraíram Gonorhea.

Tendo sido definido quais as implementações que iriam ser realizadas, foi verificado cada equação ao pormenor, como é disponibilizado no capitulo seguinte.



This paper was produced by Tiago Pacheco. Study in IPBeja, Beja.

IV. MÉTODOS

A. Definição de Varíaveis

Com base no livro referido na introdução II do artigo, foi necessário inicialmente definir as variáveis que seriam usadas, sendo que cada variável iniciada como demonstrado na tabela me baixo I, tinha sempre junto dela mesma uma variável *"i"*, sendo que a mesma poderia ter o numero 1 ou 2. Sendo que o i = 1, colocava todas as variáveis da tabela I direcionado para o tópico "Humanos", enquanto o i = 2, refere se ao tópico dos "Mosquitos". Com isto bem definidos , foi então possível continuar e começar as equações em si.

TABLE I
VARIÁVEIS

ni	População total em um determinado tempo
yi	Numero de indivíduos infetados
fi	Porporaçao de indivíduos infetados que podem transmitir
gi	Nível de recuperados
mi	Nascimentos
ki	Nível de Mortos
i	i = 1 (humanos) e i = 2 (Mosquitos)

B. Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais

Para a primeira Equação foram sendo utilizadas novas varias , que não estão inicialmente previstas, pois teriam de estar na equação em si de modo a efetivamente a mesma funcionar. Inicialmente foi definido que a variável b2, sendo que este 2 seria em substituição do i , como referido anteriormente, que a mesma seria o nível de picadas pela população de mosquitos infetados. Em seguida esses mesmos mosquitos (y2), realizam num determinado período de tempo picadas infectuosas, que resulta na sub-equação: b2*f2*y2. O numero de humanos suscetiveis (humanos não infetados) é definido pela sub-equação n1 - y1, sendo que a proporção de humanos suscetiveis á doença é dado pela sub equação (n1 - y1)/n1. Com todas estas sub-equações a equação abaixo calcula o numero total de infeções num certo período de tempo, consoante os valores atribuídos na tabela I. A sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo V

$$Infectous_general = b2*f2*y2*(n1-y1))/n1)-(g1+k1)*y1 \quad (1)$$

C. Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais (Humanos/Mosquitos) tendo em conta os recuperados e mortes

Para a segunda equação foi utilizada em base a equação anterior referenciada no sub capitulo anterior, sendo que nesta equação foi utilizada uma sub-equação determinada como : (g1 + k1)*y1, sendo que este valor obtidos irá ser subtraído á equação anterior, que dava o valor total de infetados a nível geral num determinado período de tempo. Para a terceira Equação foi utilizada em base a equação anterior referenciada no sub capitulo anterior, sendo que nesta equação foi utilizada uma sub-equação determinada como : (g2 + k2)*y2, sendo esta referente á população de mosquitos, onde n2 - y2, calculava o valor de mosquitos suscetiveis a fazeres "x" mordidas, definida pela sub equação b2*(n2-y2). Por fim temos a sub equação : f1*(y1/n1), que calcula a proporção de humanos mordidos pelos mosquitos infetados. A sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo V

$$dy1 = b2 * f2 * y2 * (n1 - y1)/n1 - (g1 + k1) * y1 \quad (2)$$

$$dy2 = b2 * f1 * y1 * (n2 - y2)/n1 - (g2 + k2) * y2 \quad (3)$$

D. Implementação da Equação de cálculo de Humanos/Mosquitos suspeitos de contrair a Doença

Nas equações seguintes é assumido efetivamente que todos os nascimentos , de humanos e/ou mosquitos, estão sem a doença , mas encontram se todos imediatamente suspeitos. Para tal foram definidos algumas variáveis novas, sendo elas mais especificamente o nascimentos e mortes rate, no qual foi feita uma igualdade para o propósito, entre outras suposições sendo estas definidas como testes de modo a testar as equações. De seguida foram definidas as variáveis Y1 e Y2, assim como a variável n, nas quais estão representadas abaixo. Com esta objetividade foram criadas 2 equações , sendo elas definida com o objetivo de calcular os humanos / mosquitos que estão efetivamente não infetados, pois é feita uma verificação nos nascimentos assim como as mortes. A sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo V

$$Y1 = y1/n1, Y2 = y2/n2, n = n2/n1 \quad (4)$$

$$dY1 = b2 * f2 * Y2 * n(1 - Y1)) - (g1 * Y1) \quad (5)$$

$$dY2 = b2 * f1 * Y1 * (1 - Y2) - (m2 * Y2) \quad (6)$$

E. Implementação da Equação de cálculo do Equilíbrio

Para esta implementação implementação do cálculo do Equilíbrio foram realizadas 2 etapas:

- ⋆ Divisão de todas as equações pelo produto de Y1*Y2 para verificar equilíbrios
- ⋆ Ajuste de valores para que a variavél P fosse ¡ 1.

Para a primeira aplicação da implementação foi realizada a divisão pelo produto Y1*Y2, sendo que todos os resultados obtidos nas equações anteriores baixaram, pois todos os valores obtidos foram divididos por um produto. Em seguida foram testados com a equação abaixo alguns ajustes nos quais caso a solução da equações fosse inferior ao valor 1, estaria em equilíbrio todo o conjunto de variáveis. A sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo V

$$((n * b2^2 * f1 * f2)/(g1 * m2)) \quad (7)$$

F. Implementação de Equações da população tendo em conta o equilíbrio

Para a implementação destas equações foi necessário ter em conta algumas situações, sendo feito um incremento na variável b2, sendo esta como referido anteriormente o "rate" de mordidas realizadas pela população de mosquitos, de modo a que o P, anteriormente referido fosse começando a ficar maior, excedendo a particularidade de equilíbrio, sendo superior a 1. Por fim supondo que as duas populações, humanos e mosquitos, iriam variando foram criadas as seguintes equações. A sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo V

$$dn1dt = m1 * n1 * (P1 - n1) - k1 * y1 \tag{8}$$

$$dn2dt = m2 * n2 * (P2 - n2) - k2 * y2 \tag{9}$$

G. Implementação de equações que calculam os indivíduos que contraíram Gonorhea

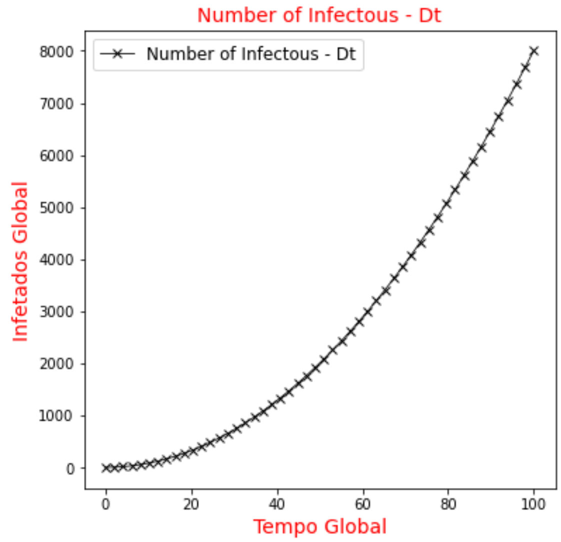
A implementação do calculo de indivíduos que contrariaram gonohream, foi distribuído por quatro equações. A ideia seria que o calculo de pessoas com gonohrea tivesse também influencia da população de humanos e mosquitos a nível dos seus casos de infetados , onde para isso foi definido que as 2 novas variáveis y3 e y4, seria igualadas aos números da população de humanos e mosquitos, respetivamente. Por fim as equações criadas foram as seguintes e a sua representação gráfica com os valores definidos encontra se disponível no capítulo **??**

$$dy1dt = (b2 * f2 * y2 * (y3 - y1)/y3) - (g1 + k1) * y1 \tag{10}$$

$$dy2dt = (b2 * f1 * y1 * (y4 - y2)/y3) - (g2 + k2) * y2 \tag{11}$$

$$dy3dt = m1 * y3(P1 - y3) - k1 * y1 \tag{12}$$

$$dy4dt = m2 * y4(P2 - y4) - k2 * y2 \tag{13}$$



(a)

Fig. 1. Infeções Gerais - População Humana

V. Implementações

Definição das Varíaveis em NJ

$$y0 = [0] \tag{14}$$
$$t = np.linspace(0, 100) \tag{15}$$

is coded as:

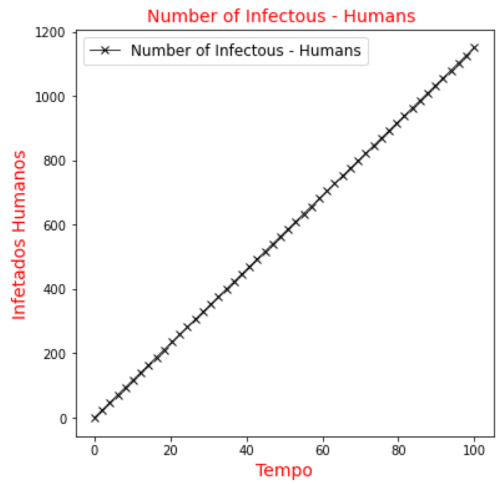
```
b2 = 1  g2 = 4
f2 = 4  k2 = 2
y2 = 2  n2 = 4
n1 = 5  Y1 = y1/n1
y1 = 4  Y2 = y2/n2
g1 = 2  n = n2 / n1
k1 = 3  m1 = k1
m2 = k2 f1 = 2

parametros = [b2,f2,y2,n1,y1,g1,k1,g2,
k2,n2,Y1, Y2, n, m1, m2,f1]
```

Implementação da Equação referente ao números geral de infetados

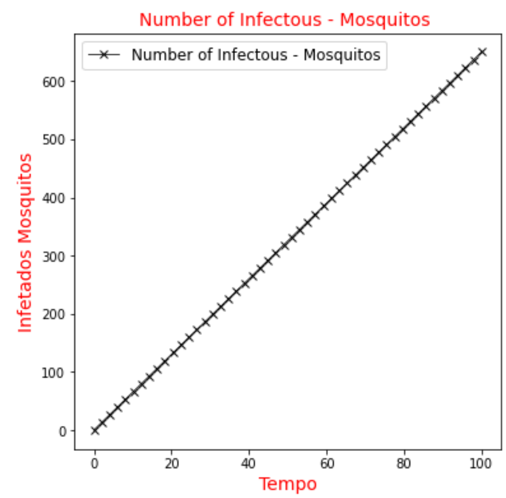
$$y0 = [0] \tag{16}$$
$$t = np.linspace(0, 100) \tag{17}$$

is coded as:

```
def number_of_infectous(pop,t, parametros):

    p = pop[0]

    b2 = parametros[0]
    f2 = parametros[1]
    y2 = parametros[2]
    n1 = parametros[3]
    y1 = parametros[4]

    dydt = ((b2*f2*y2*(n1 - y1)) * t) / n1

    return dydt
```



(a)



(b)

Fig. 2. Novas Infeções Humanos

Fig. 3. Novas Infeções Mosquitos

Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais (Humanos) tendo em conta os recuperados e mortes

$$y0 = [0] \tag{18}$$
$$t = np.linspace(0, 100) \tag{19}$$

is coded as:

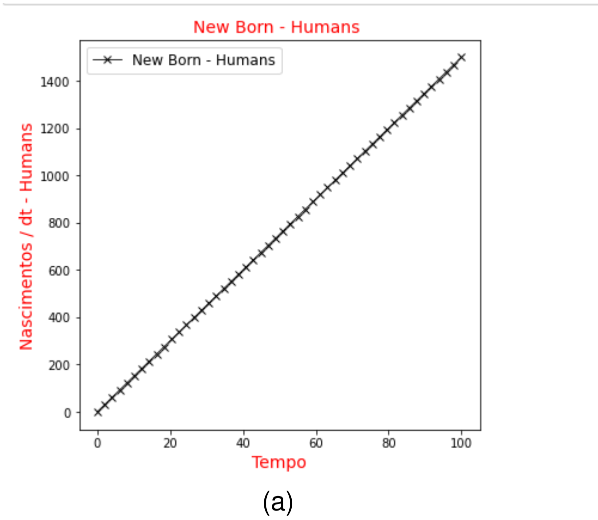
```
def infectous_Humans(pop1, t, parametros):

    p1 = pop1[0]

    b2 = parametros[0]
    f2 = parametros[1]
    y2 = parametros[2]
    n1 = parametros[3]
    y1 = parametros[4]
    g1 = parametros[5]
    k1 = parametros[6]

    dy1dt = (((b2*f2*y2*(n1 - y1)) / n1)
    - (g1 + k1)*y1 )
    return dy1dt
```

Implementação da Equação de cálculo de número de infecções gerais (Mosquitos) tendo em conta os recuperados e mortes

$$y0 = [0] \tag{20}$$
$$t = np.linspace(0, 100) \tag{21}$$

is coded as:

```
def infectous_Mosquitos(pop2, t, parametros):

    p2 = pop2[0]

    b2 = parametros[0]
    f2 = parametros[1]
    y2 = parametros[2]
    n1 = parametros[3]
    g2 = parametros[4]
    k2 = parametros[5]
    n2 = parametros[6]

    dy2dt = (((b2*f2*y2*(n2 - y2)) / n1)
    - (g2 + k2)*y2 )

    return dy2dt
```



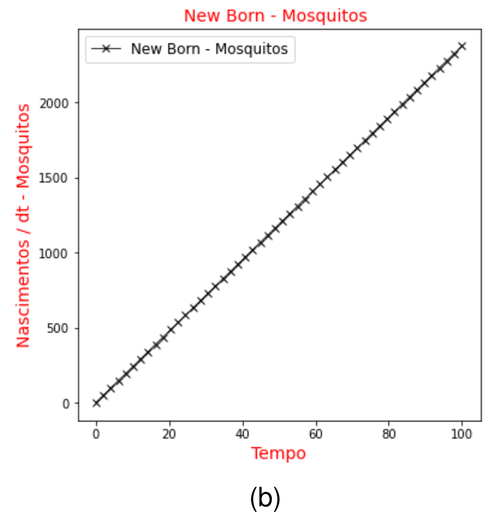


Fig. 4. Novas Nascimentos Humanos

Fig. 5. Novas Nascimentos Mosquitos

Implementação da Equação de cálculo de Humanos suspeitos de contrair a Doença

$$y0 = [0] \tag{22}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{23}$$

is coded as:

```
def newBorn_Humans(pop3, t, parametros):

    p2 = pop3[0]

    b2 = parametros[0]
    f2 = parametros[1]
    Y1 = parametros[2]
    Y2 = parametros[3]
    m1 = parametros[4]

    dY1dt = ((b2*f2*Y2*(1 - Y1)) - (m1 * Y1))
    return dY1dt
```

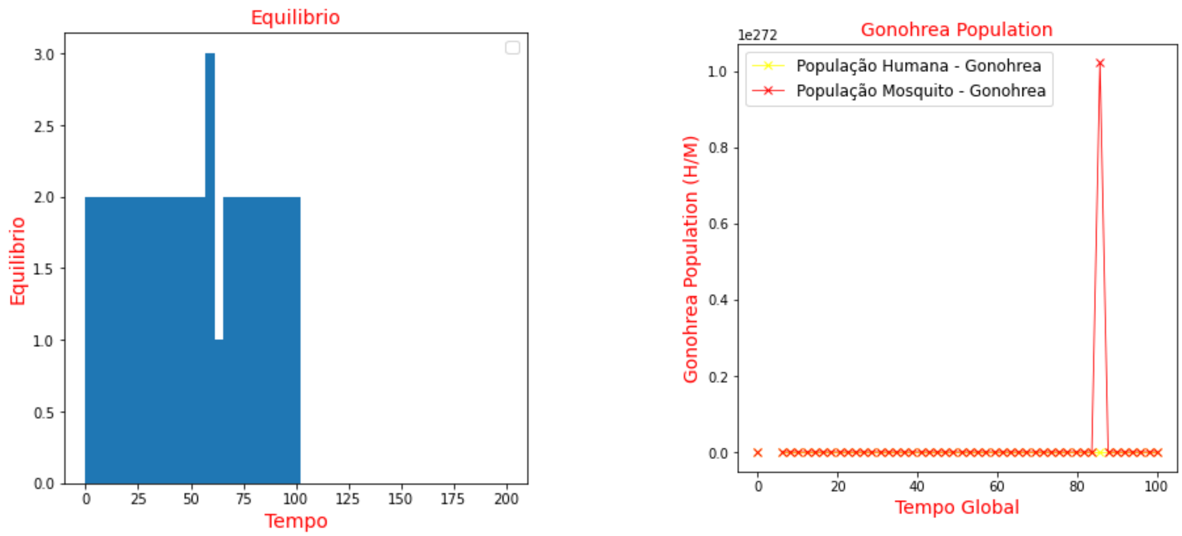
Implementação da Equação de cálculo de Mosquitos suspeitos de contrair a Doença

$$y0 = [0] \tag{24}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{25}$$

is coded as:

```
def newBorn_Mosquitos(pop4, t, parametros):

    p4 = pop4[0]

    b2 = parametros[0]
    f1 = parametros[1]
    Y1 = parametros[2]
    f1 = parametros[3]
    Y2 = parametros[4]
    m2 = parametros[5]

    dY2dt = ((b2*f1*Y1*(1 - Y2)) - (m2 * Y2))
    return dY2dt
```



(a) (b)

Fig. 6. Equilibrio

Fig. 7. Populações x Equilibrio

Implementação da Equação do Equilíbrio

$$y0 = [0] \tag{26}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{27}$$

is coded as:

```
def Equilibria(pop5, t, parametros):

    p5 = pop5[0]



    b2 = parametros[0]
    n = parametros[1]
    f1 = parametros[2]
    f2 = parametros[3]
    g1 = parametros[4]
    m2 = parametros[5]


    P = ((n*b2^2*f1*f2)/ (g1*m2))


    return P
```

O restante implementação do equilíbrio em VIII.

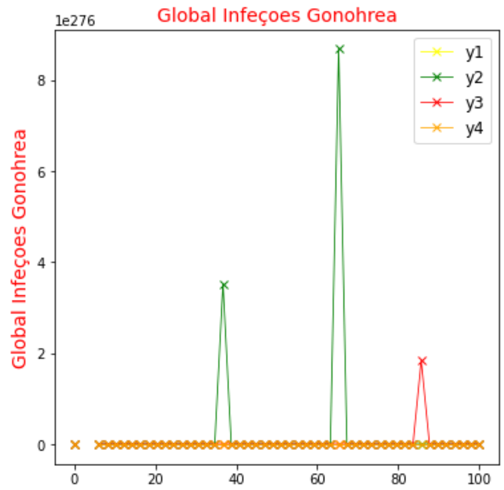
Implementação das Equações da População de humanos e Mosquitos tendo em conta a equação do equilíbrio

$$y0 = [0] \tag{28}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{29}$$

is coded as:

```
def Gonorrhea(pop7, t, parametros):
    P1 = 1
    p7 = pop7[0]

    m1 = parametros[0]
    n1 = parametros[1]
    P1 = parametros[2]
    k1 = parametros[4]
    y1 = parametros[5]

    dn1dt = m1*n1*(P1 - n1) - k1*y1

def Gonorrhea1(pop8, t, parametros):
    P2 = 1
    p8= pop8[0]

    m2 = parametros[0]
    n2 = parametros[1]
    P2 = parametros[2]
    k2 = parametros[4]
    y2 = parametros[5]

    dn2dt = m2*n2*(P2 - n2) - k2*y2
```



(a)

Fig. 8. Infeções Gerais - Gonohrea

Implementação das Equação da dos individuos infetados com Gonohrea (x2)

$$y0 = [0] \tag{30}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{31}$$

is coded as:

```
def Gonorrhea2(pop9, t, parametros):

    p9 = pop9[0]

    b2 = parametros[0]
    f2 = parametros[1]
    y2 = parametros[2]
    y3 = parametros[4]
    y1 = parametros[5]
    g1 = parametros[6]
    k1 = parametros[7]

    dy1dt = (b2*f2*y2*(y3 - y1) / y3) -
    (g1  + k1)*y1

def Gonorrhea3(pop10, t, parametros):

    p10= pop10[0]

    b2 = parametros[0]
    f1 = parametros[1]
    y1 = parametros[2]
    y4 = parametros[4]
    y2 = parametros[5]
    y3 = parametros[6]
    g2 = parametros[7]
    k2 = parametros[8]

    dy2dt = (b2*f1*y1*(y4 - y2) / y3) -
    (g2  + k2)*y2
```

Implementação das Equação da dos indivíduos infetados com Gonohrea (x2)

$$y0 = [0] \tag{32}$$

$$t = np.linspace(0, 100) \tag{33}$$

is coded as:

```
def Gonorrhea4(pop11, t, parametros):
    P1 = 1
    p11= pop11[0]

    m1 = parametros[0]
    y3 = parametros[1]
    P1 = parametros[2]
    n2 = parametros[4]
    k1 = parametros[5]
    y1 = parametros[6]

    dy3dt = m1*y3*(P1 - n2) - k1*y1

def Gonorrhea5(pop12, t, parametros):
    P2 = 1
    p12= pop12[0]

    m2 = parametros[0]
    y4 = parametros[1]
    P2 = parametros[2]
    y4 = parametros[4]
    k2 = parametros[5]
    y2 = parametros[6]

    dy4dt = m2*y4*(P2 - y4) - k2*y2
```

VI. Resultados

Todos os resultados neste artigo cientifico foram definidos tendo em conta certos valores definidos por mim, de modo de teste, onde serviriam essencialmente para verificar se cada equação implementada estava a funcionar bem e de acordo com o seu propósito. As equações onde se pretendia calcular o numero total de infeções , resultou em dados bastante eficientes , sendo dados que faziam sentido dentro do âmbito. As equações de novos nascimentos suscetiveis á doença, assim como as equações da infeções especificas de cada população (humanos e mosquitos), tendo em conta os recuperados e as mortes, deram também valores muito eficientes. Quanto á equação do equilíbrio e todas as suas propriedades , já foram valores menos precisos , tendo em conta que seria uma equação muito mais especifica, pois para haver o dito equilíbrio a equação principal de equilíbrio teria de dar um valor inferior 1.

As equações respectivas á doença da Gonohrea deram valores interessantes mas menos concretos, devido a estarem suscetíveis a valores provenientes das equações de equilíbrio.

VII. Conclusão

Para concluir toda a realização deste projeto e artigo cientifico correu bem , sendo que foram encontradas algumas dificuldades ao longo da realização do mesmo. As principais dificuldades incidiram nas equações de equilíbrio , assim como nas equações da ganohrea , que dependiam das de equilíbrio. Com muita pesquisa e alguma ajuda por parte do docente Nuno Pereira, acho que consegui resolver alguns desses problemas. Tendo em conta tudo isto, acredito que o trabalho esteja bem realizado, sabendo sim que á sempre espaço para melhorias.

References

[1] Danby, J. M. A. (1997), "Computer Modeling: From Sports To Spaceflight. . . .From Order To Chaos", Willmann-Bell, Richmond USA.
[2] Conteudo lecionado por parte do Docente Nuno Pereira

VIII. Anexos