

## EXERCÍCIO 1

**Gabriel Penna de Lima**

Para submeter este exercício, faça **upload** do arquivo de sua resolução em formato **PDF**, via *Blackboard*, até **23:59h de quinta-feira, 04/03**.

Você pode, se desejar, resolvê-lo à mão e tirar uma foto de sua resolução para gerar um arquivo PDF. Contudo, esperamos um trabalho profissional, bem escrito, com imagens focadas e recortadas adequadamente, e tudo em um único arquivo PDF! Se você encontrar dificuldades para gerar um arquivo PDF, peça ajuda aos NINJAs de sua turma ou aos veteranos.

Bom trabalho!

### **a. Estoques e fluxos**

Classifique cada grandeza a seguir como um estoque (E), um fluxo (F) ou nenhum dos dois (N).

- a) A população do mundo. R.: Estoque
- b) O número de adultos educados em um país. R.: Estoque
- c) O número de pacientes em um hospital. R.: Estoque
- d) O volume de água existente em uma banheira. R.: Estoque
- e) A vazão de água que escorre pelo ralo de uma pia. R.: Fluxo
- f) O número de átomos de U-238 em um reator nuclear. R.: Fluxo
- g) A biomassa de mexilhões na zona de pesca da costa de São Sebastião. R.: Estoque
- h) A velocidade de um automóvel. R.: Nenhum dos dois
- i) O número de baleias *minke* colhidas em todo o mundo a cada ano. R.: Fluxo
- j) A taxa de reprodução de baleias *minke* (número de bebês por adulto por ano). R.: Fluxo
- k) O número de barris de petróleo importados anualmente pelo Brasil. R.: Estoque
- l) A potência consumida por um computador. R.: Fluxo
- m) A corrente eléctrica que passa através de um fio (isto é, o número de Coulombs de carga que passam numa determinada seção do fio por unidade de tempo). R.: Fluxo
- n) A taxa de variação da temperatura de uma sala (em  $^{\circ}\text{C}$  por minuto). R.: Nenhum dos dois
- o) A pressão num reator nuclear.

### **b. População do Reino Unido**

O Reino Unido, situado em um conjunto de ilhas localizadas próximo à costa do continente europeu, é constituído por quatro países: Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte. Embora estejamos utilizando o termo “países”, cada um desses territórios não chega a ter a autonomia de um país, pois, para diversos assuntos, estão subordinados ao parlamento do Reino Unido, situado em Londres, capital do país. Para se ter uma ideia da

confusão, cada um dos quatro disputa separadamente as principais competições de futebol: na Eurocopa de 1996, por exemplo, a Inglaterra derrotou a Escócia por 2 a 0. Porém, os quatro disputam os Jogos Olímpicos unidos sob a mesma bandeira, a do Reino Unido.

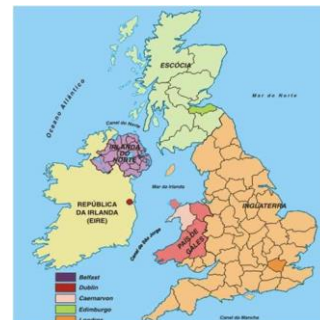
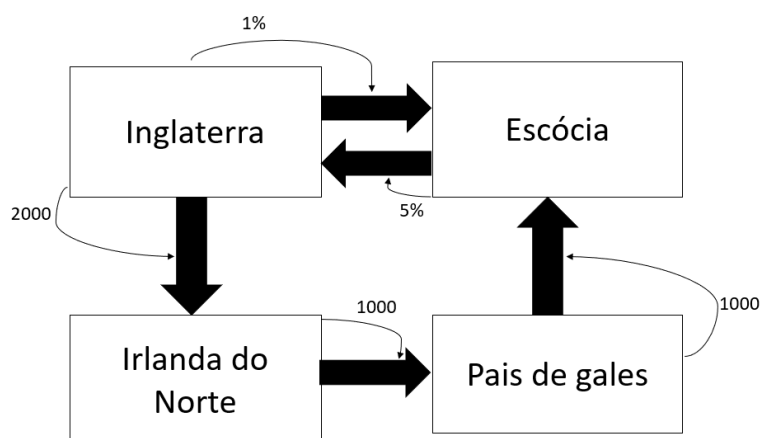


Figura 1 – Mapa do Reino Unido

Confusões à parte, vamos construir um modelo da população do Reino Unido. Em 2008, sua população total era de cerca de 60 milhões de habitantes, sendo 50 milhões na Inglaterra, 5 milhões na Escócia, 3 milhões no País de Gales e 2 milhões na Irlanda do Norte. No mesmo ano, o governo instituiu uma nova política para a migração – enquanto os habitantes do Reino Unido eram autorizados a migrar livremente pelos quatro países, ninguém estava autorizado a sair ou entrar em seu território<sup>1</sup>. Além disso, graças à paixão da maioria dos habitantes do Reino Unido pelos *pubs* e pelo futebol, o final de semana dos britânicos é cada vez mais atribulado, fazendo com que as taxas de natalidade e mortalidade do Reino Unido como um todo tenham se equiparado, permanecendo assim por muitos anos. Os demógrafos (estudiosos das populações) estimam que, todos os anos, 5% da população escocesa migre para a Inglaterra, enquanto 1% dos habitantes da Inglaterra se mudem para a Escócia. Além disso, 2.000 habitantes ingleses mudam-se anualmente para a Irlanda do Norte. Por fim, 1.000 pessoas migram anualmente da Irlanda do Norte para o País de Gales, e outras 1.000 pessoas migram anualmente do País de Gales para a Escócia.

b1) Desenhe o diagrama de estoques e fluxos e escreva as equações a diferenças que modelam a dinâmica populacional dos quatro países.



<sup>1</sup> Obviamente, tal hipótese não tem qualquer relação com a realidade.

Equações a diferença:

Inglaterra:  $P_i(t+1) = P_i(t) + (P_e(t) \cdot 0.05) - (P_i(t) \cdot 0.01) - 2000$

Escócia:  $P_e(t+1) = P_e(t) + (P_i \cdot 0.01) + 1000 - (P_e(t) \cdot 0.05)$

País de galês:  $P_g(t+1) = P_g(t)$

Irlanda do Norte:  $P_n(t+1) = P_n(t) + 1000$

Legenda:

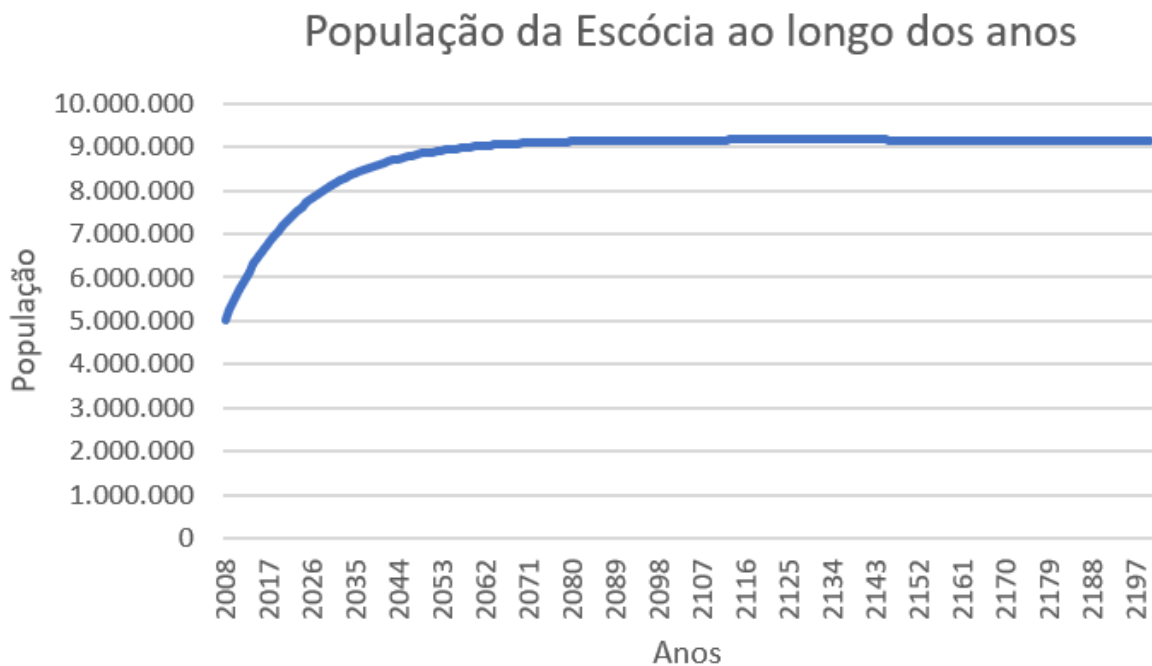
$P_i$  = população Inglaterra

$P_e$  = população Escócia

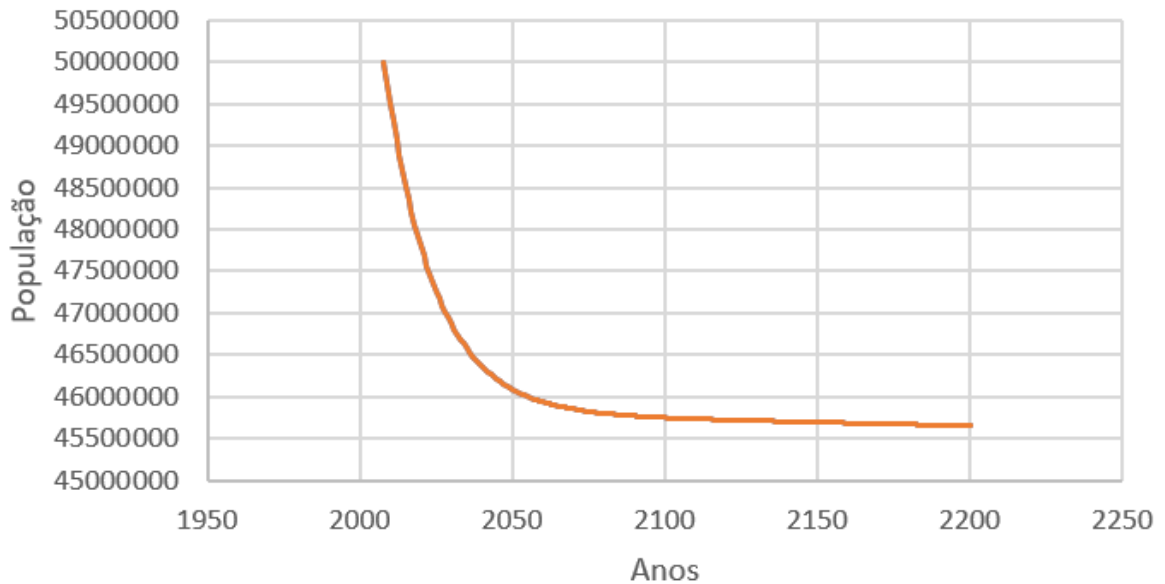
$P_g$  = população País de Gales

$P_n$  = população Irlanda do norte

b2) Caso as condições do problema se mantenham inalteradas, o que se espera que ocorra, em 2200 (passados 192 anos), com a população da Escócia? E com a da Inglaterra? Para responder a essa pergunta, você deverá fazer uma simulação em Excel! Cole um gráfico do Excel com as duas populações na sua resolução.



## População da Inglaterra ao longo dos anos



R.: A tendência possível de se observar ao longo do passar dos 192 anos, é uma estabilização das populações tanto da Escócia quanto da Inglaterra, uma vez que ambas acabam sendo dependentes uma da outra para variar a sua própria população.

### c. População das corujas malhadas do Norte

O ciclo de vida das corujas malhadas do Norte divide-se naturalmente em três estágios: filhotes (até 1 ano), adolescentes (de 1 a 3 anos) e adultos (mais de 3 anos). Elas só começam a se reproduzir durante a fase adulta. Usando dados de estudos demográficos da espécie, *Lamberson et al.*<sup>1</sup> determinaram que a taxa anual de natalidade é 33% (em relação ao total de adultos), que 18% dos filhotes sobrevivem e se tornam adolescentes, 71% dos adolescentes sobrevivem para se tornarem

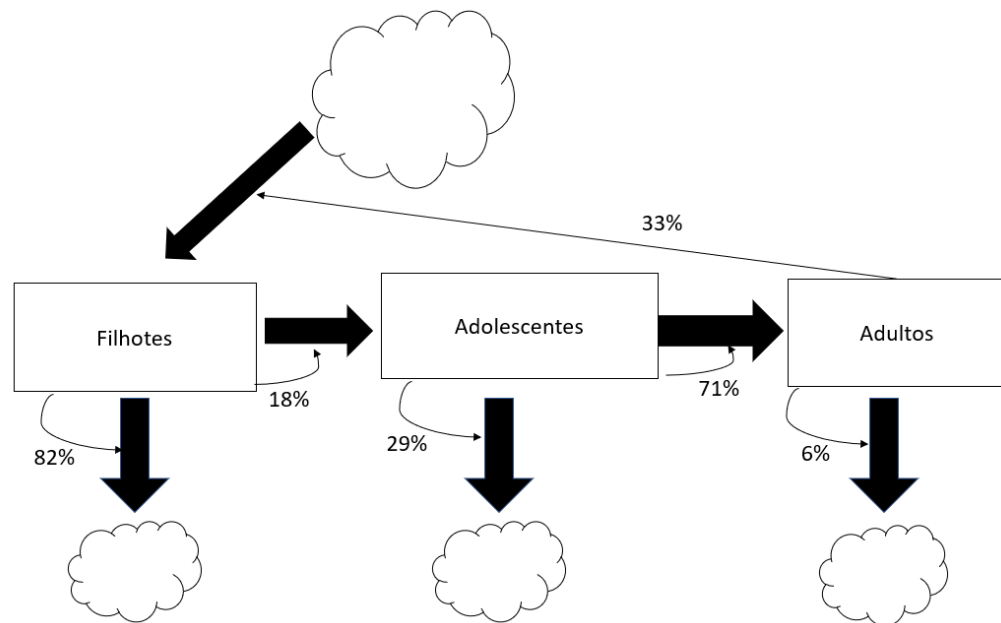


Figura 2 - Um simpático casal

adultos e que 94% dos adultos sobrevivem a cada ano. de corujas malhadas do Norte

c1) Desenhe o diagrama de estoques e fluxos e escreva as equações a diferenças que modelam a dinâmica dessa situação.

<sup>1</sup> A Dynamic Analysis of Northern Spotted Owl Viability in a Fragmented Forest Landscape, Lamberson, McKelvey, Noon, and Voss, *Conservation Biology* 6, 505-512 (1992).



Equações:

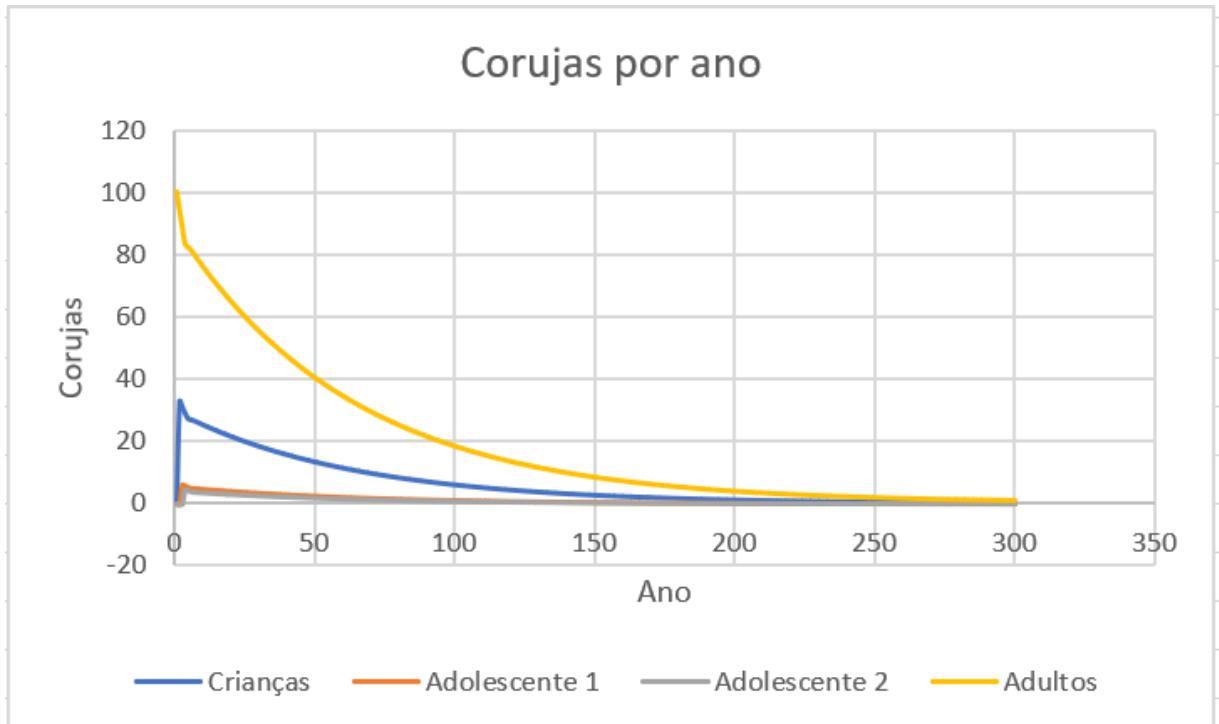
Filhotes:  $F(t+1) = (A(t) \cdot 0.33)$

Adolescentes (1-2 anos):  $Ad1(t+1) = (F(t) \cdot 0.18)$

Adolescentes (2-3 anos):  $Ad(t+1) = Ad1(t) \cdot 0.71$

Adultos:  $A(t+1) = A(t) + Ad(t) - (A(t) \cdot 0.06)$

c2) O que você acha que deve acontecer com as corujas em longuíssimo prazo (digamos, em 300 anos)? Faça uma simulação em Excel para conseguir responder. Adote uma população inicial (em  $t = 0$ ) de 100 corujas adultas (e nenhum filhote ou adolescente).



c3) O trabalho de Lamberson também aponta que a disponibilidade de árvores para que as corujas façam ninhos tem um importante papel na determinação da taxa de natalidade. Crie um novo diagrama de estoques e fluxos que leve esse efeito em consideração.

