

Lista de exercícios 2
BIO 208 - 2013

Entrega: Diurno (16/09, 14:00hs), Noturno (17/09, 19hs)

Total: 20 Pontos

1. Considere uma população com dois alelos em um locus com frequências 0,4 e 0,6, e que essa população é a fonte de uma nova população que será fundada numa ilha distante por apenas dois indivíduos. Estamos diante de um caso do *efeito fundador*, processo através do qual ocorrem grandes mudanças nas frequências alélicas quando um pequeno conjunto de indivíduos de uma população origina outra.

(a) Qual é a probabilidade de que a nova população, já na primeira geração, estará fixada para um dos dois alelos? Assuma que a população fonte está em equilíbrio de Hardy-Weinberg.

(b) Se a população fonte for endocruzada, que efeito isso teria sobre a probabilidade calculada no item (a)?

(a) Há duas formas de resolver essa parte. Uma é usando as probabilidades de sortearmos 4 gametas do mesmo tipo para formar a próxima geração. A probabilidade de na próxima geração termos $p=1$ é $0,4^4 = 0,0256$ e a de $q=1$ é $0,6^4 = 0,1296$. A probabilidade de fixar um ou outro alelo é a soma dessas duas probabilidades, que é 0,1556.

A outra abordagem é de calcular a frequência dos genótipos na geração anterior, e perguntar a chance de sortearmos dois genótipos idênticos. A frequência dos dois possíveis homozigotos é p^2 e q^2 , que são $0,4^2 = 0,16$ e $0,6^2 = 0,36$. A chance de amostrar dois indivíduos de cada um desses genótipos para a próxima geração é de $0,16^2 = 0,0256$ e $0,36^2 = 0,1296$. Em conjunto, a probabilidade de fixar o alelo é a soma desses dois valores, dando novamente 0,1556.

[1 ponto]

(b) Numa população endocruzada a frequência dos indivíduos homozigotos será maior, e portanto a chance de amostrar dois homozigotos do mesmo tipo também será maior também, aumentando a chance de fixação de um ou outro alelo. Não exijo valores numéricos para essa parte.

[1 ponto]

2. (a) Qual é a probabilidade que uma mutação neutra, presente em uma única cópia numa população de $2N=100$, seja perdida na já na próxima geração? (b) E se a mutação neutra tiver surgido numa população de $2N=1000$?

(a) Probabilidade de perda é a chance de não amostrar a mutação nenhuma vez em 100 sorteios. A frequência da mutação é $1/100$, e portanto a chance de sortear um alelo não mutante 100 vezes é $(99/100)^{100} = 0,36603$.

[1 ponto]

(b) Nesse caso a conta seria $(999/1000)^{1000} = 0,3676$.

[1 ponto]

O surpreendente resultado é que a chance de perder o alelo na próxima geração é quase igual, apesar do alelo ser mais raro na segunda população. Porque? Isso resulta do fato de que o alelo é 10 vezes mais raro na segunda população, mas nessa população há 10 vezes mais sorteios (chances dele ser transmitido). [Explicação, não faz parte da pergunta]

3. Para as duas mutações da questão anterior (com frequências iniciais de $1/100$ e $1/1000$, respectivamente), quais as probabilidades de que elas venham a se fixar após um grande número de gerações?

No exercício anterior calculamos a probabilidade de fixação já na próxima geração. Porém, considerando um número muito grande de gerações, a probabilidade de fixação é dada pela frequência inicial. Assim as chances de fixação são (a) $1/100$ e (b) $1/1000$.

[2 pontos]

4. Partindo de uma população com heterozigose (Het_0) 0,5, calcule as taxas de heterozigose nos tempos $t=1$, $t=2$, $t=5$, $t=10$, $t=50$. Faça isso para uma população pequena ($2N=10$, e outra grande $2N=100$). Faça um gráfico com os seus resultados

$$Het_t = Het_0 \left(1 - \frac{1}{2N}\right)^t$$

Usando a fórmula, os valores para cada ponto temporal devem ser:

Para $N=10$: 0.450 0.405 0.295 0.174 0.0025

Para $N=100$: 0.495 0.490 0.475 0.452 0.3025

[2 pontos para fazer as contas corretamente]

Um gráfico desses valores em relação ao tempo está dado abaixo, com o código em R para gerá-lo.

```
t <- c(1,2,5,10, 50)
h.10 <- 0.5*((1-(1/10))^t)
h.100 <- 0.5*((1-(1/100))^t)
plot(t, h.100, type="b", col="red", ylim=c(0,0.5),
xlab="tempo em gerações", ylab="H")
points(t, h.10, type="b", col= "blue")
```

[2 Pontos para a apresentação do gráfico corretamente]

5. 1500 ovos resultantes de cruzamentos entre heterozigotos (Aa Aa) de *Drosophila melanogaster* são colocados em uma caixa de população. Todos os indivíduos são verificados imediatamente após a sua eclosão do pupário e alguns dias após, quando todos já estão em ativa fase de reprodução. 1500 ovos colocados pelas fêmeas são transferidos para nova caixa de população e o procedimento de tipagem fenotípica é repetido. Foram verificados os seguintes resultados:

		AA	Aa	aa

geração 0	- emergência	255	510	255
	maturidade	207	414	0
geração 1	- emergência	432	432	108
	maturidade	321	321	0

Está ocorrendo seleção? Quais os valores adaptativos dos três genótipos? Quais os coeficientes de seleção dos três genótipos? Em cada geração, quais as frequências gênicas antes e depois de a seleção agir? O que deverá acontecer após um número grande de gerações?

As frequências genotípicas em cada geração são:

Geração 0 - emergência 1/4, 1/2, 1/4
 Geração 0 - maturidade 1/3, 2/3, 0
 Geração 1 - emergência 4/9, 4/9, 1/9
 Geração 1 - maturidade 1/2, 1/2, 0

Sim, está ocorrendo seleção

[1 ponto]

Os valores adaptativos dos três genótipos podem ser calculados observando quais valores são necessários para transformar frequências da emergência naquelas da maturidade. Esses valores são $W_{AA}=1$, $W_{Aa}=1$, $W_{aa}=0$.

[1 pontos]

G0: Antes de seleção $p=q=1/2$. Após seleção: $p=2/3$, $q=1/3$

G1: Antes de seleção $p=2/3$, $q=1/3$. Após seleção: $p=3/4$, $q=1/4$

[1 ponto]

Após muitas gerações a frequência de q tenderá a zero.

[1 ponto]

6. Considere uma população na qual os genótipos ocorrem nas frequências esperadas sob Hardy-Wenberg. Faça um gráfico da frequência homozigotos e heterozigotos em função da frequência de um alelo, p . Em qual frequência alélica a frequência de heterozigotos é máxima?

Assumindo HW as frequências dos genótipos são p^2 , $2pq$ e q^2 , e o gráfico tem o seguinte aspecto.

```
p <- seq(0,1,0.01)
par(mfrow=c(2,1))
plot(p,(1-p)^2, ylim=c(0,1), col="red",
xlab="frequência alélica (p)", ylab="frequência
genotípica")
points(p,(p)^2, ylim=c(0,1), col="blue")
points(p, 2*p*(1-p))
# Os heterozigotos aparecem em preto, e os dois
homozigotos aparecem em vermelho e azul.
plot(p,(((1-p)^2)+(p^2)), ylim=c(0,1), col="red",
xlab="frequência alélica (p)", ylab="frequência
genotípica")
points(p, 2*p*(1-p))
# aqui os homozigotos aparecem em vermelho, e os
heterozigotos em preto.
```

[2 pontos.]

7. Se a taxa de mutação neutra é de 10^{-7} em um loco, qual é a taxa de substituição nesse loco se o tamanho da população for (a) 100 indivíduos, (b) 1000 indivíduos.

Sob neutralidade a taxa de substituição é igual à taxa de mutação, independente do tamanho da população, então a taxa de substituição será:

(a) 10^{-7}

(b) 10^{-7}

[2 Pontos]

8. Imagine uma população com a seguinte composição: 100%

dos machos são AA, e 100% das fêmeas são aa. Suponha que essa população sofra uma rodada de cruzamentos aleatórios.

(a) Quais as frequências alélicas e genotípicas esperadas na prole? Essa população estará em proporções Hardy-Weinberg?

(b) Suponha que agora que essa prole acasale entre si. Quais as frequências alélicas e genotípicas esperadas na próxima geração? Essa nova geração estará em proporções Hardy-Weinberg?

(a) 100% de Aa; $p=q=1/2$. Não está em HW.

(b) 25% AA, 50% Aa e 25% aa. Em HW.

[2 Pontos]