

# BIOTECNOLOGIA

Prof. Kennedy Ramos

## UNIDADE 05: Clonagem Reprodutiva

### Introdução

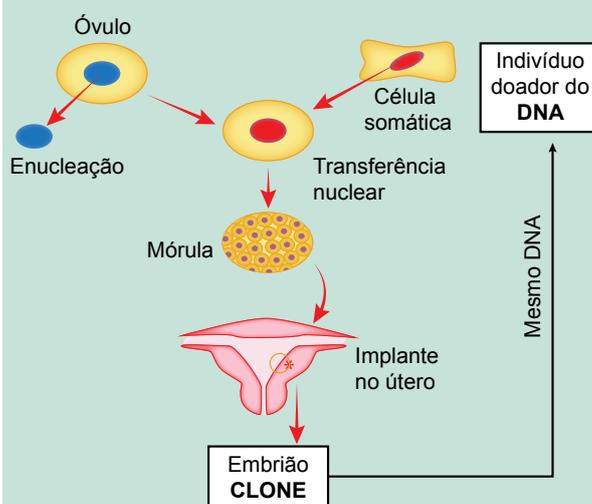
É uma técnica que possibilita a obtenção de um organismo que seja cópia genética de outro.

Imagine que pegássemos, por exemplo, uma célula somática sua, tirássemos o núcleo  $2n$ , o colocássemos num óvulo sem núcleo e, quando começasse a dividir-se, o implantássemos no útero de uma mulher.

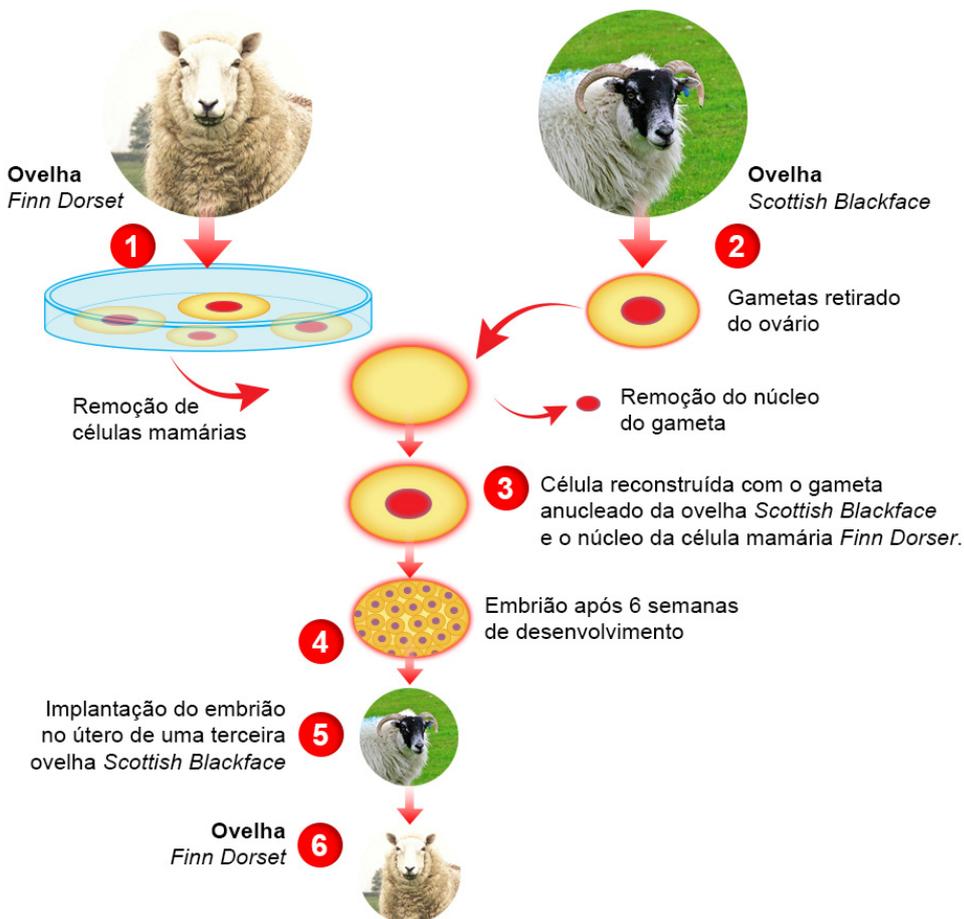
Caso a gestação fosse para frente, teríamos um clone seu.

Um exemplo prático de aplicação desta técnica é o caso da ovelha Dolly.

### Doadora de óvulos



Exemplificando, teremos...



É proibida a reprodução, total ou parcial, deste material

Clonagem!



ATIVIDADES PROPOSTAS



**01. (Uespi) As técnicas de clonagem têm produzido uma série de avanços biotecnológicos; contudo não são ferramentas com potencial aplicação:**

- a) na conservação do patrimônio genético de plantas e animais sob perigo de extinção.
- b) na criação de plantas cultivadas resistentes a pragas agrícolas.
- c) na síntese de fármacos de interesse humano em bactérias transgênicas.
- d) na produção de seres humanos para fins de transplantes de órgãos.
- e) no crescimento de nervos em pessoas com lesões na coluna cervical.



**02. (Upe) Em gatos malhados, certas regiões do corpo apresentam coloração preta (XP) ou amarelo-alaranjado (XA), relacionadas a genes presentes no cromossomo X, entremeadas por áreas de pelos brancos, condicionadas pela ação de genes autossômicos de caráter recessivo (bb). As fêmeas heterozigotas apresentam três cores e recebem a denominação de cálico, enquanto os machos possuem apenas duas cores. No Texas (EUA), ocorreu a clonagem de uma gatinha cálico chamada Rainbow, e, para surpresa dos pesquisadores, o clone que deveria ser idêntico à matriz apresentou um padrão de manchas diferentes da original. Isso ficou conhecido como o caso Carbon Copy ou Copy Cat A clonagem da gatinha não foi bem sucedida devido à(ao).**

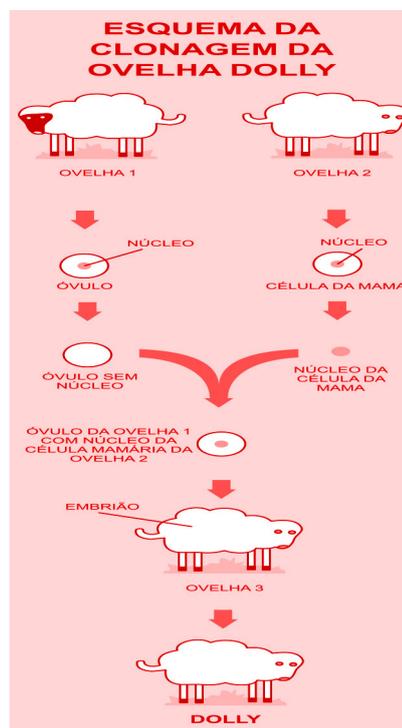
- a) adição de um cromossomo X em certo par, constituindo uma trissomia e elevando a homozigose; por isso, a clonagem de um cálico nunca resultará em um mesmo padrão.
- b) deleção de determinada região do cromossomo X, causando um fenótipo diferente do esperado, visto Carbon Copy ter sido criada a partir de um óvulo que se misturou com o núcleo de Rainbow.
- c) efeito pleiotrópico, no qual a ação do par de genes é responsável pela ocorrência simultânea de diversas características que ativa os dois cromossomos X da fêmea, no caso de haver clonagem.
- d) processo de inativação ao acaso de um dos cromossomos X da fêmea, relacionado a genes que aparecem em heterozigose, resultando em padrão de pelagem diferente, mesmo quando os indivíduos são geneticamente idênticos.

e) tipo de herança quantitativa, em que os genes possuem efeito aditivo e recebem o nome de poligenes. Assim, em cada gata, haverá um padrão de pelagem diferente, pois só funcionará um cromossomo X por indivíduo.



**03. (Pucsp) “Para clonar animais, separe-se, artificialmente, as células de um embrião no começo do desenvolvimento. Nessa etapa, cada célula é capaz de se tornar um embrião caso seja separada das outras. (...) Uma técnica diferente foi criada por cientistas escoceses, que clonaram, em 1996, uma ovelha. Para fazer o clone, eles usaram três ovelhas. Vamos chamá-las de 1, 2 e 3 Primeiro, pegaram um óvulo da ovelha 1 e retiraram o núcleo, onde estão os genes. Depois, conseguiram uma célula da mama da ovelha 2. Tiraram seu núcleo e o inseriram dentro do óvulo sem núcleo da ovelha 1. O óvulo da ovelha 1 com o núcleo da célula da mama da ovelha 2 foi posto no útero da ovelha 3, desenvolveu-se e gerou uma ovelha com genes iguais aos da ovelha 2: o clone, que recebeu o nome de Dolly”.**

Fonte (texto adaptado e imagem): <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/revista/revista-chc-2002/122/copia-fiel/ clones-de-laboratorio>.



**A imagem e o texto acima fornecem um exemplo de formação de clones de animais em laboratório. Entretanto, é possível a formação de clones humanos naturalmente, durante o processo reprodutivo, através da:**

- a) Formação de gêmeos monozigóticos (idênticos), que são formados quando o embrião gerado pela fecundação de um óvulo com um espermatozoide divide-se em dois ou mais, em fases iniciais do desenvolvimento.

É proibida a reprodução, total ou parcial, deste material



- b) Formação de gêmeos dizigóticos (diferentes), que são formados a partir de fecundações distintas de um óvulo com um espermatozoide, gerando indivíduos geneticamente distintos.
- c) Ocorrência de anomalias, tal como a fissão de um zigoto, formado pela fecundação de um espermatozoide e de um óvulo, através da ação de radiações UV e agentes químicos, como o tabaco.
- d) Formação de gêmeos monozigóticos (idênticos), quando estes são formados pela fecundação de um óvulo por dois espermatozoides, gerando dois ou mais embriões geneticamente idênticos.



**04. A ovelha Dolly, primeiro clone animal oficialmente declarado, após adulta foi acasalada com um macho não aparentado. Desse cruzamento resultou o nascimento de um filhote com características “normais”. Este filhote:**

- a) é geneticamente idêntico à sua mãe, a ovelha Dolly.
- b) é geneticamente igual à sua avó, mãe da ovelha Dolly.
- c) não tem nenhum patrimônio genético de seu pai.
- d) tem todo seu patrimônio genético herdado de seu pai.
- e) tem parte do material genético de seu pai e parte de sua mãe.



**05. (Uece) Leia atentamente as informações a seguir:**

“O processo de clonagem em seres como bactérias e outros organismos unicelulares que realizam sua reprodução através do processo de bipartição ou cissiparidade pode ser frequentemente observado na natureza. No caso dos seres humanos, podemos considerar gêmeos univitelinos como clones naturais, pois esses indivíduos compartilham as mesmas características genéticas, originárias da divisão do óvulo fecundado. Porém, foi somente no ano de 1996 que a comunidade científica demonstrou ser possível produzir clones de animais em laboratório, quando o embriologista Ian Wilmut, do Instituto de Embriologia Roslin, na Escócia, conseguiu clonar uma ovelha, batizada de Dolly. Após esta experiência, vários animais, como bois, cavalos, ratos e porcos, foram clonados.” É correto considerar que a clonagem artificial de animais consiste em:

- a) introduzir, dentro do óvulo de uma fêmea de determinada espécie, um espermatozoide de um macho da mesma espécie.

- b) retirar e descartar o núcleo de uma célula somática de uma fêmea de determinada espécie e injetar, nesta célula anucleada, o núcleo de uma célula ovo da mesma espécie.
- c) retirar e descartar o núcleo do óvulo de uma fêmea de determinada espécie e injetar, neste óvulo anucleado, o núcleo de uma célula somática de um indivíduo da mesma espécie.
- d) introduzir o núcleo de uma célula somática retirado de uma fêmea dentro de um óvulo retirado dessa mesma fêmea.



## ATIVIDADES ENEM



**06. (MODELO ENEM) A raposa, o lobo e o cão doméstico pertencem a espécies biológicas distintas entre si. Suponha que o seguinte experimento tenha sido realizado com sucesso: o núcleo de uma célula do corpo de um cão tenha sido transplantado para um óvulo anucleado de uma raposa e o embrião tenha sido implantado no útero de uma loba, ocorrendo a gestação. O animal será um clone que apresentará características genéticas:**

- a) da raposa, apenas.
- b) da loba, apenas.
- c) do cão, apenas.
- d) da mistura do cão e da raposa.
- e) da mistura da raposa e da loba.



**07. (MODELO ENEM) A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) planeja trabalhar na clonagem de espécies ameaçadas de extinção no Brasil, de animais como lobo-guará, onça pintada e veado cattingueiro. No entanto, esse projeto não pretende se tornar a principal ferramenta de preservação dessas espécies, mas, sim, complementar os esforços de conservação de matas, rios e reservas.**

**A principal limitação dessa técnica, apesar dos seus benefícios ecológicos, é**

- a) diminuir a variabilidade genética das populações.
- b) impedir a adaptação de animais nascidos em cativeiro.
- c) necessitar de um grande número de óvulos do doador do DNA.
- d) requerer gametas masculinos compatíveis de diferentes espécies.
- e) precisar de uma mãe de aluguel da mesma raça para gerar o clone.



**08. (MODELO ENEM)** Empresa coreana apresenta cães feitos em clonagem comercial. Cientistas sul-coreanos apresentaram cinco clones de um cachorro e afirmam que a clonagem é a primeira realizada com sucesso para fins comerciais. A clonagem foi feita pela companhia de biotecnologia a pedido de uma cliente norte-americana, que pagou por cinco cópias idênticas de seu falecido cão pit bull chamado Booger. Para fazer o clone, os cientistas utilizaram núcleos de células retiradas da orelha do pit bull original, os quais foram inseridos em óvulos anucleados de uma fêmea da mesma raça, e posteriormente implantados em barrigas de aluguel de outras cadelas.

**Pode-se afirmar que cada um desses clones apresenta.**

- a) 100% dos genes nucleares de Booger, 100% dos genes mitocondriais da fêmea pit bull e nenhum material genético da fêmea na qual ocorreu a gestação.
- b) 100% dos genes nucleares de Booger, 50% dos genes mitocondriais da fêmea pit bull e 50% dos genes mitocondriais da fêmea na qual ocorreu a gestação.
- c) 100% dos genes nucleares de Booger, 50% dos genes mitocondriais de Booger, 50% dos genes mitocondriais da fêmea pit bull e nenhum material genético da fêmea na qual ocorreu a gestação.
- d) 50% dos genes nucleares de Booger, 50% dos genes nucleares da fêmea pit bull e 100% dos genes mitocondriais da fêmea na qual ocorreu a gestação.
- e) 50% dos genes nucleares de Booger, 50% dos genes nucleares e 50% dos genes mitocondriais da fêmea pit bull e 50% dos genes mitocondriais da fêmea na qual ocorreu a gestação.



**09. (MODELO ENEM)** Se retirarmos o núcleo de uma célula-ovo de rã e o substituímos por outro núcleo diploide de uma célula de tecido muscular de rã adulta, a nova célula-ovo assim formada será capaz de produzir uma outra rã.

**Assinale a alternativa que explica corretamente, o que ocorre, neste caso, em relação à sequência funcional do DNA da célula diploide doadora:**

- a) Foi integralmente inativada.
- b) Foi parcialmente inativada.
- c) Foi integralmente mantida ativa.
- d) Expressou-se como na célula germinativa.
- e) Expressou-se como na célula muscular.



**10. (MODELO ENEM)** Cientistas sul-coreanos anunciaram a clonagem bem sucedida de um cachorro. Eles utilizaram a mesma técnica que permitiu a clonagem da ovelha Dolly, para criar um clone a partir de um galgo afegão de três anos. O clone, que recebeu o nome de Snuppy, é geneticamente idêntico ao pai, de acordo com testes de DNA.

**Os testes de DNA mencionados no texto apenas confirmaram que Snuppy e seu pai são idênticos geneticamente. Isso já era esperado, pois no processo de clonagem::**

- a) o núcleo de uma célula somática do pai de Snuppy foi transferido para o óvulo receptor.
- b) o núcleo de uma célula germinativa do pai de Snuppy foi transferido para o óvulo receptor.
- c) o núcleo de uma célula somática do pai de Snuppy foi fundido ao núcleo de uma célula somática receptora.
- d) o núcleo de uma célula germinativa do pai de Snuppy foi fundido ao núcleo do óvulo receptor.
- e) uma célula germinativa do pai de Snuppy foi implantada no núcleo de uma célula somática receptora.



**GABARITOS**

**QUESTÃO 01: Gabarito: [D]**

**Comentário:** A produção de cópias geneticamente idênticas pelo processo de clonagem não se aplica à reprodução de seres humanos com a finalidade de se obter órgãos e tecidos para transplantes.

**QUESTÃO 02: Gabarito: [D]**

**Comentário:** A gatinha clonada (copy cat) apresenta padrão de coloração do pelo diferente. Isso acontece devido ao processo de inativação aleatória de um de seus cromossomos X quando, nas primeiras clivagens do embrião, forma-se a cromatina sexual (corpúsculo de Barr).

**QUESTÃO 03: Gabarito: [A]**

**Comentário:** Os gêmeos monozigóticos (idênticos) são formados a partir da união de um óvulo com um espermatozoide, originando um único zigoto. Após as primeiras divisões celulares, ocorre a fissão do embrião em massas celulares que se desenvolvem em gêmeos com a mesma identidade genética.

**Questão 04: Gabarito: [E]**

**Comentário:** Assim como qualquer indivíduo gerado por reprodução sexuada, o filhote da ovelha Dolly, gerado por cruzamento com um macho não aparentado, terá parte do material genético do pai e parte de sua mãe.

**Questão 05: Gabarito: [C]**

**Comentário:** A clonagem artificial, que produziu a ovelha Dolly, consistiu em introduzir o núcleo de uma célula somática de uma ovelha da raça *Finn dorset* no óvulo anucleado de uma ovelha da raça *Scottish blackface*. A ovelha clonada apresentou as características fenotípicas da raça *Finn dorset*: ela era toda branca, sem o focinho preto que caracterizava a doadora do citoplasma do óvulo ou da mãe de aluguel, também da raça *Scottish blackface*.

**Questão 06: Gabarito: [C]**

**Comentário:** As características genéticas do animal clonado serão determinadas pelo material genético (DNA) presente no núcleo da célula do cão utilizado no experimento.

**Questão 07: Gabarito: [A]**

**Comentário:** A clonagem é um processo onde não há variabilidade por se tratar de um processo de cópia do material genético. A variabilidade é um fator importante para a seleção de espécies adaptadas a um determinado ambiente.

**Questão 08: Gabarito: [A]**

**Comentário:** Os clones produzidos pela técnica de transferência nuclear possuem 100% dos genes do doador do material genético nuclear e 100% dos genes mitocondriais presentes no citoplasma do óvulo utilizado como receptor do núcleo do animal a ser clonado. A fêmea gestante não contribui com qualquer material genético para o animal clonado.

**Questão 09: Gabarito:[C]**

**Questão 10: Gabarito: [A]**

**REFERENCIAL TEÓRICO**

GRIFFITHS, A.J.F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 9ª ed., 2010.

SNUSTAD, D.P. e SIMMONS, M.J. Fundamentos de genética. 2º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 200.

GARDNER, E. J. e SNUSTAD, D.P. Genética. 7º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 1986

BURNS, G. W. e BOTTINA, P. J. Genética 6º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan,

STANFIELD, W. D. Genética 2º ed. Editora Mc Graw - Hill.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 1 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 2 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; BIO volume 2. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; Biologia, volume único 1. Ed. São Paulo: Ática, 2011.

DOS SANTOS, F.S.; VICENTIN, J.B; DE OLIVEIRA, M.M.A. Ser Protagonista- Biologia (ensino médio) – Vol 2. 1º edição, São Paulo, Edições SM, 2010.