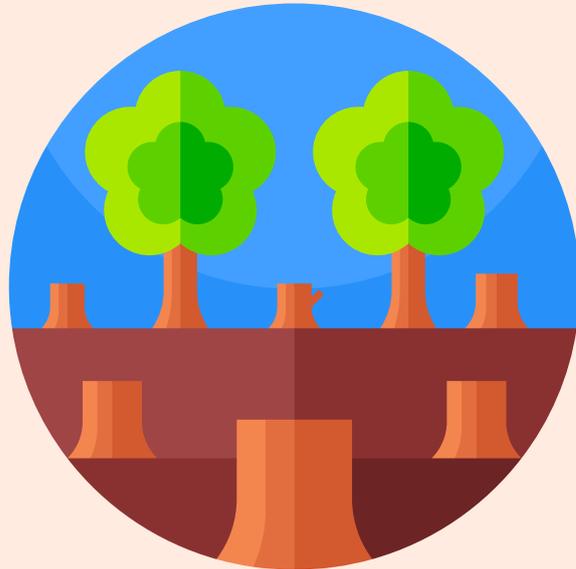
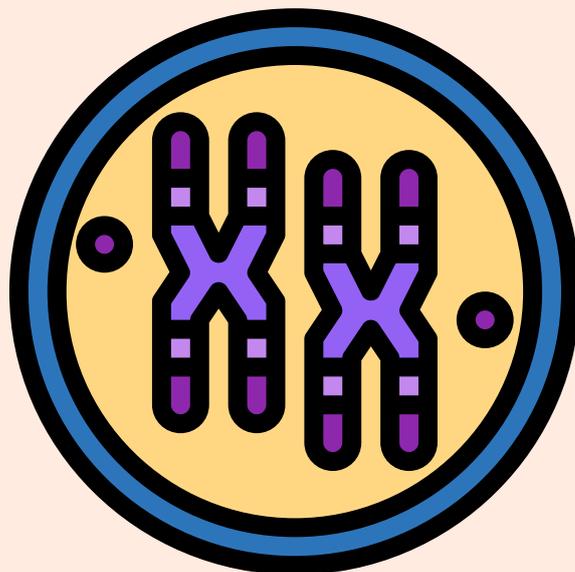


Fernando Castro

Lenicy Cerqueira



**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E VARIABILIDADE
GENÉTICA: O QUE EU TENHO A VER COM ISSO?**



Fernando Castro
Lenicy Cerqueira

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E VARIABILIDADE
GENÉTICA: O QUE EU TENHO A VER COM ISSO?**

2024

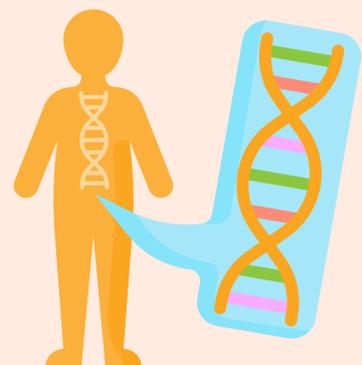


Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais

Universidade Federal de Mato-Grosso

SUMÁRIO

COMEÇANDO PELO COMEÇO: O QUE É VARIABILIDADE GENÉTICA?.....	1
FATORES QUE INFLUENCIAM A VARIABILIDADE GENÉTICA.....	8
VAMOS FALAR SOBRE DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE?.....	11
A VARIABILIDADE GENÉTICA E A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE.....	16



COMEÇANDO PELO COMEÇO: O QUE É VARIABILIDADE GENÉTICA?

Você certamente já deve ter andado pela rua em uma manhã ensolarada e se deparado com dois cachorros de raças diferentes ao longo do seu passeio. Daí vem a minha primeira pergunta:

CADA RAÇA É UMA ESPÉCIE DIFERENTE DE CACHORRO?



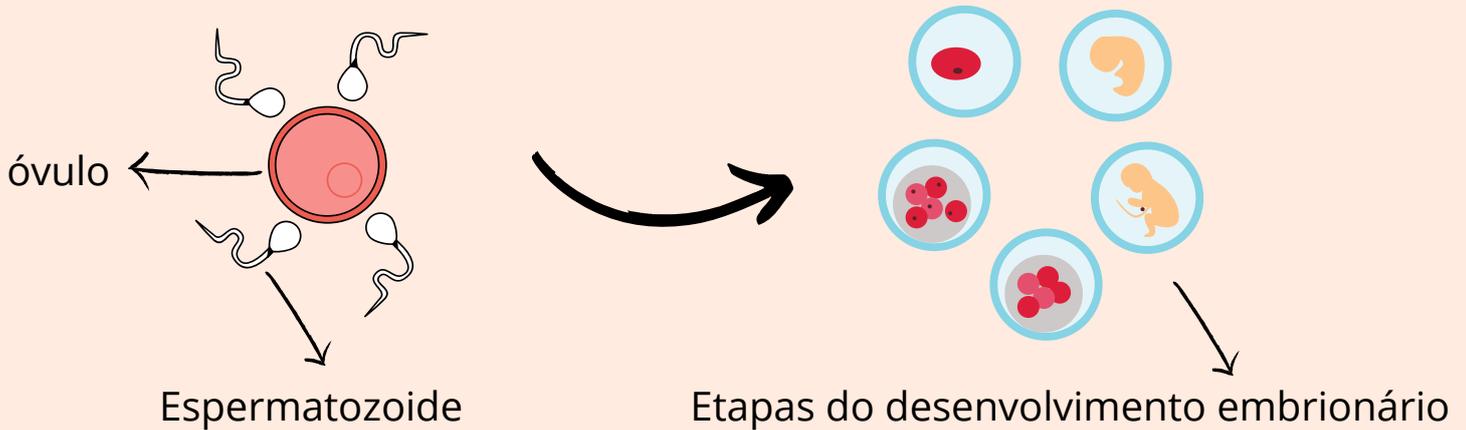
ROTTWEILER



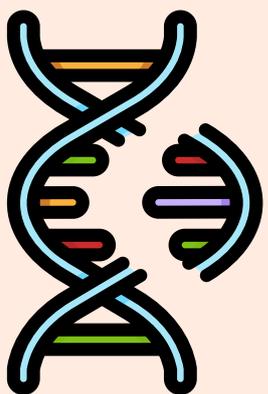
PUG

Por mais que essas raças sejam diferentes uma da outra, eu posso lhe afirmar que tanto um quanto o outro pertencem a mesma espécie (*Canis familiaris*); Da mesma forma que eu e você pertencemos a mesma espécie (*Homo sapiens*) mesmo apresentando características que nos diferem quanto à cor dos nossos olhos, cabelos, altura, peso e várias outras características que nos fazem ser únicos. Tudo isso pode ser explicado por meio da **variabilidade genética**, que basicamente são formas variadas de expressarem as características de um determinado indivíduo. Mas como eu disse no tema deste assunto, precisamos começar pelo comezinho e entender os conceitos básicos que envolvem a variabilidade genética.

Nós animais nos reproduzimos por um método que chamamos de **Reprodução sexuada**, que envolve a união do gameta masculino (espermatozoide) e gameta feminino (óvulo), formando uma célula ovo que posteriormente vai formar o indivíduo.



Ao nascer, esse indivíduo terá características paternas e maternas pois em seu material genético estão presentes **genes** tanto do pai quanto da mãe. Sendo assim, o gene pode ser definido como um segmento do nosso DNA responsável pelas características herdadas dos nossos genitores. Os genes também participam da regulação gênica e síntese de proteínas por exemplo.



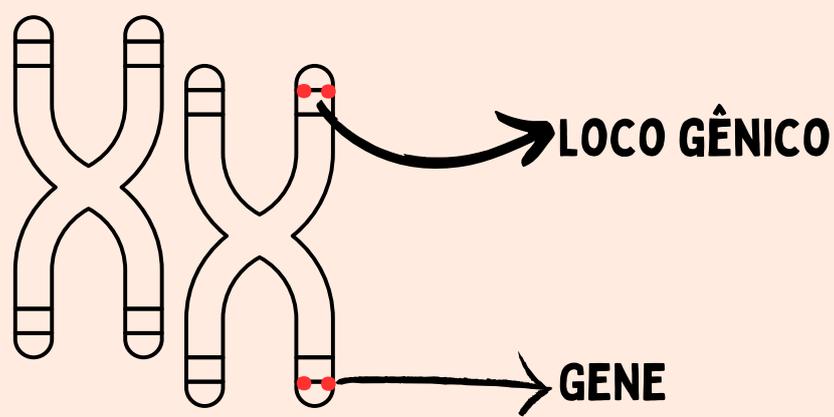
GENE= FRAGMENTO DE DNA HERDADO GENETICAMENTE DOS NOSSOS PAIS QUE POSSUEM INFORMAÇÕES RESPONSÁVEIS TANTO PELAS NOSSAS CARACTERÍSTICAS, POR MEIO DA SÍNTESE DE MACROMOLÉCULAS, COMO ALGUNS GENES QUE PARTICIPAM DA REGULAÇÃO GÊNICA.

MAS SE ESSES SEGMENTOS DE DNA QUE CHAMAMOS DE GENE POSSUEM CARACTERÍSTICAS TANTO DO MEU PAI QUANTO DA MINHA MÃE, POR QUE EU E MEU IRMÃO SOMOS DIFERENTES?



Essa pergunta pode ser facilmente respondida. Todos os genes possuem variações, ou seja, o gene que vai definir a cor dos nossos olhos possui duas ou mais formas alternativas de apresentar determinada característica, por isso existem pessoas que tem olhos verdes, azuis e castanhos. Essas variações do gene são chamados de **Alelo**.

Dito isso, podemos afirmar que o alelo é a variação de um determinado gene, que ocupa o mesmo lugar nos cromossomos, e esses lugares onde os alelos ficam inseridos, chamamos de **loco gênico**.



Acabamos de ver que os alelos são variações de genes que irão expressar determinadas características ou participar de algumas regulações celulares em nosso organismo. Em nosso DNA podemos encontrar os alelos em duas “versões”, a versão **dominante** e a versão **recessiva**. Essas versões irão controlar as características que o gene irá expressar no indivíduo. No caso do alelo dominante ele irá mascarar o efeito do alelo recessivo.



Mas como assim mascarar o efeito do alelo recessivo?



Você lembra que recebemos um alelo do pai e outro da mãe? Vamos associar os alelos a algumas letras. Para a determinação da coloração dos olhos cerca de 20 genes são responsáveis pela expressão da cor; mas vamos supor que o gene que expresse a cor azul dos nossos olhos sejam representados pela letra **A**; quando o alelo for recessivo vamos representa-lo por **a** e quando for dominante, vamos representa-lo por **A**. Sendo assim, eu preciso receber uma letrinha de cada genitor. Para o indivíduo possuir olhos azuis, ele precisa ser **homozigoto recessivo**, ou seja, ele precisa ter os alelos recessivos em dose dupla que no caso seria **aa**, sendo um **a** da mãe e outro **a** do pai. Caso o indivíduo receba um alelo dominante (**A**) e um recessivo (**a**) ele será **heterozigoto**, pois ele possui alelos diferentes (**Aa**). Quando eu disse que o alelo dominante mascara o efeito do alelo recessivo, eu quis dizer que o alelo dominante atua como o “chefe” do gene, basta um alelo dominante para mascarar a expressão do alelo recessivo.

AHHHH... ENTÃO EU POSSO DIZER QUE A VARIABILIDADE GENÉTICA É A DIVERSIDADE DE ALELOS PRESENTES EM UMA DETERMINADA POPULAÇÃO, QUE COLABORA COM A DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS?



De certa forma sim! Porém, existem três conceitos fundamentais para nos dar embasamento sobre variabilidade genética. O primeiro conceito é a **variação genotípica** que basicamente é a diferença no conjunto de genes que uma pessoa carrega. Pense nisso como um código único para cada pessoa, cada indivíduo possui um **genótipo**, que determina características únicas. Essas diferenças são a base para a diversidade biológica presente no ambiente, pois ela vai determinar papel importante na evolução e na adaptação das espécies ao meio ambiente. O segundo conceito é a **frequência alélica**, já vimos que os alelos são variações de genes em um indivíduo. Agora para entender a frequência alélica, precisamos imaginar os genes como cartas de um baralho, cada carta representa uma versão diferente desse gene (**alelo**). À medida que uma carta específica aparece no baralho de uma determinada população

podemos perceber a frequência que ela aparece, isso nos ajuda a entender o que é frequência alélica, pois iremos analisar com que frequência determinadas variações de genes aparecem em uma população. Quanto mais comum for o alelo, maior será a frequência alélica; isso é importante porque a frequência alélica determina a variação de genes em um ambiente. Em contrapartida quanto menos comum for determinado alelo, menor será a frequência que ele aparecerá na população.

Por fim iremos contextualizar o último conceito, que é a **variação fenotípica**, essa é a mais fácil pois se resume nas características físicas ou traços que os indivíduos produzem com base na combinação dos seus genes, como altura, cor dos olhos, ou o tipo de pena que um passáro possui. A variação fenotípica é o resultado visível das combinações dos alelos que fazem parte do genótipo de cada indivíduo.

VARIAÇÃO GENOTÍPICA

DIFERENTES COMBINAÇÕES DE GENES QUE OS INDIVÍDUOS POSSUEM NA POPULAÇÃO

FREQUÊNCIA ALÉLICA

É A PROPORÇÃO DE UM DETERMINADO ALELO EM RELAÇÃO AOS OUTROS ALELOS PARA O MESMO GENE NUMA POPULAÇÃO

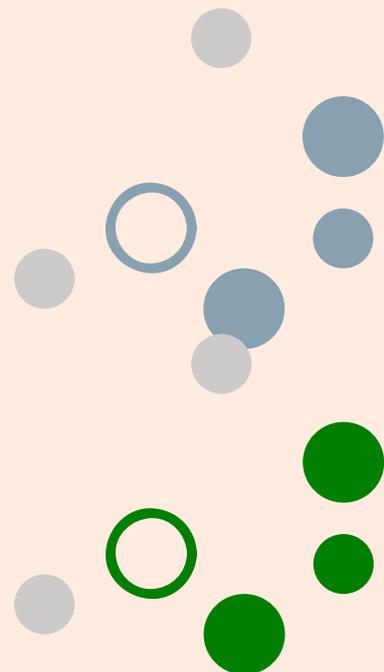
VARIAÇÃO FENOTÍPICA

VARIEDADE DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS VISÍVEIS QUE RESULTAM DAS DIFERENTES COMBINAÇÕES DE ALELOS EM UMA POPULAÇÃO

Agora vamos colocar isso em prática de uma maneira que possamos compreender todos esses conceitos juntos e como isso ocorre na natureza.

Vamos fazer um cruzamento de besouros, onde a cor **AZUL** é expressada pelo alelo dominante e a cor **VERDE** é expressada pelo alelo recessivo. Neste exemplo o besouro azul é heterozigoto, ou seja, **Aa** e o besouro verde é homozigoto **aa**.

		a	a
		A a	A a
A		a a	a a
a		a a	a a



VARIAÇÃO GENOTÍPICA

Aa: 2/4 ou 50%
aa: 2/4 ou 50%

FREQUÊNCIA QUE VEREMOS CADA PAR DE ALELOS

VARIAÇÃO FENOTÍPICA

Azul: 2/4 ou 50%
Verde: 2/4 ou 50%

FREQUÊNCIA QUE VEREMOS BESOUROS AZUIS E VERDES

FREQUÊNCIA ALÉLICA

Frequência de A: 2/8 ou 25%
Frequência de a: 6/8 ou 75%

FREQUÊNCIA QUE VEREMOS A PRESENÇA DE CADA ALELO

FATORES QUE INFLUENCIAM A VARIABILIDADE GENÉTICA

Vimos até aqui que a variabilidade genética pode ser definida como a **diversidade de alelos presentes em uma população**. No ambiente, existem alguns fatores que podem influenciar essa variabilidade de genes e neste tópico iremos conversar um pouco sobre esses fatores.

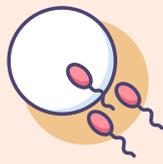
MUTAÇÃO

A mutação genética desempenha um papel importante nas variações de genes que encontramos em uma determinada população. Imagine a mutação como pequenos erros que ocorrem nas cópias dos genes, essas cópias continuam se replicando introduzindo novas variações genéticas.

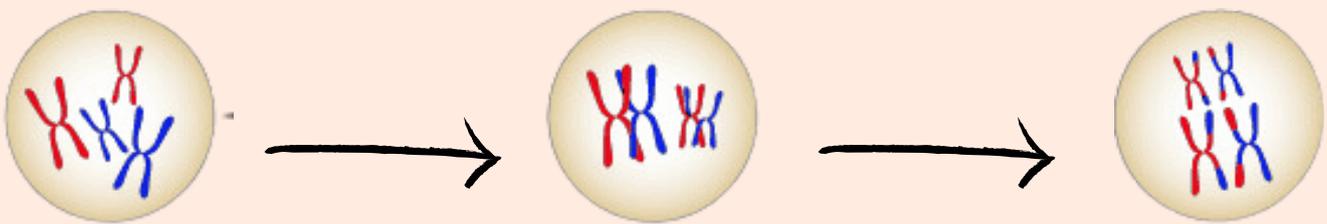


AS MUTAÇÕES GENÉTICAS MUITAS VEZES SÃO ASSOCIADAS ÀS DOENÇAS, MAS ELA PARTICIPA DE MANEIRA DIRETA NA DIVERSIDADE DE GENES PRESENTES NO AMBIENTE, O QUE PODE LEVAR ÀS ADAPTAÇÕES DOS INDIVÍDUOS

REPRODUÇÃO SEXUADA



Já falamos que a reprodução sexuada é caracterizada pela união dos gametas feminino e masculino. Essa união é responsável pela recombinação genética que acontece durante a reprodução dos animais, fazendo com que haja uma mistura dos alelos de uma maneira única. Isso acontece pois os cromossomos trocam pequenos pedaços durante a divisão celular, evento esse que chamamos de ***crossing over***, que faz nós seres humanos sermos diferentes uns dos outros, pois possuímos uma grande diversidade de alelos que expressam características e adaptações diferentes.



Recombinação dos cromossomos por *crossing over*

IMIGRAÇÃO EMIGRAÇÃO



A entrada e saída de indivíduos em uma determinada população faz com que haja a introdução de novos alelos no ambiente, pois os indivíduos carregam seus genes que estavam *habitat* de origem. Pense nisso como uma troca de figurinhas, indivíduos da mesma espécie carregam genes diferentes que são passados para seus descendentes.

SELEÇÃO NATURAL



A seleção natural favorece a permanência de genes que melhor se adapta ao ambiente, fazendo com que os indivíduos melhores adaptados sobrevivam e passem seus genes aos seus descendentes. A seleção natural atua ativamente na frequência alélica em uma determinada população.

Vamos exemplificar a seleção natural para facilitar a compreensão. Imagine uma população de pássaros que seja predada por uma serpente, indivíduos que possuem genes que expressem características físicas que melhor se camuflam no ambiente são mais difíceis de serem predadas; enquanto indivíduos que se destacam no ambiente por conta de características físicas expressadas por determinados genes, podem ser facilmente predadas, logo esse gene ao longo do tempo tende a diminuir sua frequência na população.



CARACTERÍSTICA NÃO SELECIONADA PELO AMBIENTE

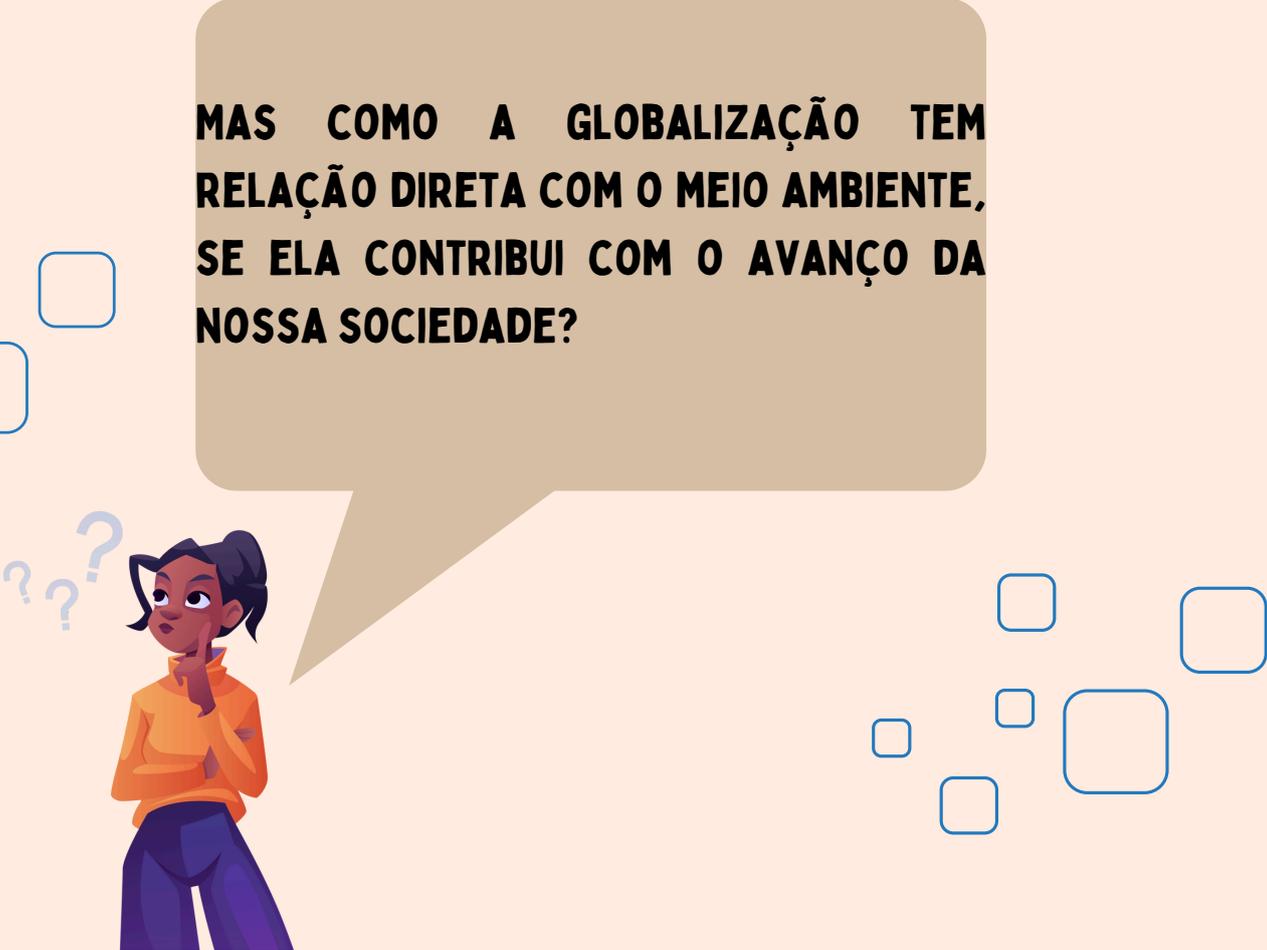


CARACTERÍSTICA SELECIONADA PELO AMBIENTE



VAMOS FALAR SOBRE A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE?

Com o avanço da globalização houveram interconexões de economias e sociedades, essas conexões são de grande importância para nossa espécie uma vez que esses fatores contribuem diretamente com os avanços tecnológicos, científicos, entre outros. Porém a relação entre a globalização e degradação ambiental é bem complexa; Intimamente ligada a urbanização a degradação ambiental vem tomando grandes proporções gerando discussões em todo o planeta.

A woman with dark hair in a ponytail, wearing an orange long-sleeved shirt and purple pants, is shown in a thinking pose with her hand on her chin. Above her head are several blue question marks. A large, light brown speech bubble points to her, containing the text:

MAS COMO A GLOBALIZAÇÃO TEM RELAÇÃO DIRETA COM O MEIO AMBIENTE, SE ELA CONTRIBUI COM O AVANÇO DA NOSSA SOCIEDADE?

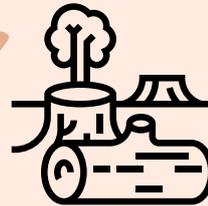
Podemos elencar alguns tópicos que relacionam como a globalização vem influenciando a degradação do meio ambiente.

DESLOCAMENTO DE INDÚSTRIAS POLUENTES



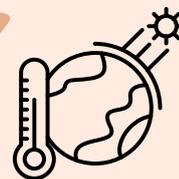
Para buscarem baixos custos, algumas indústrias transferem suas operações para países cuja as regulamentações ambientais são menos rigorosas, isso pode gerar sérios danos ambientais nas localidades onde essas indústrias estão alocadas.

EXPANSÃO AGRÍCOLA E DESMATAMENTO



Com o crescimento populacional, a demanda global por alimentos leva a expansão de terras onde esses alimentos são produzidos, muitas vezes há o aumento de desmatamento resultando na perda de biodiversidade, para o plantio de monocultura ou para confecção de pastos para criação de gado.

EFEITOS CLIMÁTICOS



Grandes emissões de gases que contribuem para o efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global vem sendo liberados por indústrias, veículos e incêndios urbanos e florestais. Esses gases em excesso na natureza atua diretamente para a degradação do meio ambiente.

Por outro lado, a globalização também trouxe consigo consciência ambiental global, acordos internacionais para lidar com questões ambientais e incentivos para inovações em tecnologias mais limpas.

MAS O QUE É DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE?



A degradação do meio ambiente é um problema relacionado a todos os danos que prejudicam de forma direta ou indireta a natureza. Na maioria das vezes essa degradação ambiental é causada por intervenções humanas, como poluição do rios e oceanos com produtos químicos, plásticos e outras substâncias tóxicas; Além disso o desmatamento, queimadas ilegais, poluição do ar por veículos prejudica tanto a existência da biodiversidade como afeta a saúde humana.

**TA BELEZA!
MAS O LIVRO COMEÇOU FALANDO DE
VARIABILIDADE GENÉTICA E NÓS
ESTAMOS FALANDO DE DEGRADAÇÃO
DO MEIO AMBIENTE. O QUE UMA
COISA TEM A VER COM A OUTRA?**



A variabilidade genética e a degradação do meio ambiente estão intimamente conectados, e essa relação é de grande importância para a sobrevivência das espécies e preservação dos ecossistemas. Agora, vamos relacionar de maneira direta como a degradação ambiental causada pelo homem pode influenciar diretamente a variabilidade genética no ambiente.

PERDA DE HABITAT NATURAL

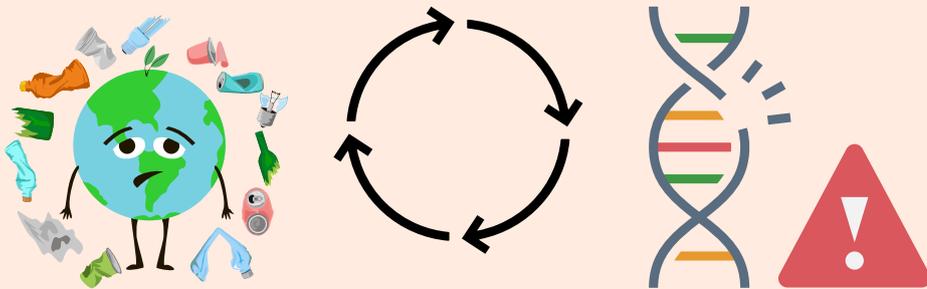
Devido a poluição, desmatamento, urbanização e mudanças climáticas, muitas populações de animais e plantas perdem seus **habitats** naturais. Isso gera uma redução drástica na diversidade de alelos presentes na população, pois esses indivíduos são forçados a viverem em áreas menores e isoladas, isso ocasiona menos interação genética entre os indivíduos, logo a variabilidade genética diminui, tornando as populações mais vulneráveis a doenças além de levarem as espécies em extinção devida a grandes mudanças ambientais.

HABITAT- AMBIENTE FÍSICO ONDE UMA DETERMINADA ESPÉCIE VIVE. O HABITAT RELACIONA O CLIMA, VEGETAÇÃO E OUTROS ELEMENTOS QUE FAVORECEM AS CONDIÇÕES ÓTIMAS PARA A SOBREVIVÊNCIA E REPRODUÇÃO DOS INDIVÍDUOS.



CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO

A poluição do solo, água e ar pode introduzir substâncias tóxicas no ambiente que afeta diretamente a saúde das plantas e animais. A contaminação pode acarretar em mutações induzidas nos genes dos indivíduos e os genes mutados podem ser transferidos aos descendentes a longo das gerações, essa mutação pode ser maléfica uma vez que contribui para a diminuição da variabilidade genética.

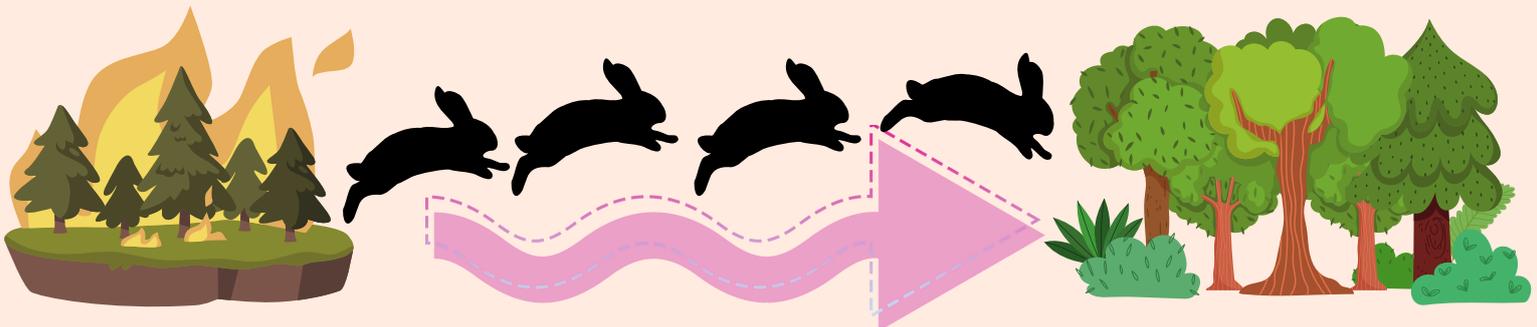


MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Já vimos que o *habitat* necessita ter condições abióticas e bióticas necessárias para a sobrevivência dos indivíduos. Com as mudanças climáticas causadas pela degradação dos ambientes naturais muitas espécies são forçadas a migrarem para novas áreas, forçando uma adaptação não natural. A variabilidade genética é crucial para que as espécies possam responder a essas mudanças, pois como já foi discutido também, os genes não tem a função apenas de expressarem características físicas, mas eles participam ativamente da regulação interna do indivíduo.

INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES INVASORAS

Com a perda dos *habitats* naturais, algumas espécies podem ser forçadas a migrarem, isso já vimos no tópico anterior. Porém essas espécies podem ocupar lugares não nativos a elas, isso acarreta na competição por disponibilidade de recursos de espécies que já viviam nos ambientes que foram ocupados por essas espécies invasoras. Ao competir com as espécies nativas há alterações nos padrões de cruzamento, levando cruzamentos indesejados que reduzem a variabilidade genética das populações nativas.



Como já vimos a degradação do meio ambiente tem impactos significativos na variabilidade genética, pois influenciam diretamente na adaptação dessas espécies em lugares que não são mais naturais. A seleção natural acontece sem a intervenção dos seres humanos, esse processo pode durar milhões de anos, e durante esse processo a frequência alélica vai ou aumentando ou diminuindo em determinadas populações, mudando esse cursor natural, para um cursor artificial.



VOCÊ SABE O QUE SÃO ESPÉCIES ENDÊMICAS?



Espécies endêmicas são aquelas que ocorrem exclusivamente em uma determinada região e não são encontradas em outros lugares.

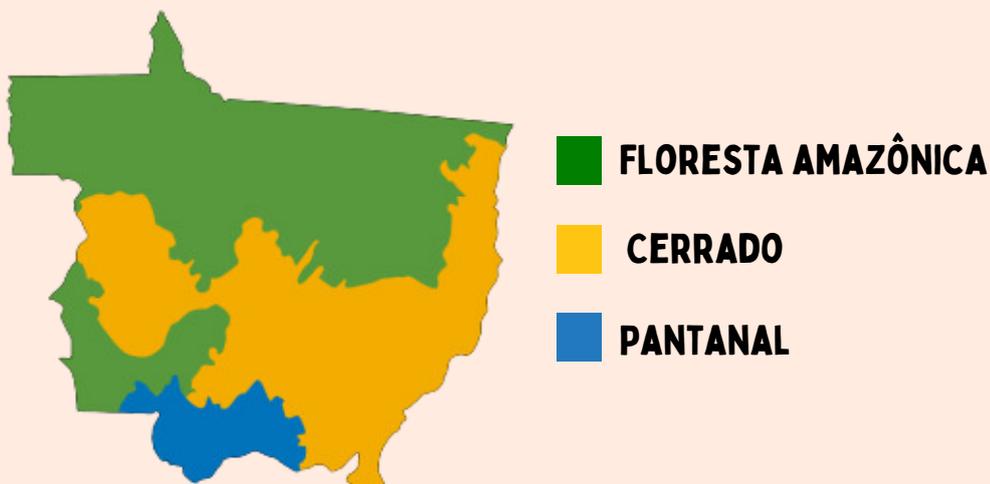


fonte: WikiAves

ARACUÃ DO PANTANAL
Ortalis canicollis

**O ARACUÃ DO PANTANAL É UMA AVE
ENDÊMICA DA REGIÃO PANTANEIRA
MATOGROSSENSE**

O estado de Mato Grosso é um ótimo exemplo para falarmos de biodiversidade, pois em nosso estado está abrigado três biomas brasileiros: Cerrado, Pantanal e a Floresta Amazônica.



fonte: SES-MT

Segundo a ONG ECOA (Ecologia em ação), só no ano de 2020, o Pantanal perdeu em torno de 17 milhões de vertebrados em decorrência das queimadas que ocorreram no mesmo ano. Os incêndios que o Pantanal vem sofrendo nos últimos três anos (2020-2023) tem sido uma preocupação crescente, pois essa grande planície alagável serve de abrigo para milhares de espécies de animais e plantas. Uma nota técnica da Fiocruz de 2020 declara a situação do Pantanal como caótica, pois os impactos a biodiversidade, saúde humana e economia são imensuráveis.



Fotos: Peter Illiciev

Já vimos até aqui que a variabilidade genética está intimamente relacionada as condições bióticas e abióticas. Nós somos responsáveis pela preservação e conservação do ecossistema como um todo, cada um de nós fazendo nossa parte podemos contribuir de maneira significativa para que o ambiente sofra os menores danos antropológicos possíveis. Cabe a nós a responsabilidade social e ambiental de tornar o nosso mundo melhor para nós e para nossos descendentes, afinal de contas também somos uma espécie que sofre com a degradação ambiental, e nosso comportamento ditará a nossa estadia na Terra daqui algumas centenas de anos.

BIBLIOGRAFIA

1.GRIFFITHS, ANTHONY J. F.. INTRODUÇÃO À GENÉTICA. 10 RIO DE JANEIRO: GUANABARA KOOGAN, 2013:

2.LUIZA. ARTIGO REVELA QUE 17 MILHÕES DE VERTEBRADOS FORAM MORTOS EM INCÊNDIOS NO PANTANAL, EM 2020. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://EEOA.ORG.BR/DISTANCE-SAMPLING-SURVEYS-REVEAL-17-MILLION-VERTEBRATES-DIRECTLY-KILLED-BY-THE-2020S-WILDFIRES-IN-THE-PANTANAL-BRAZIL/](https://ecoa.org.br/distance-sampling-surveys-reveal-17-million-vertebrates-directly-killed-by-the-2020s-wildfires-in-the-pantanal-brazil/)>. ACESSO EM: 05 OUT. 2023.

3.SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DE MATO GROSSO, (2017). PLANO DE AÇÃO PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DO DESMATAMENTO E INCÊNDIOS FLORESTAIS DO ESTADO DE MATO GROSSO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.FUNDOAMAZONIA.GOV.BR/EXPORT/SITES/DEFAULT/PT/.GALLERIES/DOCUMENTOS/POLITICAS-PUBLICAS-ORIENTADORAS/PLANO_ESTADUAL_MATO_GROSSO.PDF](https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/politicas-publicas-orientadoras/plano_estadual_mato_grosso.pdf) ACESSO EM: 10 DE SET DE 2023.