

BIOLOGIA CHECK!

REVISÕES PARA ARRASAR NO ENEM

Ana Carolina Almeida Fernanda Fernandes Cavalcanti

Allana Martins Amanda Andrade Bruno Cajado

Cecil Fazolato Hédina Bezerra Rafael Pereira

Rayana Dutra Alessandra Schnadelbach Priscila Camelier



BIOLOGIA CHECK!

REVISÕES PARA ARRASAR NO ENEM

ORGANIZAÇÃO:

**Ana Carolina Almeida, Fernanda Fernandes Cavalcanti,
Allana Martins, Amanda Andrade, Bruno Cajado,
Cecil Fazolato, Hédina Bezerra, Rafael Pereira,
Rayana Dutra, Alessandra Schnadelbach e Priscila Camelier**

1ª edição

**São Paulo
Métis Produção Editorial
2021**

Biologia Check! Revisões para arrasar no ENEM.
Copyright © 2021 by Autores.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer meio de comunicação para uso comercial sem a permissão escrita dos proprietários dos direitos autorais. A publicação ou partes dela podem ser reproduzidas para propósito não-comercial na medida em que a origem da publicação, assim como seus autores, seja reconhecida.
Os textos e as figuras são de responsabilidade dos autores.

Capa e projeto gráfico: Patricia Kiss

Imagem da capa: montagem com elementos www.freepik.com

ISBN: 978-65-993313-0-5



Métais Produção Editorial
Rua Eça de Queiroz, 288 - 92
04011-031, São Paulo, SP.
www.metiseditorial.com.br
metis@metiseditorial.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Biologia check! [livro eletrônico] : revisões para arrasar no ENEM / organização Ana Carolina Almeida ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Métais Produção Editorial, 2021.
PDF

Vários organizadores.
ISBN 978-65-993313-0-5

1. Biologia - Estudo e ensino I. Almeida, Ana Carolina.

20-53247

CDD-574.07

Sumário

- | Apresentação e agradecimentos **05**
 - | **Capítulo 1 | Introdução e atualidades em biodiversidade e evolução** **07**
Ana Carolina Almeida • Fernanda Fernandes Cavalcanti • Priscila Camelier
 - | **Capítulo 2 | Citologia: o maquinário da vida** **18**
Rayana Dutra • Leonardo Oliveira-Silva
 - | **Capítulo 3 | Genética: a vida em 4 letras** **29**
Bruno Cajado Almeida Gouveia • Adson Santana de Jesus
 - | **Capítulo 4 | Biotecnologia: alimento, combustível e cura** **42**
Hédina Basile Bezerra • Larissa Simões Cerqueira Bispo
 - | **Capítulo 5 | Os processos por trás do organismo: a fisiologia e a manutenção do equilíbrio interno** **55**
Helena Rachel da Mota Araujo
 - | **Capítulo 6 | O que os olhos não veem, o nosso corpo sente: microrganismos e doenças associadas** **65**
Amanda Andrade do Rosário • Jeferson Santana dos Santos
 - | **Capítulo 7 | Biomas brasileiros** **77**
Larissa Queiroz • Rafael Pereira
 - | **Capítulo 8 | Desastres ambientais: e eu com isso?** **90**
Allana Martins • Cecil Pergentino Fazolato
 - | **Capítulo 9 | Redação: como escrever um texto dissertativo-argumentativo** **107**
Larissa Santos Deomondes • Luiz Lourenço Neto
 - | **Capítulo 10 | Simulado** **119**
 - | **Capítulo 11 | Biologia Check: considerações finais** **140**
Ana Carolina Almeida • Fernanda Fernandes Cavalcanti
Alessandra Schnadelbach • Priscila Camelier
-

III Apresentação e Agradecimentos

Sejam bem vindos/vindas ao nosso E-book “Biologia check! Revisões para arrasar no ENEM”!

Não poderíamos deixar de iniciar o nosso livro agradecendo à Universidade Federal da Bahia (UFBA), especialmente à Pró-Reitoria de Extensão Universitária (PROEXT-UFBA) e à iniciativa “UFBA em Movimento”. No cenário mundial atual de pandemia no qual esse livro foi idealizado e escrito, é de conhecimento de todos que a chegada da COVID-19 ao Brasil fez com que as atividades presenciais de ensino fossem suspensas. A UFBA, entretanto, organizou-se, por meio do “UFBA em Movimento”, para que as atividades universitárias se mantivessem de forma remota, possibilitando a continuação dos três pilares universitários – Ensino, Pesquisa e Extensão. O UFBA em Movimento é responsável pela organização do Semestre Letivo Suplementar (SLS) do ano de 2020, que tem como objetivo realizar ações de ensino, pesquisa e extensão de forma remota, respeitando o isolamento social necessário durante a pandemia. Nesse contexto, foi concebido o “Biologia Check! Revisões para arrasar no ENEM (BioCheck)”.

Entendendo que a pandemia afetou todos os níveis de educação, especialmente a educação pública, com especial destaque para os concluintes do ensino médio, sete alunos e alunas de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo) do Instituto de Biologia da UFBA (IBIO-UFBA) convidaram quatro professoras para organizar um curso de revisão de conhecimentos de Biologia para estudantes que irão realizar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2020. E, assim, nasceu o BioCheck! Este curso teve apoio da PROEXT-UFBA através do Edital “Tessituras - Chamada de Apoio à Extensão não-presencial na Pós-Graduação”. O BioCheck foi organizado em nove aulas e, com base nelas, foram elaborados os capítulos seguintes deste livro, incluindo os principais tópicos de Biologia abordados no ENEM. Todas as aulas foram ministradas pelos alunos e alunas do PPGBioEvo, com a participação de alguns convidados especiais, e foram

transmitidas pelo Canal do YouTube PPGBioEvo UFBA (<https://www.youtube.com/PPGBioEvoUFBA>). Além disso, visitem nossa página (<http://www.ppgbioevo.bio.ufba.br>) e sigam nossas redes sociais – Instagram (@ppgbioevo) e Facebook (<https://www.facebook.com/bioevo.ufba/>).

Por fim, fica o nosso agradecimento especial ao Museu de História Natural da Bahia (MHNBA-IBIO-UFBA), por ter apoiado e participado ativamente dessa jornada! Também não podemos deixar de agradecer aos órgãos de fomento que financiam e subsidiam nossas atividades universitárias, especialmente à FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).



Figura 1 - Instituições e agências de fomento que apoiaram o BioCheck

Capítulo 1

Introdução e atualidades em Biodiversidade e Evolução

• Ana Carolina Almeida • Fernanda Fernandes Cavalcanti • Priscila Camelier •

1.1 Introdução

A educação, direito fundamental de todas as pessoas, pode ser entendida como a ação de formar as capacidades intelectuais e morais de cada indivíduo. Este processo se desenvolve em todos os ambientes de convívio, especialmente na família, sociedade (educação informal) e nas instituições de ensino (educação formal). No Brasil, a escola representa a primeira instituição de educação formal e o primeiro nível de ensino, sendo a formação atualmente organizada em educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. Tais etapas são reconhecidas como educação básica no nosso país. O passo seguinte à educação básica é chamado de educação superior. Ela é principalmente representada por cursos de graduação e pós-graduação, sendo todos desenvolvidos por faculdades e/ou universidades. É dentro da educação superior que está a UFBA (Universidade Federal da Bahia), o IBIO (Instituto de Biologia, sede dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas e de quatro programas de pós-graduação) e o PPGBioEvo (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, duas grandes áreas dentro da Biologia). No caso do PPGBioEvo, os cursos de pós-graduação existentes são Mestrado (com duração de 2 anos) e Doutorado (com duração de 4 anos).

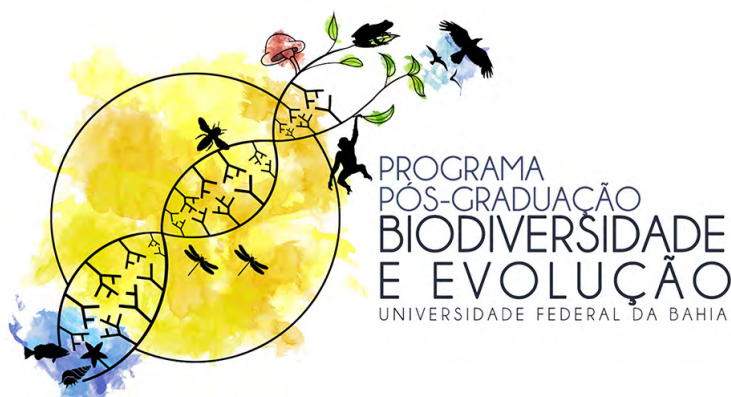


Figura 1.1: Logotipo do PPGBioEvo UFBA.

A Biologia é a ciência que estuda a vida, incluindo todos os seres vivos, a evolução desses seres e a interação entre os seres vivos e deles com o ambiente. De forma geral, considera-se a biodiversidade como a variabilidade de seres vivos e de ecossistemas (ou ambientes) que esses seres habitam. A evolução, por sua vez, pode ser entendida como o processo de variação e adaptação dos seres ao longo do tempo e nos diferentes ecossistemas.

No PPGBioEvo, são desenvolvidos três tipos básicos de atividades: ensino (disciplinas e cursos), pesquisa científica (desenvolvimento de projetos) e extensão (troca de conhecimento da universidade com a sociedade em geral,

o que pode ocorrer no formato de cursos e outros tipos de atividades). O PPGBioEvo conta atualmente com corpo docente formado por cerca de 30 professores, que são cientistas que desenvolvem pesquisas com diversos seres vivos e em várias abordagens da Biologia. Esses professores são responsáveis por ministrar muitas disciplinas, como: Sistemática e Biogeografia, Processos Evolutivos, Morfologia Funcional, Comportamento Animal, Biologia de Campo”, “Introdução à Bioinformática e Metodologia Científica. Os professores também desenvolvem projetos de pesquisa e orientam alunos de mestrado e doutorado em duas linhas principais: Sistemática e Biogeografia e Biologia, Genética e História Natural. A linha de Sistemática e Biogeografia quer responder às seguintes perguntas gerais: “Quem são esses seres vivos?”, “Como eles evoluíram?”, “Onde eles vivem?”, “Por que eles habitam esses locais?”. Na linha de Biologia, Genética e História Natural, por sua vez, as perguntas básicas são: “Como esses seres vivem?”, “Quais são os processos que moldaram sua evolução?”. Assim, no PPGBioEvo, são desenvolvidos projetos científicos relacionados principalmente com a fauna (animais), flora (plantas) e funga (fungos). Por fim, no PPGBioEvo, também são realizadas atividades de extensão universitária.

.....■ A extensão universitária é definida como atividade que promove a interação do ensino superior com outros setores da sociedade. Dentro desta atividade, há a comunicação entre a universidade e a sociedade, a troca de saberes entre esses dois setores e a complementação de conhecimentos entre o meio universitário e a população geral.

.....■ O PPGBioEvo tem buscado atuar com a mesma força nos pilares de ensino, pesquisa e extensão. Por isso, no ano de 2020, foi criada a Comissão de Extensão e atendimento às demandas sociais. Buscando atender à formação complementar e atualização dos professores de Biologia e Ciências dos ensinos fundamental e médio, o PPGBioEvo criou, por meio desta Comissão, o Programa de Extensão Universitária “Diálogos em Biodiversidade e Evolução” (Diálogos em BioEvo). No âmbito do Semestre Letivo Suplementar da UFBA, o primeiro curso do Programa Diálogos em BioEvo, o “Curso de Extensão Chapada Diamantina: Infinitas Formas de Grande Beleza”, foi realizado de forma virtual no Canal do YouTube PPGBioEvo UFBA <https://www.youtube.com/c/PPGBioEvoUFBA>, oferecendo palestras-aulas para 70 professores e 30 guias de turismo de todo o país, além de 40 alunos de pós-graduação e graduação da UFBA.

.....■ O Biologia Check! Revisões para arrasar no ENEM" (BioCheck), por sua vez, teve mais de 700 inscritos, de todas as regiões do Brasil. Estes inscritos participaram do curso e receberam o certificado de participação! Assim, acreditamos que alcançamos nosso objetivo de ajudar na formação educacional que é um direito de todos os brasileiros! As aulas do BioCheck e, assim, os capítulos seguintes deste livro, incluem os cinco principais tópicos de Biologia que são cobrados no ENEM: Desequilíbrio Ecológico, Cadeias Alimentares, Citologia, Programas de Saúde e Engenharia Genética. Apesar desses nomes assustarem em uma primeira leitura, todos esses assuntos estão presentes em nosso cotidiano: lembrem-se do aquecimento global, da extinção de espécies, das doenças como dengue e COVID-19 e da criação de vacinas.



Figura 1.2: Logotipo do "Biologia Check! Revisões para arrasar no ENEM".

O nosso objetivo com o BioCheck e com este livro é descomplicar e mostrar que a Biologia está presente em todos os aspectos de nossas vidas. Por isso, na seção seguinte, iremos introduzir brevemente os cinco principais tópicos de Biologia que são abordados no ENEM e explicar como a Biologia está inserida nas

atualidades. Informações adicionais sobre esses tópicos serão apresentadas ao longo dos respectivos capítulos.

1.2 Atualidades em Biodiversidade e Evolução: como a Biologia está presente em meu cotidiano?

O termo **Biodiversidade** se refere à diversidade de formas de vida existentes no planeta e leva em conta, além de quais espécies existem, a maneira como elas interagem entre si e com o ambiente no qual ocorrem. O Brasil é considerado um país megadiverso porque abriga uma quantidade muito grande de espécies quando comparado à maioria dos demais países. Você já deve ter notado, independente da região onde vive, como nossa flora e fauna são riquíssimas! É por causa da nossa Biodiversidade que comumente nos sentimos maravilhados com programas de entretenimento que mostram a vida nos biomas brasileiros,

tais como o Pantanal ou a floresta Amazônica! Também é comum ouvirmos falar sobre a importância de preservar essa Biodiversidade, uma vez que nossa vida e bem estar dependem dela (basta pensar, por exemplo, nos recursos naturais que usufruímos)!

Apesar de tantos aspectos positivos relacionados à nossa biodiversidade, neste ano de 2020 ela tem sido muito comentada em um contexto que nos traz preocupação. O aparecimento de **óleo nas praias**, o **rompimento de barragens** de contenção de rejeitos tóxicos, o uso **excessivo de materiais plásticos** e a intensificação das **queimadas** são alguns exemplos de impactos ambientais que têm assombrado a população em um passado recente. Tais impactos levam ao DESEQUILÍBRIO ECOLÓGICO (um dos nossos cinco tópicos principais do ENEM), provocando, além da **perda da biodiversidade**, danos como a **perda de recursos ambientais** e **prejuízos sociais e econômicos**. As imagens que circulam na mídia contendo onças, macacos e outros vertebrados incinerados ou com partes do corpo queimadas devido aos incêndios no Pantanal e na Amazônia chocam e causam revolta. Entretanto, não se pode ignorar que todo e qualquer tipo de vida existente nesses ambientes é atingida pelos incêndios, seja pelo fogo, de fato, ou pelas fumaças que podem inclusive se dispersar para longe do local da queimada. Alguns dados revelam, por exemplo, que a mortalidade de abelhas aumentou significativamente devido à fumaça proveniente desses incêndios. As abelhas estão entre os principais **polinizadores** de alimentos do mundo, isto é, elas são responsáveis pelo transporte do pólen (que é produzido na parte masculina das flores) até a parte feminina, garantindo, então, que a planta se reproduza! No Brasil, a produção de toneladas de alimentos (berinjela, tomate, café, maracujá etc.) depende desse processo de polinização realizado pelas abelhas, de forma que é fácil imaginar o quanto seremos afetados se as populações desses animais continuarem sendo reduzidas ao longo do tempo! Vale ressaltar ainda que um outro tema bastante debatido nos últimos meses, que é a liberação do uso de diversos **agrotóxicos**, traz dupla consequência à nossa mesa de refeições: além dos problemas relacionados à contaminação do alimento, a mortandade de abelhas também é agravada pela pulverização desses pesticidas.

Outro tema frequente nos noticiários têm sido o aumento excessivo na **emissão de Gases de Efeito Estufa** (GEE), que são liberados principalmente pela queima de combustíveis (tanto da indústria quanto dos transportes) e pelas queimadas que acabamos de discutir. É importante lembrar que o

efeito estufa, provocado pela presença de determinados gases na atmosfera que retém calor, é um **fenômeno natural e importante** para a manutenção da vida na Terra. É graças ao efeito estufa que a temperatura média no nosso planeta gira em torno de +15°C (caso contrário seria por volta de -15°C e nem água na forma líquida existiria!!!). Então qual o problema provocado pelo aumento na emissão dos GEE? O problema é que quanto mais GEE na atmosfera, mais calor é retido e o planeta aquece além do normal. Entendeu por que temos a percepção de que os dias estão cada vez mais quentes? Esse **aquecimento global** desencadeia outros problemas graves, tais como o **derretimento de geleiras** e a **elevação do nível do mar**, que pode levar ao desaparecimento de cidades litorâneas! Outra consequência grave são as **mudanças climáticas**, inclusive no regime de chuvas. Por fim, mas não menos importante, vale mencionar que alguns dos GEE também contribuem para o aumento do buraco na **camada de ozônio**. Essa camada é responsável por filtrar raios ultravioletas emitidos pelo sol, funcionando, então, como um filtro solar natural. Nossa! Acho que temos motivos suficientes para reduzir a emissão de GEE no nosso planeta, não é mesmo?

.....■ Dando continuidade aos assuntos que tem tomado conta da mídia e que se relacionam a **desequilíbrios ecológicos**, um caso recente intrigante e estarrecedor foi o aparecimento das **manchas de óleo** (petróleo) em diversas praias do litoral brasileiro. A origem desse óleo ainda não foi elucidada, mas muitas pesquisas seguem sendo realizadas na tentativa de compreender os impactos causados na biodiversidade. Muitos animais e algas morreram devido à exposição a esse óleo, seja por sufocamento, seja por entupimento das vias respiratórias. Em áreas próximas aos locais onde as manchas foram avistadas, a atividade pesqueira foi interrompida e o trabalho de pescadores, marisqueiras e de vendedores de pescado foi fortemente prejudicado. Muitas peixarias tiveram prejuízo porque, mesmo quando vendiam pescado vindo de outras localidades, os compradores optaram por não comprar para não correr o risco de consumir um alimento contaminado. Esse processo pelo qual substâncias podem ser absorvidas pelos organismos é chamado de **Bioacumulação**. Quando um organismo contaminado é consumido por outro e os níveis de contaminação vão ficando cada vez maiores ao longo da **cadeia alimentar** (e assim chegamos em mais um dos cinco tópicos comuns no ENEM!), temos o fenômeno conhecido como **Biomagnificação** (que é o mesmo que **Magnificação Trófica**). Percebe como os assuntos em Biologia estão sempre conectados?

.....■ Não poderíamos deixar de discutir um pouco mais a fundo a **poluição**. Claro que tudo que abordamos até agora (fumaça, agrotóxicos, GEE e o óleo nas praias) também se encaixa nesse tema, mas precisamos abordar especificamente os **resíduos plásticos**. Possivelmente, você já ouviu falar sobre a necessidade de reduzir o uso de sacolas plásticas e de canudos. Mas afinal, o que o plástico tem de diferente dos outros tipos de **lixos sólidos**? O plástico foi desenvolvido com o intuito de ser um material leve, resistente (mas ainda assim com algum grau de maleabilidade) e impermeável. Por reunir todas essas características e ter um baixo custo, seu uso foi rapidamente disseminado em todo o mundo. Você consegue listar todos os objetos à sua volta que são compostos por plástico? Atualmente, até mesmo objetos de plástico são vendidos em embalagens plásticas, e passar uma semana sem adquirir nada feito desse material pode parecer um grande desafio para muitos de nós! Entretanto, a durabilidade do plástico é justamente o que o torna um dos grandes problemas para o nosso planeta: um objeto de plástico, após ser descartado, pode permanecer décadas no ambiente sem quaisquer sinais de que irá se desintegrar. E, considerando-se que (1) grande parte do lixo sólido não recebe tratamento adequado em nosso país, (2) cada vez mais plástico é utilizado e descartado pela população e (3) a expressão “não existe lá fora” foi criada para reforçar que ao descartamos algo estamos apenas mudando esse descarte de lugar no planeta, não é absurdo imaginar um futuro no qual nossos oceanos e matas sejam substituídos por resíduos plásticos. Assim, quanto mais reduzirmos o consumo desse material, melhor para o planeta. Uma boa maneira de começar é substituindo os objetos que usamos e logo descartamos por outros retornáveis e compostos por materiais sustentáveis. Aquela sacola de tecido para ir ao supermercado e o canudo reutilizável fazem mais sentido agora, não é mesmo? E você já ouviu falar em **microplásticos**? Algumas reportagens têm surgido na mídia nos últimos meses sobre esses microplásticos, que são pedaços de plástico de até 5mm que já foram produzidos desse tamanho (para a fabricação, por exemplo, de sabonetes esfoliantes) ou que tem origem em pedaços maiores que se partiram. A problemática por trás desses microplásticos é que, diferente dos objetos maiores, eles não são facilmente visíveis. Sendo assim, podem estar presentes em muitos locais sem que ninguém os perceba. Muitos estudos já mostram que a quantidade de microplásticos em solos, rios e mares é extremamente elevada, mesmo em áreas que à primeira vista podem parecer livres de poluição. Quando esse microplástico é ingerido por um peixe ou um caranguejo, por exemplo, ele pode causar danos à saúde desses animais e até mesmo ser passado adiante para os próximos **níveis tróficos da**

cadeia alimentar, que nesse caso pode ser um peixe maior ou até mesmo o ser humano! Em algumas pesquisas, foram encontrados microplásticos nas fezes humanas, revelando que este tipo de poluição, até recentemente pouco comentada, já chegou às nossas mesas de refeições!

.....■ Agora faça uma pausa e pense em tudo que foi lido até aqui. A Biologia está ou não está presente no seu dia a dia? Então vamos seguir adiante! As demais três grandes áreas da Biologia contempladas no ENEM são: Citologia, Engenharia Genética e Programas de Saúde.

.....■ O termo **Citologia** deriva das palavras gregas *kytos*, que significa célula, e *logos*, que significa estudo, e corresponde a nada mais que o ramo da **Biologia** que estuda a célula, que é a menor unidade estrutural dos seres vivos! Quando pensamos em células, precisamos lembrar que há dois tipos principais: a célula procariótica e a célula eucariótica. Embora sejam tipos celulares bem distintos, ambas possuem **membrana plasmática**, estrutura que delimita a célula, separando o meio intracelular do meio externo. Esta membrana NÃO isola a célula, pois, em virtude da sua permeabilidade seletiva, permite algumas trocas com o meio externo!

.....■ As células **procarióticas** (*pro* - primeiro e *cario* - núcleo) são aquelas cujo material genético NÃO é delimitado por um envoltório, mas está disperso no citoplasma. As células procarióticas NÃO apresentam organelas membranosas e, apesar de serem estruturalmente mais simples que as células eucarióticas, são extremamente eficientes! É importante que a gente aprenda que simplicidade não é sinônimo de “ineficiência” ou “inutilidade”: para os organismos procarióticos, como as bactérias e cianobactérias, este tipo celular é super útil e eficiente! E, por falar em **bactérias**, é importante que lembremos que estes são micro-organismos unicelulares e procariontes (ou seja, “simples”) essenciais à vida na Terra, sendo responsáveis, por exemplo, pela ciclagem de nutrientes no solo e pela manutenção da microbiota (micro-organismos que vivem em um determinado ambiente) humana! Existem, claro, as bactérias **patogênicas**, ou seja, aquelas capazes de causar doenças, a exemplo da cólera, tuberculose, meningite bacteriana, tétano, sífilis etc. O tratamento de doenças causadas por bactérias é feito com o uso de **antibióticos**, que são compostos naturais ou sintéticos capazes de inibir o crescimento ou causar a morte de bactérias ou fungos. Atenção: Os antibióticos não devem ser utilizados em excesso e sem prescrição médica; estes compostos NÃO são eficientes para

o tratamento de viroses, pois estas doenças são causadas por vírus e não por bactérias ou fungos!

.....■ Já as células **eucarióticas** (*eu*- verdadeiro e *cario* - núcleo) podem ser definidas como as células cujo material genético é delimitado por um envoltório nuclear chamado **carioteca**. A carioteca é, portanto, a membrana que envolve e protege o material nuclear. É fácil lembrarmos da sua função quando lembramos da origem do seu nome: -teca vem do grego, *theke*, e significa “caixa, depósito” e cario- significa núcleo; ou seja, a carioteca pode ser considerada a “caixa” protetora do núcleo. A grande maioria dos organismos que conhecemos são formados por células eucarióticas, a exemplo dos animais e plantas. Nas células eucarióticas, há um núcleo verdadeiro e uma série de organelas membranosas também chamadas de **organelas citoplasmáticas**, que são estruturas diversas, presentes no citoplasma, que desempenham funções essenciais à sobrevivência e manutenção da célula.

.....■ Todas as partes e estruturas das células são muito importantes, mas o núcleo recebe especial atenção por ser o local onde está o material genético e, aqui, destacamos o ácido desoxirribonucleico (ADN em português ou DNA em inglês, *deoxyribonucleic acid*). O DNA é uma macromolécula composta por uma sequência contínua de quatro tipos de nucleotídeos, que contêm as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos. Nas células procarióticas, o DNA também está presente, mas disperso no citoplasma, enquanto nas células eucarióticas está protegido no interior do núcleo. O conhecimento desta macromolécula é essencial para um outro tema muito importante para o ENEM (e para a vida!): a **Engenharia Genética**. A engenharia genética, que teve seu início na década de 70, pode ser definida como o conjunto de processos que permitem a manipulação do material genético de micro-organismos vivos. Esta possibilidade de manipulação resultou da colaboração íntima e constante entre as chamadas ciência básica e ciência aplicada. Graças ao avanço da engenharia genética e, conseqüentemente, da capacidade de manipulação de material genético em laboratório, conseguimos investir e nos aprofundar nos estudos sobre clonagem, transgenia e terapia gênica, por exemplo.

.....■ O último grande tema abordado aqui serão os **Programas de Saúde** e, para falarmos sobre isso, é importante definirmos dois conceitos completamente opostos, mas intimamente relacionados: **saúde** e **doença**. Segundo a

constituição da Organização Mundial de Saúde (OMS), saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social; e não apenas a mera ausência de doenças ou enfermidades. Doença, por sua vez, é qualquer perturbação ou anormalidade observada no funcionamento orgânico do indivíduo ou no seu comportamento, quer no aspecto intelectual, quer do ponto de vista moral e social, de tal forma que lhe afete aquele estado de bem-estar geral sugestivo de saúde. Já que a saúde não é apenas a ausência de doenças, mas sim esta ausência associada ao completo bem-estar mencionado anteriormente, é importante trabalharmos não apenas na cura de enfermidades, mas também em sua **prevenção**. Dentro do tema de Programas de Saúde, algumas doenças e alguns termos e conceitos relacionados são muito importantes e costumam ser abordados direta ou indiretamente no ENEM.

.....■
Certamente, a palavra que definiu 2020 foi COVID-19, doença causada pelo novo coronavírus, denominado SARS-CoV-2. Vejam bem: a doença NÃO é o coronavírus, mas sim COVID-19! O novo coronavírus é, portanto, o **agente etiológico** da COVID-19, ou seja, seu agente causador! Esta é uma doença de **transmissão direta (sem vetor)** que pode ser evitada pelo distanciamento social, uso de máscaras e higienização das mãos, por exemplo. Em outras palavras, estas ações são a forma de evitar a doença, representando a sua **profilaxia**, que é o termo utilizado para denominar o conjunto de medidas utilizadas na prevenção ou atenuação de doenças. A grande transmissibilidade da COVID-19 e a falta de cumprimento adequado da sua profilaxia causaram o atual cenário de **pandemia** que estamos vivendo. Pandemia é uma **epidemia** (= manifestação coletiva e acima do normal de uma doença) de escala global.

.....■
Uma das maiores preocupações da OMS e da população em geral é sobre a produção da **vacina** para a COVID-19. Mas por quê? Estamos todos preocupados com a vacina pois queremos que as pessoas não se contaminem com o novo coronavírus e que possamos, assim, flexibilizar as medidas de profilaxia, suspendendo o isolamento social e voltando à “vida normal”. As vacinas são substâncias preparadas a partir dos micro-organismos causadores das doenças (bactérias ou vírus), modificados em laboratório, de forma a perderem a capacidade de causar a doença. A vacina, portanto, estimulará a produção de anticorpos para aquela determinada doença sem causá-la (**imunização ativa**)! Estas substâncias têm efeito PREVENTIVO, ou seja, devem ser aplicadas ANTES da contaminação, justamente para evitá-la! Sendo assim, não podemos confundir as vacinas com os soros. Os **soros**

são anticorpos já prontos, produzidos em outros organismos (**imunização passiva**), que devem ser aplicados para um tratamento rápido! Ao contrário das vacinas, os **soros**, portanto, têm função de curar, não prevenir.

.....■ No Brasil, a imunização da população através da aplicação de vacinas é um dos objetivos e papéis do Sistema Único de Saúde (SUS), uma conquista do povo brasileiro garantida pela Constituição de 1988. Ainda que apresente falhas, o SUS é o único sistema de saúde pública do mundo que atende mais de 190 milhões de pessoas, sendo que 80% delas dependem exclusivamente dele para qualquer atendimento de saúde. Com a pandemia da COVID-19, cada vez mais a sociedade reflete sobre a importância do SUS e de seus profissionais! Debater sobre a saúde pública no Brasil, destacando o papel do SUS, a importância da sua valorização e a forma como nosso país está lidando com a COVID-19 parece um tema bem interessante para o ENEM, hein? Boa sorte!

Referências

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre Diversidade Biológica – Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato Final de Nairobi**. Brasília, 60 p., 2000.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira**. 13.005/2014.

CANDEIAS, J. A. N. A Engenharia Genética. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, 25(1): 3-10, 1991.

GUARATINI, M. T. G.; SUGIYAMA, M.; GASPAR, M.; CERATI, T.M.; VITALI, V. M. V. Biodiversidade. **Cadernos de Educação Ambiental**. Governo do estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, 2ª. Edição, 106p., 2014.

GUIMARÃES, D. O., MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Química Nova**, 33(3): 667-669, 2010.

OLIVEIRA, R. D. F.; ALVES, J. W. S. Mudanças climáticas globais no estado de São Paulo. **Cadernos de Educação Ambiental**. Governo do estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, 88p., 2011.

WALSH, C. Antibiotics: Actions, origins, resistance. **Protein Science**, 13: 3059-3060, 2004.

Capítulo 2

Citologia: o maquinário da vida

• Rayana Dutra • Leonardo Oliveira-Silva •

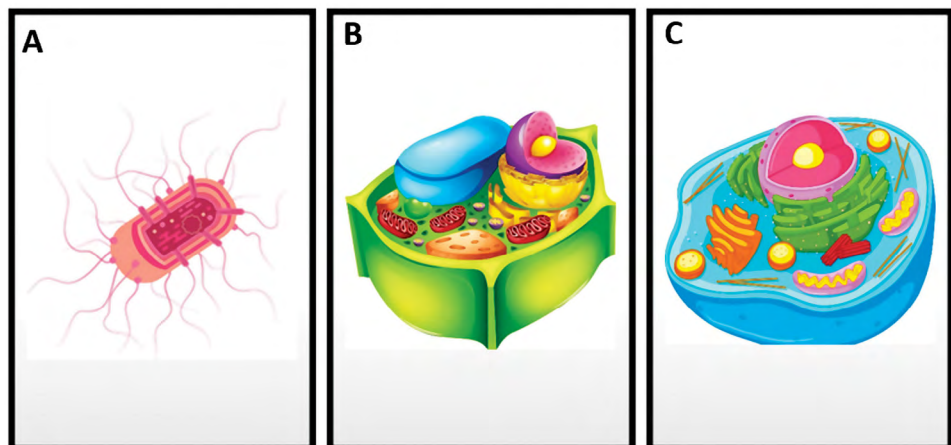
2.1 Introdução

A Citologia é a área da Biologia que estuda a estrutura e funcionamento das células. É uma área de grande importância de estudo uma vez que entender o funcionamento das células permite compreender o funcionamento dos organismos vivos. Os estudos dedicados à Citologia só foram possíveis graças ao invento do microscópio, que permitiu a Robert Hooke, em 1663, observar com maior proximidade, em uma cortiça de madeira, espaços aos quais o pesquisador chamou de “cella”, que significa espaço vazio. Tempos depois, graças aos estudos do botânico Matthias Schleiden, em 1838, e do zoólogo Theodor Schwann, em 1839, foi constatado que plantas e animais são compostos por células. Foi assim que se estabeleceu a **Teoria Celular**. Essa teoria assume como princípios que todos os seres vivos são compostos de uma ou mais células, que a célula é a unidade básica de estrutura e organização nos seres vivos e, por fim, que as células surgem de células pré-existentes.

A partir de então, graças ao desenvolvimento de microscópios e outras tecnologias mais eficazes, os estudos sobre as células tornaram-se cada vez mais comuns e aplicáveis. De todos os tipos celulares então visualizados, percebeu-se, inicialmente, que bactérias apresentam um tipo de célula estruturalmente mais simples, então denominada de **célula procariótica** (a partir de *pro*, que significa “antes” e *karyon*, uma “parte central” ou “núcleo”). Logo, esse tipo celular é caracterizado pela ausência de um núcleo para conter seu DNA, além da ausência de organelas celulares (**Figura 2.1A**). Em contrapartida, os seres vivos que apresentam células que contêm núcleo são chamadas de eucariotos e, logo, possuem **célula eucariótica** (**Figura 2.1B, C**) (a partir das palavras *eu*, que significa “real”, e *karyon*, “parte central” ou “núcleo”).

Figura 2.1: Tipos celulares. (A) Célula procariótica bacteriana. (B) Célula eucariótica vegetal. (C) Célula eucariótica animal. Cores fantasia, meramente ilustrativo.

Fonte: Figuras vetoriais de uso livre, disponíveis em www.vectorstock.com.



As células eucarióticas constituem alguns organismos **unicelulares**, como as amebas, mas também podem formar agrupamentos **multicelulares**. Assim, animais, plantas e alguns fungos são organismos multicelulares. Nas células destes organismos, três componentes básicos podem ser encontrados: a **membrana plasmática**, o **citoplasma** e o **núcleo**. Por possuírem um núcleo, essas células também irão apresentar um conjunto de **organelas** que desempenham funções específicas para o funcionamento ideal da célula e, em sua maioria, são comuns a todos os tipos de células eucarióticas. A seguir, é apresentado um breve resumo sobre a estrutura e funcionamento dessas organelas e da membrana plasmática que reveste estas células.

2.2 Componentes celulares

Membrana Plasmática: atua como o revestimento da célula, formada por uma camada dupla de fosfolipídios (bicamada lipídica) e com proteínas que podem estar parcialmente ou completamente inseridas na dupla camada. Além de conferir proteção à célula, a membrana atua na seleção de substâncias que devem entrar ou sair da célula (por exemplo, nutrientes, oxigênio, hormônios etc.). Isso pode ser feito através do **transporte passivo**, onde o soluto pode passar pela dupla camada de lipídios seguindo um gradiente de concentração (passando do meio mais concentrado para o menos concentrado) ou através de algumas proteínas da membrana que atuam como canais para a passagem dessas moléculas, também seguindo um gradiente de concentração. Neste tipo de transporte não existe o gasto de energia (ATP). Também existe o transporte feito contra o gradiente de concentração, chamado de **transporte ativo**. Neste caso, proteínas da membrana, como a bomba de sódio (Na^+) e potássio (K^+), usam a energia do ATP para mover Na^+ para fora da célula (onde este já existe em maior concentração) e K^+ para o interior da célula (onde este já existe em maior concentração). Partículas maiores podem, ainda, ser transportadas através da formação de vesículas em processos conhecidos como **endocitose** (quando a célula engloba algo para seu interior) ou **exocitose** (quando a célula manda algo para fora de seu interior). A passagem da água (solvente) pela membrana é chamada de **osmose**.

Mitocôndrias: presentes em todos os tipos de células eucarióticas, estas organelas são responsáveis pelo processo de **respiração celular**, ou seja,

realizam a oxidação de moléculas do alimento ingerido, para produzir trifosfato de adenosina, ou **ATP**, que é o combustível químico para a atividade celular. As mitocôndrias são formadas por duas membranas, uma mais interna e que é formada de dobras e outra mais externa. Mitocôndrias apresentam seu próprio DNA. Essas características tornam a mitocôndria similar a uma célula procariótica bacteriana, e existe a teoria de que elas foram derivadas de bactérias que no passado teriam sido englobadas pelas atuais células eucarióticas – **teoria endossimbiótica**.

.....■ **Cloroplastos:** presentes em células eucarióticas de organismos fotossintetizantes (por exemplo, vegetais e algas), são organelas que, assim como as mitocôndrias, apresentam uma membrana externa e uma interna e também possuem seu próprio DNA. Sua origem também é considerada como endossimbiótica. Internamente, os cloroplastos contêm pilhas de membranas repletas do pigmento denominada de **clorofila**. Essas pilhas de membrana são responsáveis pela captura da energia proveniente da luz solar que é usada para produzir moléculas de açúcar no processo conhecido como **fotossíntese**. Dessa forma, os cloroplastos são organelas responsáveis pela produção primária da energia.

.....■ **Retículo Endoplasmático Rugoso (REG):** constituído de um complexo sistema de membranas, esta organela apresenta **ribossomos** (que são estruturas que produzem proteínas) aderidos à sua face externa, razão pela qual recebe o nome de rugoso. É no REG onde é produzida a grande parte dos componentes estruturais que formam a célula, ou seja, as **proteínas**.

.....■ **Retículo Endoplasmático Liso (REL):** está ligado diretamente ao REG, mas sem ribossomos aderidos à sua membrana. A membrana do REL forma estruturas tubulares. É no REL que são sintetizados os **lipídios**, componentes importantes que formam a membrana plasmática, e outras membranas do interior da célula.

.....■ **Complexo de Golgi:** formado por pilhas de sacos achatados, essa organela está livre no citoplasma da célula e atua recebendo os produtos sintetizados tanto no REG quanto no REL, e os modifica quimicamente, direcionando-os para dentro ou fora da célula, onde serão utilizados.

.....■ **Lisossomos:** são vesículas secretadas pelo Complexo de Golgi que contém

enzimas digestivas produzidas no REG. Atuam, principalmente, na degradação de moléculas que podem ser reaproveitadas pela célula ou na excreção de moléculas indesejáveis.

.....■ **Peroxisomos:** similares aos lisossomos em sua forma, estas organelas contêm grande quantidade da **enzima catalase**, que atua degradando o peróxido de hidrogênio que é tóxico para a célula.

||| 2.3 Núcleo celular

O núcleo tem o papel chave na célula uma vez que é o centro de **controle celular**, armazena o **DNA** (ácido nucléico que armazena informação genética dos seres vivos), controla o **metabolismo** e é onde ocorrem as sínteses de DNA e **RNA** (ácido nucléico que atua na produção de proteínas). O núcleo celular geralmente é esférico ou ovóide e está presente na maioria dos seres eucariontes. A depender da função do órgão, as células deste órgão podem ter mais de um núcleo ou perder esse núcleo. A seguir é apresentado um breve resumo sobre os **componentes nucleares**.



As hemácias, no início do desenvolvimento, possuem núcleo, mas eles são perdidos no estágio final do desenvolvimento. Isso acontece para facilitar as trocas gasosas e conseguir carregar mais O_2 e CO_2 . Já o tecido muscular estriado esquelético possui vários núcleos na periferia das suas células longas que são responsáveis pela contração dos músculos.

||| 2.4 Componentes nucleares

Carioteca ou membrana nuclear: tem a função de proteger, revestir e selecionar as substâncias que entram ou saem do núcleo através dos **poros**. A carioteca é composta por duas membranas justapostas, semelhante à membrana plasmática, que dão sustentabilidade e proteção ao núcleo. **Ribossomos** e o **REG** estão associados à membrana nuclear para facilitar a síntese de proteínas.

.....■ **Cariolinfa ou nucleoplasma:** sua função é preencher o núcleo celular. É constituído, principalmente, de água, proteínas e outras substâncias.

.....■ **Nucléolo:** coordena o processo de **reprodução celular** através da síntese proteica. Também produz RNA ribossomal constantemente.

.....■ **Cromatina:** é a molécula de DNA propriamente dita, e está associada com as **histonas**, que são um tipo de proteínas dos cromossomos. Existem dois tipos de cromatinas: as eucromatinas e as heterocromatinas. As eucromatinas são regiões ativas do DNA que têm pouca associação com a histonas fazendo com que o DNA fique menos condensado. Já a heterocromática é o DNA condensado e inativo, observado quando ocorre pouca ou quase nenhuma síntese de RNA.

III 2.5 Divisão celular

A divisão celular é fundamental para o crescimento e renovação celular dos organismos pluricelulares e para a multiplicação dos organismos unicelulares. Existem dois tipos de divisão celular, a **divisão direta** e a **divisão indireta**.

Divisão direta

.....■ A divisão direta, também chamada de **cissiparidade** ou **fissão binária**, é a forma de **reprodução assexuada** de organismos unicelulares e planárias (vermes platelmintos). Nesse tipo de divisão, primeiro ocorre o crescimento da célula e depois ocorre a divisão celular em duas partes iguais, gerando clones da célula mãe.

Divisão indireta

.....■ **Intérfase:** é o período no qual a célula se prepara para a divisão. Nesse momento, a célula duplica o material genético. É dividido em três fases: duas fases **G** (intervalo; fases **G1** e **G2**) e uma fase **S** (síntese do material genético). Existe uma outra etapa, chamada de **G0**, na qual a célula realiza toda atividade celular. É na etapa **G0** que as organelas celulares estão desempenhando as suas funções.

- **G1:** nesta fase, a célula está ativa e se prepara para a divisão. A célula sintetiza enzimas, ribossomos, organelas, sistemas de membranas e outras moléculas para avançar no ciclo celular. Em todas as fases da intérfase há **pontos de checagem**. No primeiro ponto de checagem, verifica-se se as condições ambientais são favoráveis para a duplicação e se o DNA não possui danos que comprometam sua funcionalidade. Se alguma anormalidade for encontrada, e não tendo a possibilidade de reparo, a célula entra em **apoptose** (morte programada).
- **S** (Síntese) - nesta fase, ocorre a **duplicação** do DNA e há um novo ponto de checagem para verificar se todo o DNA se encontra duplicado.
- **G2** - neste momento, o DNA está todo duplicado e pronto para entrar na **fase M** (veja abaixo). Há um novo ponto de checagem para saber se todas as moléculas estão prontas e disponíveis para avançar no **ciclo celular**.

.....■ **Fase M:** é o processo de **divisão celular** propriamente dito. Pode ser de dois tipos: **mitose** (nas células somáticas, ou seja, aquelas que formam tecidos e órgãos) e **meiose** (nas células germinativas, ou seja, aquelas relacionadas com a reprodução).

- **Mitose:** A mitose ocorre em **células somáticas** e é um processo importante para o crescimento e regeneração de organismos multicelulares. As células filhas, resultantes desse processo, são geneticamente idênticas à célula mãe. A mitose ocorre em 5 etapas que estão detalhadas abaixo.

Prófase: é o início da formação das fibras do **fuso** (estrutura esquelética temporária da célula, formada por uma estrutura proteica, chamada microtúbulos) e da desnaturação do envelope nuclear (carioteca). Ocorre a migração dos **centrossomos** (estrutura de fixação e organização dos microtúbulos) para os lados opostos da célula.

Prometáfase: nesta etapa, o **nucléolo** não é mais visível, o envoltório nuclear e as organelas membranosas fragmentam-se e os **microtúbulos** do fuso ligam-se ao **cinetocoro** (disco proteico associado ao centrômero do cromossomo).

Metáfase: o DNA está no maior grau de condensação e os cromossomos migram para a região equatorial (no meio) da célula.

Anáfase: nesta etapa, as **cromátides irmãs** (cromatina duplicada e unida pelo centrômero) se separam, através do encurtamento das fibras do fuso. Essas cromátides separadas migram para os polos (extremidades) da célula.

Telófase: nesta etapa, ocorre o reaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear, descondensação dos cromossomos e desaparecimento das fibras do fuso e do áster (fibras do fuso que não estão associadas aos cromossomos, e que dão estabilidade aos centríolos).

- **Meiose:** A meiose ocorre em **células germinativas**, sendo responsável por produzir os gametas (células sexuais). O resultado da meiose difere da mitose já que a divisão meiótica gera quatro células diferentes da célula originária e reduz o material genético na metade. Por exemplo, em indivíduos diplóides (possuem dois conjuntos cromossômicos) com 46 cromossomos, a meiose irá resultar em células haplóides (ou seja, com apenas um conjunto cromossômico) com 23 cromossomos. A meiose ocorre em duas divisões que estão detalhadas abaixo.

Meiose I (divisão reducional): neste momento, há redução do material genético na metade. Ocorre em 4 etapas: prófase I, metáfase I, anáfase I e telófase I. Um evento importante que ocorre na Prófase I é o *Crossing over* ou **permuta genética**. O *crossing over* é a troca do material genético entre as cromátides não irmãs. Esse processo produz a diversidade genética encontrada em seres que fazem reprodução sexuada. A troca de material entre os cromossomos homólogos que ocorre no *crossing over* promove o surgimento de novas sequências de genes ao longo dos cromossomos.

Importante: entre a meiose I e a meiose II, a célula não entra em interfase e sim em **intercinese** (pequeno intervalo **sem** duplicação do DNA). Assim, não ocorre uma nova duplicação do material genético e há continuação para a próxima divisão da meiose.

Meiose II (divisão equacional): é semelhante à mitose, embora apenas um cromossomo haplóide esteja envolvido na divisão. A meiose II também ocorre em 4 etapas (prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II).

Você Sabia?

A produção de gametas nas fêmeas de mamífero tem origem no útero materno e o desenvolvimento só termina quando a fêmea entra na puberdade (transição para a fase adulta e amadurecimento para reprodução). Esse processo é chamado de Parada meiótica. Somente um gameta é liberado a cada ciclo e os outros três recebem o nome de corpúsculos polares (gametas que não atingiram a maturidade e que possuem o DNA todo heterocromático) e são absorvidos pelo organismo. A parada meiótica não ocorre em machos que, depois de entrarem na puberdade, produzirão, a partir de uma célula, quatro espermatozoides haplóides.

A Figura 2.2 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a relembrar os conceitos mais importantes.

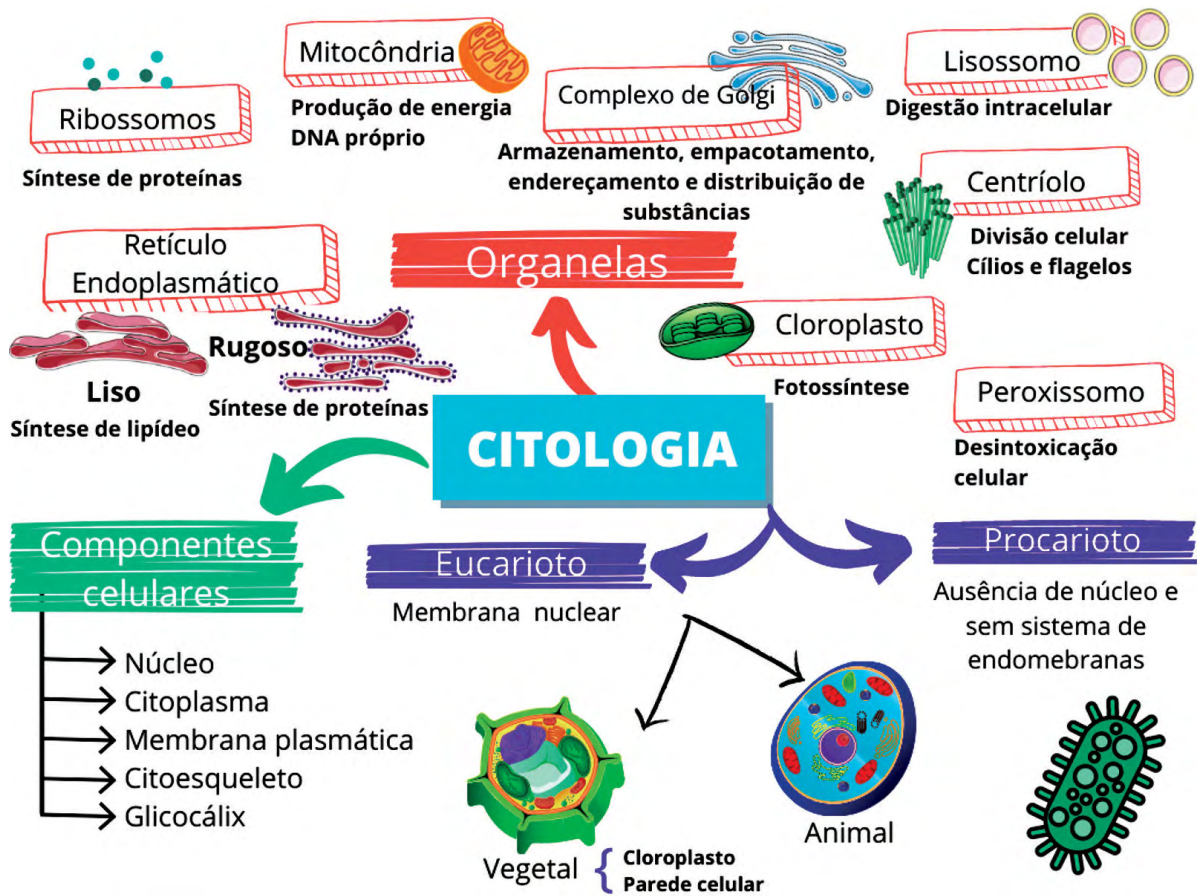


Figura 2.2 - Mapa mental de Citologia.

III Questões comentadas

1. (ENEM 2016) Companheira viajante suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece cumprindo seus afazeres domésticos cotidianos, descobrindo seu nicho especial em nossa fogaosa cozinha metabólica, mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fornalha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adaptada às células eucariontes, considerando-se como escrava – uma serva a serviço de nossa verdadeira evolução.

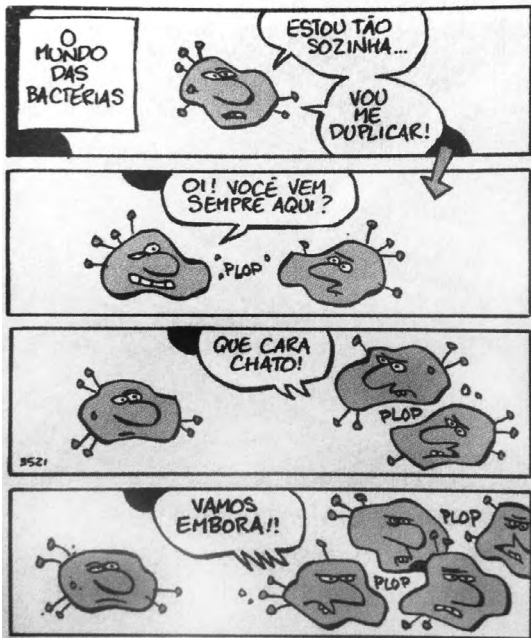
(McMURRAY, W. C. The traveler. Trends In Blochcmical Sciences, 1994 - adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto é o(a):

- a) Centríolo
- b) Lisossomos
- c) Mitocôndria
- d) Complexo golgiense
- e) Retículo endoplasmático liso

COMENTÁRIO: A descrição poética acima refere-se à mitocôndria. Uma dica dada no texto é o termo “cozinha metabólica”, que se refere, justamente, à produção de energia pela organela. Outra dica é o trecho “Sua origem? Microbiana, supomos.” também indica que é a mitocôndria. Tanto elas quanto os cloroplastos têm origem na endossimbíótica, mas o segundo tipo de organelas não ocorre na gente. O que não ocorre com o **centríolo** que é o responsável pela movimentação dos cromossomos na divisão celular; o **lisossomo** é responsável pela digestão intracelular; o **Complexo de Golgi** é responsável pela secreção de substâncias, síntese de glicídios e formação dos lisossomos; o **REL** realiza a síntese de lipídios. **Alternativa correta: C.**

2. (ENEM 2007) São características do tipo de reprodução representada na tirinha:



Fernando Gonzales. Vá pentear macacos! São Paulo: Devir, 2004.

- a) Simplicidade, permuta do material gênico e variabilidade genética.
- b) Rapidez, simplicidade e semelhança genética.
- c) Variabilidade genética, mutação e evolução lenta.
- d) Gametogênese, troca de material genético e complexibilidade.
- e) Clonagem, gemulação e partenogênese.

COMENTÁRIO: O processo de divisão celular representado na tirinha é a **cissiparidade** ou **fissão binária**. Esse processo consiste na divisão de uma célula em duas que possuem o mesmo genoma da célula-mãe. É um processo rápido e muito mais simples que a divisão celular

por meiose, por exemplo. A cissiparidade não produz variabilidade genética, não há troca de material gênico e não é um processo que ocorre na **ovogênese** (formação de células reprodutivas femininas) e nem na espermatogênese (formação de células reprodutivas masculinas). **Alternativa correta:** B.

III Referências

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da Biologia celular**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed Editora, 2011.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G.R. **Biologia das células**. v. 1. São Paulo: Moderna, 2010.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**. 5ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

Capítulo 3

Genética: a vida em 4 letras

• Bruno Cajado Almeida Gouveia • Adson Santana de Jesus •

3.1 Introdução

A Genética é a área da Biologia que se dedica a estudar a **hereditariedade**, ou seja, a transmissão de características de uma geração para a outra (de pais para filhos). Os estudos realizados dentro deste campo são fundamentais em diversos aspectos, desde a compreensão sobre a evolução da biodiversidade do nosso planeta até o entendimento sobre as mais variadas doenças que atingem os seres vivos, inclusive o ser humano. Para iniciarmos os nossos estudos, precisamos revisar a localização do material genético dentro das **células eucarióticas** e a estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). A **Figura 3.1** nos ajudará nesta revisão e, ao final do capítulo, traremos um mapa mental que resumirá aspectos e conceitos-chave da genética que são abordados no ENEM.

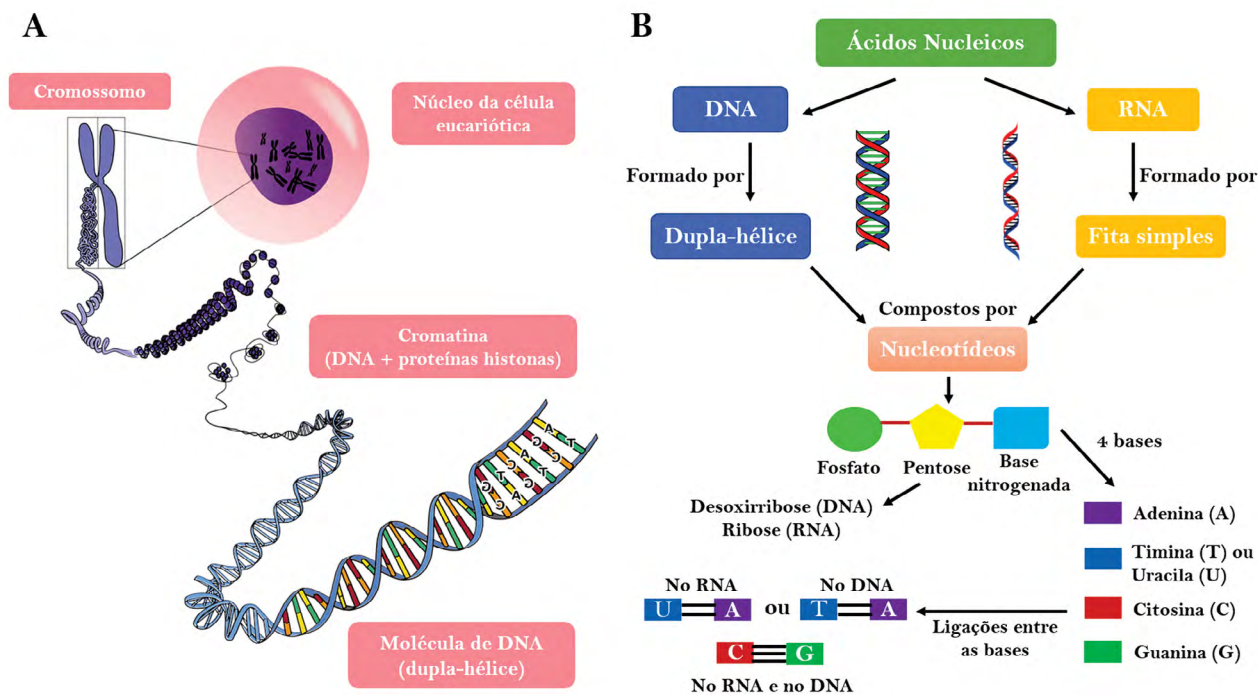


Figura 3.1 - Esquema do material genético. (A) No núcleo das células eucarióticas, a associação entre a fita de DNA e as proteínas histonas formam a cromatina. No maior estágio de compactação do DNA, a cromatina é denominada de cromossomo. (B) Semelhanças e diferenças entre as estruturas do DNA e do RNA. As ligações químicas entre as bases nitrogenadas são denominadas pontes de hidrogênio. Note que a ligação entre as bases A e T ou A e U é feita por duas pontes de hidrogênio, enquanto a ligação entre as bases C e G é feita por três pontes de hidrogênio (mais rígida e forte).

3.2 Como é feita uma proteína?

Os seres vivos herdam as “instruções” para produzir as características no novo indivíduo. Este processo é comandado pelos **genes**, que são os segmentos da cadeia de DNA considerados como a unidade fundamental da hereditariedade. Os diferentes genes possuem diferentes informações para a produção de moléculas de RNA, que guiarão a produção de proteínas e a atividade celular.

Não se esqueça!

O DNA fica no núcleo nos organismos eucariotos, e no nucleoide nos procaríotos. O DNA tem fitas duplas e o RNA tem fitas simples.

Proteínas são macromoléculas biológicas formadas por aminoácidos e são super importantes à atividade celular. A síntese (ou produção) dessas proteínas começa com a **duplicação** do DNA dentro do núcleo, pois é muito importante manter o material genético original preservado. Com a nova cópia do DNA, a enzima **RNA-polimerase** abre um trecho na fita dupla (por exemplo, na região de um gene) e inicia a **transcrição** (“cópia”) de uma nova molécula de RNA a partir de uma das fitas deste DNA. Em seguida, o RNA (que realiza diversas funções como transportador, mensageiro etc.) passará pela **tradução**. Esse processo é realizado pelos ribossomos do citoplasma e consiste na leitura dos **códons** (sequência de três nucleotídeos que codifica aminoácidos), produzindo os polipeptídeos (que geralmente são proteínas), para trabalharem dentro e fora da célula. A ordem dos aminoácidos e o tamanho da sequência são importantes para sinalizar corretamente a informação necessária à célula naquele momento (por exemplo, sintetizar genes relacionados ao crescimento celular).

Importante!

A síntese proteica é um processo contínuo, variável de célula para célula, multidirecional e complexo. Ainda assim, este processo já é bem compreendido pela ciência e ocorre em todos os seres vivos.

III 3.3 Qual é o evento mais importante da vida?

Agora que já sabemos a escala micro (da produção de proteínas), vamos analisar a escala macro (da atuação dos genes). A reprodução pode ser considerada como um dos eventos mais importantes da vida, pois é através dela que as formas de vida produzem **descendentes** e é neste processo que ocorre a transmissão dos **caracteres hereditários**. Na reprodução sexuada há um aumento da possibilidade de recombinações e modificações, como visto no capítulo 2 a respeito da meiose e do *crossing over*, aumentando a **variabilidade genética**. A variabilidade genética, por sua vez, está relacionada com o conjunto de características biológicas (como morfologia e fisiologia) dos seres vivos, que nos dá diferentes capacidades de resposta a estímulos e mudanças ambientais. Assim, a variabilidade genética promove a evolução das populações e das espécies.

.....■ Os experimentos de Gregor Mendel foram um marco importante na história da Genética, antes mesmo desta área da Biologia ser chamada assim. Cruzando variedades de ervilhas, ele descobriu padrões e fatores hereditários que podemos observar em muitos seres vivos (há exceções que falaremos adiante). O par de cada fator hereditário normalmente determina uma característica e é herdado do pai e da mãe (por isso, um par).

.....■ Um aspecto chave é o cruzamento (geração parental, de pais) e o retrocruzamento (das gerações filiais, de filhos), que permitem perceber que as características “perdidas” na verdade podem não estar perdidas, mas sim “encobertas” naquela geração (**Figura 3.2A**). Isto ocorre devido às diferenças na dominância entre os alelos (formas alternativas de um mesmo gene que estão no mesmo locus em cromossomos homólogos e que podem produzir fenótipos diferentes). Ao compararmos dois alelos, cada um pode ser dominante ou recessivo em relação ao outro. Um exemplo é o fator Rh nas hemácias (células sanguíneas): R é dominante e r recessivo. Esse é um caso de **dominância completa**: um único par de alelos condiciona a característica, logo, RR e Rr expressarão Rh positivo enquanto rr terá Rh negativo.

Não se esqueça!

Homozigoto: genes alelos idênticos, bb para recessivo e BB para dominante. Heterozigoto: genes alelos diferentes, Bb.

Analisando o cruzamento de dois heterozigotos para os genes $Aa \times Aa$ (escolhemos o A, mas podia ser representado por qualquer letra), teremos 4 genótipos possíveis, AA, aa, Aa e aA (Aa e aA podem ser considerados idênticos), nas seguintes proporções: 25% AA, 50% Aa e 25% aa. Ou seja, é uma proporção genotípica (do material genético do indivíduo) de 1:2:1 e uma proporção fenotípica (genótipo em interação com o ambiente, o “visível”) de 3:1. Mas, por que o cruzamento de pais heterozigotos gera apenas metade dos filhos heterozigotos? A resposta é que cada fator hereditário se separa independentemente no gameta (em humanos, no óvulo e no espermatozoide). Isto significa que os gametas são transmitidos aos filhos individualmente e de forma aleatória; os alelos **A** e **a** se separam e vão para diferentes gametas sem interferência entre si. Esta é a **1ª lei de Mendel, a lei da segregação dos caracteres!**

Você Sabia?

Em um cruzamento de homozigotos $CC \times CC = 100\% CC$. Em $cc \times cc = 100\% cc$. Já em $CC \times cc = 100\% Cc$ (híbridos ou heterozigotos).

No caso de **dominância incompleta**, como em algumas flores, o heterozigoto (Ff) terá uma característica intermediária aos homozigotos (FF e ff). Por exemplo, para a coloração das flores, FF é roxo e ff é branco. Assim, Ff terá uma coloração rosada ao invés de se expressar como o FF (que é o que ocorreria num caso de dominância completa). Outros padrões interessantes são: a **codominância**, quando dois alelos diferentes se expressam igualmente (ex.: sistema MN, em que o M e o N são igualmente expressos. Neste caso, um não tem dominância sobre o outro); a **pleiotropia**, quando um gene condiciona não apenas uma, mas várias características (ex.: fenilcetonúria, que causa múltiplos efeitos). Há também os **alelos múltiplos**, a exemplo do sistema sanguíneo ABO. Os tipos sanguíneos (A, B, AB, O) diferem pela presença de duas proteínas: o aglutinogênio (ou antígenos, na membrana da hemácia) e a aglutinina (ou anticorpos, no plasma). Por exemplo, uma pessoa com sangue

tipo A, tem antígeno A e anticorpo anti-B; com isso, ela pode receber sangue tipo A, porém não pode receber sangue do tipo B. Essa pessoa também pode receber O, pois ele não tem antígenos. No entanto, o tipo O tem anticorpos anti-A e anti-B, o que o impede de receber ambos os tipos A e B. O sangue do tipo B terá antígenos B e anticorpos anti-A, e os com tipo sanguíneo AB terão os dois antígenos (A e B) e nenhum dos anticorpos.

Nos parágrafos acima, vimos aspectos relacionados a uma característica por vez. Mas, e se juntarmos duas características (ex.: cor e forma)? Neste caso, temos a **2ª lei de Mendel**: os genes se segregam e essa separação ocorre de forma **independente** entre os genes! Com isso, uma ervilha verde pode ter uma textura lisa ou rugosa, porém não pode ser verde e amarela (mesma característica, no caso, a cor). Assim, as diferentes características não interferem uma na outra, e a base dessa explicação está na **meiose**, que vimos no capítulo anterior, em que os cromossomos e os genes se separam independentemente. Em casos assim, os cruzamentos são mais complexos – ao invés de 4, são 16 possibilidades e a proporção esperada é de 9:3:3:1 (**Figura 3.2B**).

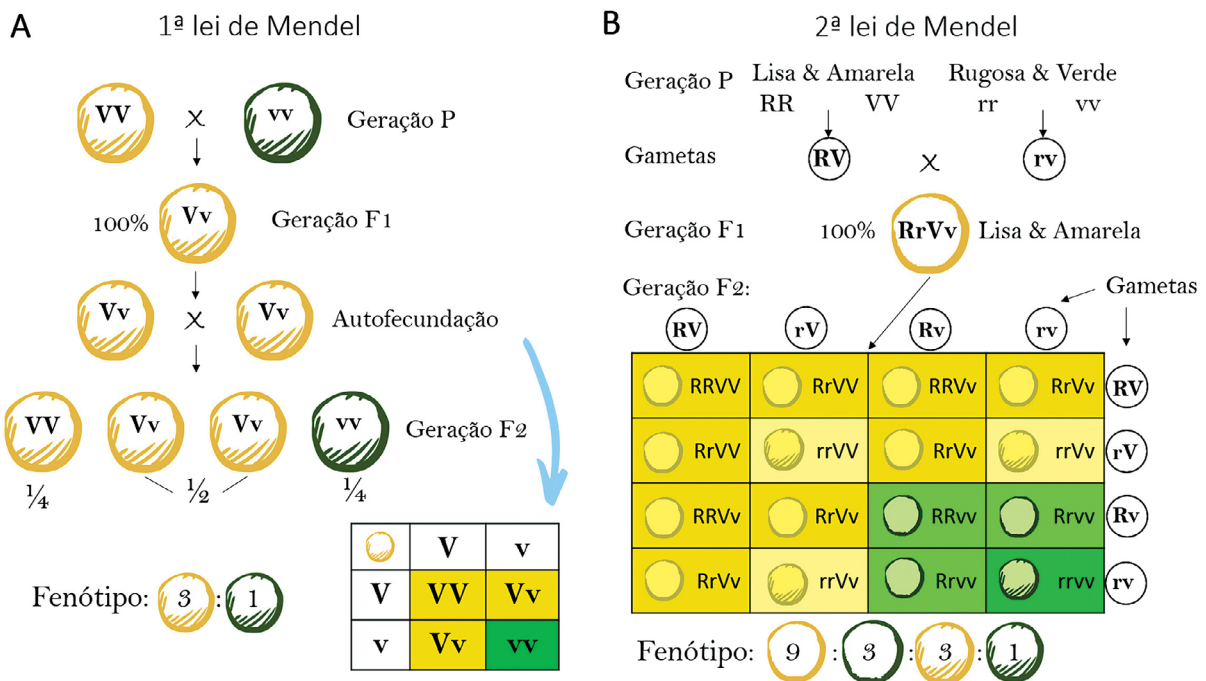


Figura 3.2 - As duas leis de Mendel exemplificadas com ervilhas. (A) Os alelos do mesmo gene se segregam independentemente. Por isso, de um cruzamento entre heterozigotos da geração F1 haverá uma proporção genotípica de 1:2:1, ou seja, haverá homocigoto dominante (VV), heterozigotos (Vv) e homocigoto recessivo (vv) na prole. (B) Os alelos de genes diferentes também se segregam independentemente, o que é visível na diversidade de combinações presentes na tabela. **Legenda:** Geração P de Parental, F1 de Filial 1, e F2 de Filial 2.

Alguns genes podem interagir, o que levará a desvios das proporções mendelianas esperadas (3:1 com uma característica e 9:3:3:1 com duas). Isto pode levar a novidades evolutivas e ao aumento da complexidade das características. Por exemplo, na crista da galinha, dois genes (R e E) com segregação independente **interagem**. Logo, é necessário saber qual a dominância dos dois genes na manifestação dos formatos da crista. Em algumas situações, a interação de genes pode levar à inibição de outro; neste caso, chamamos de **epistasia**. A epistasia é como na dominância explicada acima, só que ao invés de inibir no mesmo **lócus** (que é a posição específica de um gene no cromossomo), inibe outro gene.

Genes presentes no mesmo cromossomo *tendem* a ir juntos para o gameta, sendo chamados de **genes ligados** - é como se esses genes pegassem "carona". Porém, existem mecanismos, chamados de **recombinação**, que permitem variações entre cromossomos e, conseqüentemente, variabilidade genética. Essas recombinações podem ser entre diferentes cromossomos, pela já conhecida segregação independente, ou entre cromátides-irmãs (mesmo cromossomo), pela permutação ou *crossing-over*, em que há troca de fragmentos entre os pares.

Lembram-se que falamos, no começo deste capítulo, sobre a reprodução? A determinação do sexo na maioria das espécies é direcionada pelos **cromossomos sexuais** (os cromossomos relacionados com as outras características são chamados de **autossomos**). Em humanos, o sexo é determinado pelo sistema XX-XY. O X tem um padrão de **herança ligada ao sexo**, pois ambos os sexos têm este cromossomo. Indivíduos XY (homens) só têm uma cópia do X e os indivíduos XX (mulheres) têm duas cópias. Com isso, a maioria das anomalias são recessivas para as mulheres (cromossomos XX), a exemplo da hemofilia, daltonismo e distrofia muscular de Duchenne. Logo, para um indivíduo XX ter daltonismo, precisará de duas cópias com a anomalia (uma do pai e outra da mãe). Já para um indivíduo XY, basta a cópia da mãe ter a anomalia (já que a Y veio do pai). Por isso, é mais comum homens daltônicos do que mulheres daltônicas.

III 3.4 Mutações, doenças e heredogramas

Até aqui, compreendemos como a informação genética é transmitida de geração para geração e entendemos também que o DNA não é estático, já que

ele sofre **modificações**. Essas modificações, ou mudanças, são chamadas de **mutações**. Existem variados tipos de mutações, que podem ser causadas, por exemplo, pela **substituição** (troca), **adição** ou **deleção** de **nucleotídeos** (os blocos construtores do DNA). As mutações podem ocorrer como consequência de erros naturais no processo de divisão celular durante a meiose (durante a formação dos gametas, os erros na divisão podem ser transmitidos para as próximas gerações) ou durante o processo de replicação celular que antecede a mitose das células animais. A interação dos seres vivos com o ambiente também pode gerar mutações no DNA. Por exemplo, quando os seres humanos são expostos à radiação ultravioleta do Sol. Muitas das mutações que herdamos dos nossos pais ou que adquirimos durante a nossa vida não produzem efeitos positivos nem negativos sobre o nosso organismo, sendo importantes para a manutenção da variabilidade genética da nossa espécie. Entretanto, existem alterações em genes específicos ou em grandes segmentos de DNA que podem ocasionar doenças nos seres humanos.

.....■ Vocês já imaginaram como um geneticista consegue realizar o diagnóstico de uma doença genética? Além da avaliação dos sintomas e das manifestações clínicas que os pacientes apresentam, estes profissionais também investigam as diferentes gerações de familiares dos pacientes para determinar o padrão de herança da doença sob suspeita. Essa investigação é visualizada através de um **heredograma**. O heredograma é uma representação baseada num conjunto de símbolos que mostra as relações de parentesco através de várias gerações de uma ou mais famílias e a distribuição de uma alteração genética nestas gerações. Os heredogramas da **Figura 3.3** representam a distribuição de uma alteração genética autossômica dominante e de uma herança autossômica recessiva.

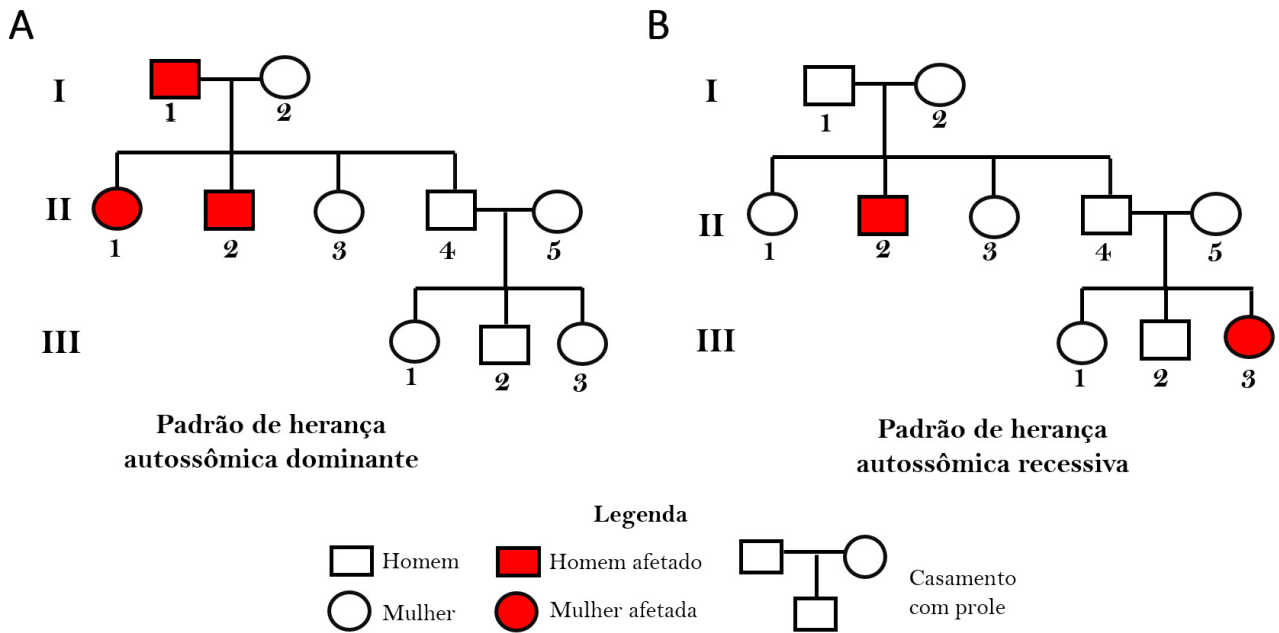


Figura 3.3 - Heredogramas representando dois tipos de padrões de herança: o autossômico dominante (A) e o autossômico recessivo (B). Note que, em ambas as heranças, homens e mulheres são igualmente afetados. Na herança autossômica dominante (A), os indivíduos afetados são geralmente filhos de um casal em que pelo menos um dos cônjuges possui a alteração genética. Por outro lado, na herança autossômica recessiva (B), os indivíduos afetados são geralmente filhos de casais em que cada um dos cônjuges são portadores de um alelo recessivo (heterozigotos) e não apresentam a alteração genética.

3.5 Tudo está interligado

A genética é incrível, não é mesmo? Há muitos outros processos, complementações, genes, interações, exceções... e, a internet e o livro didático que você tem em mãos são grandes aliados ao entendimento e aprofundamento do conhecimento acerca dos processos genéticos e da biologia molecular!

Você já se perguntou qual a importância do estudo genético? Ou mesmo qual a relação da genética com a evolução? As respostas estão na nossa frente, em nós mesmos. A pandemia de 2020 foi causada por um vírus que se espalhou de forma rápida por todo o planeta Terra. Os vírus, apesar de serem acelulares (“sem célula”) também têm material genético, e é com este material genético (DNA e/ou RNA) que ele codifica as proteínas do seu pequeníssimo corpo. Devido ao seu “modo de vida”, usualmente os vírus sofrem altas taxas de mutações e recombinações dos genes, o que possibilita altas taxas de modificações evolutivas.

A **seleção natural**, por exemplo, favorece o fenótipo que sobrevive e se reproduz com maior sucesso num ambiente do que os outros indivíduos – e isto vale para vírus, bactérias, plantas, fungos, animais... tudo que está vivo! Devido a estas modificações, os antivirais e as vacinas precisam ser continuamente aperfeiçoados, e os vírus podem infectar novas espécies (a exemplo do coronavírus em humanos). Tudo isto pode influenciar na aptidão/adaptação do organismo no ambiente, o que pode levar, também, a mudanças importantes na população. Perceba que falamos de apenas um vírus, em um planeta com milhares de vírus e milhões de espécies em contínua interação! Conseguem imaginar a importância disso tudo? Leiam, pensem, discutam e expandam suas mentes com o conhecimento, pois não existe resposta pronta – nem na vida, nem no ENEM. Agora é com vocês! Sucesso!

A Figura 3.4 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo ou ajudá-la a relembrar os conceitos mais importantes.

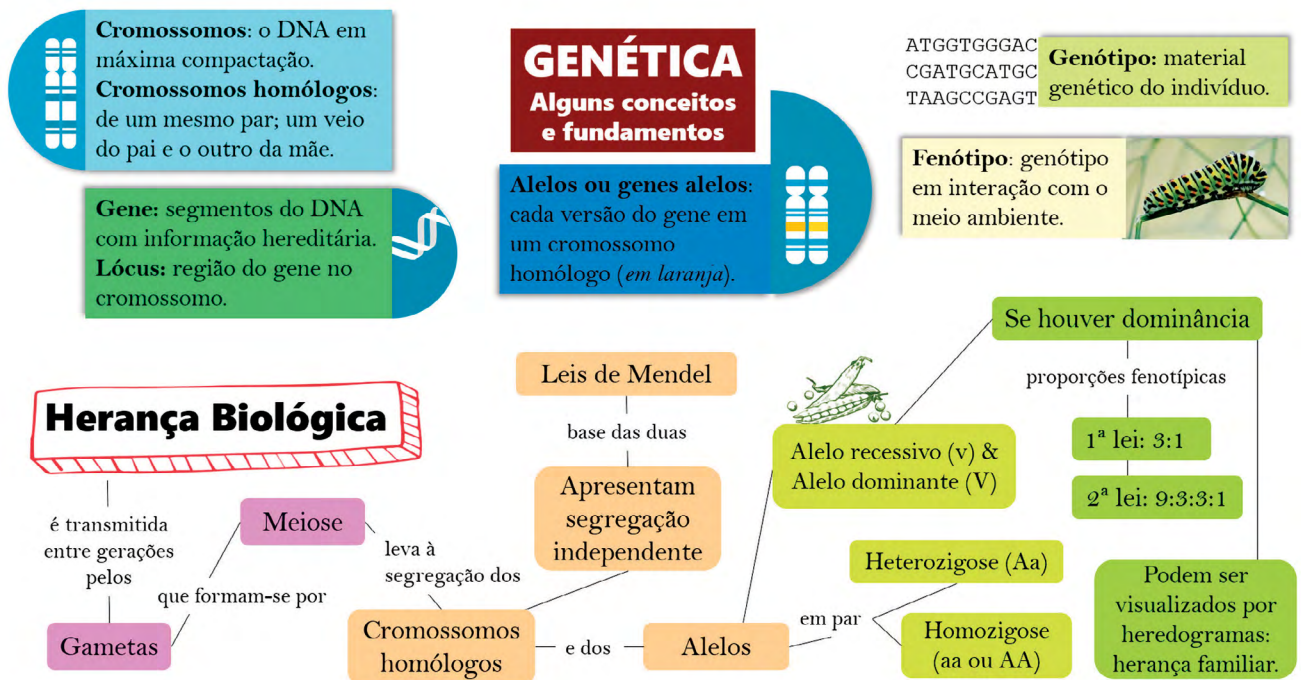


Figura 3.4 - Mapa mental com alguns conceitos e fundamentos da genética e herança biológica. Lembrem-se: todos esses conceitos estão generalizados. Existem variações e exceções, portanto, é bastante importante aprofundar estes conteúdos e utilizar a interpretação de texto para responder às questões do ENEM.

III Questões comentadas

1. (ENEM 2018) Gregor Mendel, no século XIX, investigou os mecanismos da herança genética observando algumas características de plantas de ervilha, como a produção de sementes lisas (dominante) ou rugosas (recessiva), característica determinada por um par de alelos com dominância completa. Ele acreditava que a herança era transmitida por fatores que, mesmo não percebidos nas características visíveis (fenótipo) de plantas híbridas (resultantes de cruzamentos de linhagens puras), estariam presentes e se manifestariam em gerações futuras.

A autofecundação que fornece dados para corroborar a ideia da transmissão dos fatores idealizada por Mendel ocorre entre plantas:

- a) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- b) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem sementes lisas e rugosas.
- c) de linhagem pura, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- d) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem sementes lisas e rugosas.
- e) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem apenas sementes rugosas.

COMENTÁRIO: Temos 3 aspectos a responder sobre as plantas utilizadas nos cruzamentos: 1) as plantas precisariam ser híbridas, ou seja, heterozigotas (Aa), pois só assim as duas características estariam presentes; 2) por ser heterozigota, o fenótipo visível é o dominante (o A do Aa); 3) com a autofecundação (Aa x Aa) haverá $\frac{1}{4}$ AA, $\frac{1}{2}$ Aa, e $\frac{1}{4}$ aa, logo, teremos sementes lisas (Aa e AA) e rugosas (aa) (proporção fenotípica 3:1). **Alternativa correta: B.**

2. (ENEM 2015) A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher. Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- a) 0%
- b) 12,5%
- c) 25%
- d) 50%
- e) 75%

COMENTÁRIO: Ambos os cônjuges do casal são heterozigotos para o alelo da fenilcetonúria (Ff). Para que a quarta criança apresente a doença é necessário que ela seja homozigota recessiva (ff). Ao realizarmos os cruzamentos entre os parentais heterozigotos, teremos as seguintes proporções: $\frac{1}{4}$ FF, $\frac{1}{2}$ Ff, e $\frac{1}{4}$ ff. Logo, a probabilidade de a criança ter a fenilcetonúria é de $\frac{1}{4}$. Ao convertermos o resultado para uma porcentagem, a probabilidade é de 25%. **Alternativa correta: C.**

3. (ENEM 2009) Anemia Falciforme é uma alteração genética caracterizada por um tipo de hemoglobina mutante designada por hemoglobina S. Indivíduos com essa doença apresentam eritrócitos com formato de foice. Se uma pessoa recebe um gene do pai e outro da mãe para produzir a hemoglobina S ela nasce com um par de genes SS e assim terá a Anemia Falciforme. Se receber de um dos pais o gene para hemoglobina S e do outro o gene para hemoglobina A ela não terá doença, apenas o Traço Falciforme (AS), e não precisará de tratamento especializado. Entretanto, deverá saber que se vier a ter filhos com uma pessoa que também herdou o traço, eles poderão desenvolver a doença. Dois casais, ambos membros heterozigotos do tipo AS para o gene da hemoglobina, querem ter um filho cada. A probabilidade de ambos os casais terem filhos (um para cada casal) com Anemia falciforme é igual a:

- a) 5,05%.
- b) 6,25%
- c) 10,25%.
- d) 18,05%.
- e) 25,00%.

COMENTÁRIO: a probabilidade de cada casal formado por indivíduos heterozigotos para o alelo S (AS) ter filhos com anemia falciforme é $\frac{1}{4}$. Como a questão pede a probabilidade para dois casais, é necessário apenas que façamos a multiplicação $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$, sendo o resultado $\frac{1}{16}$. Ao realizarmos a divisão e convertermos o resultado para uma porcentagem, a probabilidade é de 6,25%. **Alternativa correta: B.**

4. (ENEM 2016) Os indivíduos de uma população de uma pequena cidade, fundada por uma família de europeus, são, frequentemente, frutos de casamentos consanguíneos. Grande parte dos grupos familiares dessa localidade apresenta membros acometidos por uma doença rara, identificada por fraqueza muscular progressiva, com início aos 30 anos de idade. Em famílias com presença dessa doença, quando os pais são saudáveis, somente os filhos do sexo masculino podem ser afetados. Mas em famílias cujo pai é acometido pela doença e a mãe é portadora do gene, 50% da descendência, independentemente do sexo, é afetada.

Considerando as características populacionais, o sexo e a proporção dos indivíduos afetados, qual é o tipo de herança da doença descrita no texto?

- a) Recessiva, ligada ao cromossomo X.
- b) Dominante, ligada ao cromossomo X.
- c) Recessiva, ligada ao cromossomo Y.
- d) Recessiva autossômica.
- e) Dominante autossômica

COMENTÁRIO: Aqui é abordado um caso de herança ligada ao sexo (X). Perceba que mesmo o pai ($X^D Y$) e a mãe ($X^D X^d$) sendo saudáveis, sem a doença, os filhos de sexo masculino podem tê-la. Portanto, nesse caso, trata-se de uma doença recessiva e a mãe precisa ser portadora, pois o X dos filhos vem dela. Se fosse uma doença autossômica, não haveria diferença entre os sexos. No caso do pai ($X^d Y$) ter a doença e a mãe ser portadora ($X^D X^d$), metade da descendência tem a doença (filhos $X^d Y$ e filhas $X^d X^d$). **Alternativa correta: A.**

III Referências

AMABIS, J.; MARTHO, G. **Fundamentos da Biologia Moderna**: volume único. 4.ed. São Paulo: Moderna, 2006.

AMABIS, J.; MARTHO, G. **Biologia das Células**: volume 1. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2015.

LOPES, S. **BIO**: volume 3. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

OSORIO, T. C. **Ser protagonista**: biologia. São Paulo: Edições SM, 2013.

TAKEMURA, M. **Guia Mangá Biologia Molecular**. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

Capítulo 4

Biotecnologia: alimento, combustível e cura

• Hédina Basile Bezerra • Larissa Simões Cerqueira Bispo •

4.1 Introdução

Neste capítulo, vamos percorrer por alguns tópicos dentro da Biotecnologia. Em decorrência da sua multidisciplinaridade e aplicação no dia a dia das pessoas, os assuntos da **Biotecnologia** podem ser considerados pontos chave para a realização de uma boa prova do ENEM. A prova disso é que nos últimos anos, das 15 questões destinadas à Biologia, uma média de 3 questões discutiam assuntos acerca da Biotecnologia - isso corresponde a 20% da prova! Mas, primeiramente, você sabe o que é Biotecnologia? E quais seus objetos de estudo? É simples e o próprio nome dá uma dica: Biotecnologia é tecnologia baseada na Biologia. Ou seja, a biotecnologia aproveita os processos celulares e biomoleculares para desenvolver tecnologias e produtos, que ajudam a melhorar nossas vidas e a saúde de nosso planeta. Posto isso, você identifica o uso ou a influência da Biotecnologia na sua vida?

Podemos começar do mais simples: o pão, um dos alimentos mais populares na dieta da população brasileira, é fruto de processos biológicos de microrganismos (fermentação), técnica que vem sendo utilizada por mais de 6.000 anos. Além disso, graças aos avanços na tecnologia, tem sido possível manipular moléculas como o DNA para uso em mapeamento de genes, **organismos transgênicos**, aconselhamento genético, **terapia gênica**, identificação de pessoas, testes de paternidade, dentre outros.

Assim, podemos notar que o uso da Biotecnologia acompanhou e ainda acompanha o desenvolvimento e a história da espécie humana. Ela está presente em diversas áreas nas nossas vidas: desde a produção de alimentos, passando pelo desenvolvimento de fármacos e combustíveis, chegando até a **engenharia genética**. Então, vemos que as possibilidades de aplicação desta área são muitas e surgem outras mais a cada dia. Bons estudos!

4.2 Processos Biotecnológicos

4.2.1 Engenharia genética

Os processos biotecnológicos utilizam o conhecimento sobre estrutura

e funcionamento de diversas moléculas e microrganismos para entender padrões e aperfeiçoar produtos que beneficiam nossa sociedade através da manipulação dos processos biológicos, como a **engenharia genética**. Por exemplo, utiliza-se o conhecimento sobre como as bactérias funcionam e do que são constituídas e como as moléculas (por exemplo, o DNA), desse e de muitos outros organismos, podem ser acessadas e manipuladas. Assim, nesta seção vamos tratar das técnicas mais utilizadas dentro da engenharia genética.

.....■ A técnica do **DNA recombinante** é baseada no isolamento de um fragmento de DNA de interesse em um dado organismo, que será então inserido em outro organismo para aperfeiçoamento ou uso na produção de substâncias. E como isso é feito? O fragmento de DNA é isolado nos cromossomos, durante a interfase, através da ação de **enzimas de restrição** que fragmentam o DNA em locais específicos. Tendo isolado o fragmento de interesse com sucesso, este fragmento pode ser inserido em um outro organismo por meio da ação de enzimas chamadas **DNA ligases**.

.....■ Através desta técnica, tem sido possível fazer a **clonagem** de fragmentos de DNA que são importantes para diversos fins. Bactérias são bastante utilizadas nestas técnicas, devido à sua composição e metabolismo. Estes organismos apresentam, além de seu DNA em formato de cromossomo circular, moléculas de DNA circulares menores, chamadas de **plasmídeos**, que são utilizadas como vetores na clonagem de DNA. Então, fragmentos de DNA são inseridos nos plasmídeos das bactérias, que devido ao seu rápido metabolismo reprodutivo, darão origem a clones contendo o DNA de interesse. O conjunto destas técnicas (**Figura. 4.1**) pode ser utilizado na **produção de fármacos**, por exemplo, isolando o DNA base para a produção de um hormônio. Então, quando o DNA manipulado é inserido no plasmídeo de bactérias, as gerações de bactérias clonais passam a produzir o hormônio desejado. Estas técnicas também podem ser usadas para fins de **transgenia**. Na transgenia, um fragmento de DNA de uma espécie (por exemplo, um gene bacteriano) que proporcione resistência à determinada substância é clonado e, posteriormente, inserido em outro organismo de outra espécie que passará a ser resistente também.

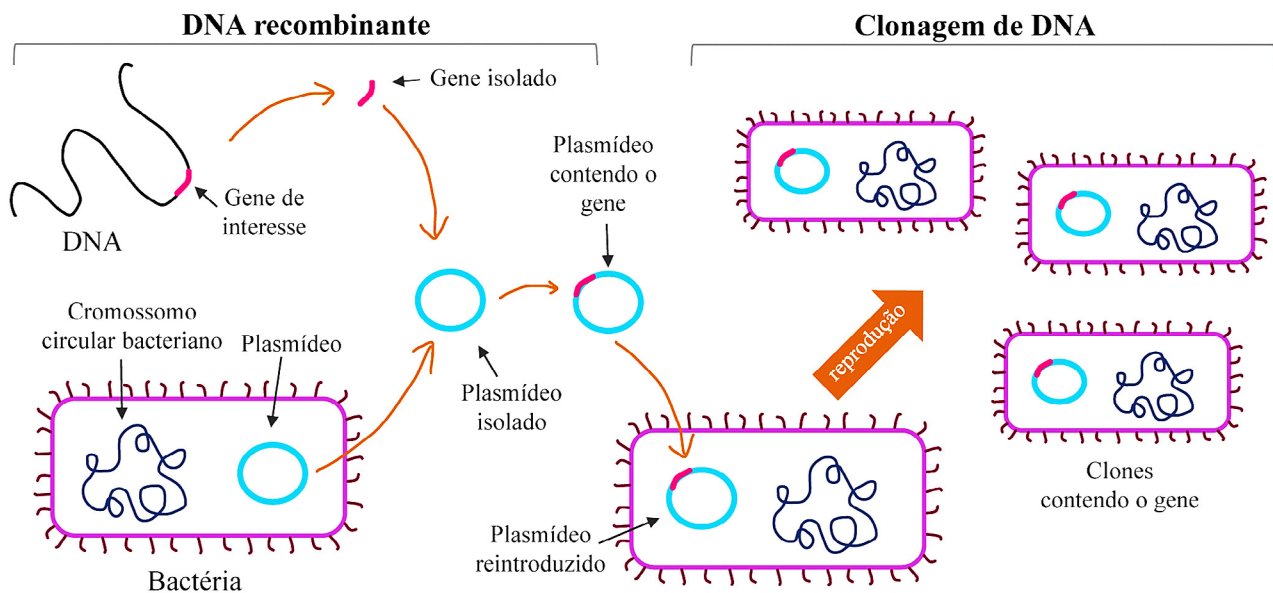


Figura 4.1 - Esquema das técnicas de DNA recombinante e clonagem de DNA. Note que as bactérias clonais apresentam o gene de interesse em seus plasmídeos. Como descrito no texto, estas bactérias podem atuar na produção de substâncias como hormônios ou podem ser utilizadas para clonar genes de interesse que serão inseridos em outros organismos para fins de transgenia.



A insulina, hormônio utilizado para o controle da Diabetes, é produzido sinteticamente, através das técnicas de **DNA recombinante** e clonagem de DNA, para consumo humano, utilizando bactérias como vetores. Com estas técnicas, é possível produzir grandes quantidades de insulina, em curtos períodos, devido ao rápido metabolismo bacteriano.

4.2.2 Análise de DNA e terapia gênica

Pensando em análises de fragmentos de DNA, a biotecnologia nos permite identificar pessoas através da avaliação de sequências de **DNA não-codificantes** (que não produzem proteínas). Juntas, estas sequências conferem a cada indivíduo uma identificação única, como sua “impressão digital” (do inglês **DNA fingerprint**). Essa impressão é muito utilizada em investigações criminais e testes de paternidade. Também é possível rastrear

mutações e/ou genes de interesse através de técnicas como o **sequenciamento de DNA**. Contudo, grandes quantidades de DNA nas amostras são cruciais para que estas técnicas sejam bem sucedidas. Para solucionar esta dificuldade, foi desenvolvida a técnica de reação em cadeia da polimerase (**PCR**, do inglês *Polymerase Chain Reaction*). A PCR proporciona o aumento da quantidade de DNA da amostra através da amplificação de fragmentos de interesse por ação de **enzimas polimerases**, que atuam na duplicação do DNA. Usando estas enzimas em múltiplos ciclos, é possível amplificar fragmentos de uma única molécula de DNA em milhões de cópias, que podem ser facilmente identificados em análises de DNA *fingerprint* ou sequenciados para análise do conteúdo das sequências de DNA.



Você já deve ter ouvido falar no exame **RT-PCR**, que tem sido utilizado para diagnósticos de COVID-19. Neste exame, o RNA do vírus é transformado em DNA pela técnica de transcriptase reversa (RT, do inglês *Reversed Transcriptase*). Então, após a amplificação do DNA viral através de PCR é possível sequenciar este DNA e identificar a presença do vírus na amostra.

■ Pensando no tratamento de doenças, podemos aplicar os conhecimentos de DNA recombinante e clonagem de DNA, em diversas situações, através de **terapia gênica**. Terapia gênica é um conjunto de técnicas que visa a substituição de um alelo ligado ao desenvolvimento de uma doença por um alelo normal, impedindo o desenvolvimento da doença e melhorando a qualidade de vida do paciente. Com essa terapia, é possível tratar doenças causadas por um único gene mutado (chamadas **doenças monogênicas**), como por exemplo fibrose cística, hemofilia A, distrofia muscular, imunodeficiência humana (ADA), entre outras.

■ Neste sentido, tratamentos feitos em **células somáticas** têm sido promissores. Contudo, se a doença a ser tratada for de caráter hereditário, o alelo alterado ainda pode ser passado aos seus descendentes, como visto no capítulo anterior. Então, novos estudos visando a terapia gênica em **células germinativas** vêm sendo desenvolvidos e, com o sucesso destes avanços, a problemática de transmissão de doenças monogênicas hereditárias pode ser melhor tratada.

É importante ressaltar que a terapia de células germinativas ainda enfrenta alguns embates, incluindo informações ambíguas sobre resposta imunológica, além de questões éticas importantes envolvendo manipulação genética.

Em relação ao procedimento, na terapia gênica por **técnica ex vivo**, é utilizado um vetor (por exemplo, um vírus modificado) contendo o alelo normal. Após isso, é feita a coleta de glóbulos brancos (leucócitos) do paciente, que serão então infectados pelos vetores modificados geneticamente. Deste modo, os vetores introduzem o alelo normal nos leucócitos, que passarão a se multiplicar intensamente em meios adequados. Então, utilizando um processo similar à transfusão de sangue, estes leucócitos modificados são reintroduzidos no paciente a ser tratado e irão codificar proteínas normais. A **técnica in vivo**, por sua vez, é feita com a introdução de clones de um vetor contendo o alelo normal diretamente no paciente. O vetor é introduzido através de injeções por meio venoso (nas veias) ou intramuscular. Assim, o alelo normal que está no vetor é inserido nas células do paciente que passarão a codificar proteínas normais.

4.3 Produtos Biotecnológicos

4.3.1 Soros e Vacinas

A **biotecnologia de fármacos**, ou biotecnologia médica, usa células vivas e materiais celulares para pesquisar e então produzir produtos farmacêuticos (por exemplo, medicamentos) e de diagnóstico (por exemplo, exames). Esses produtos ajudam a tratar e prevenir doenças. Assim, a longevidade humana cresce cada vez mais graças aos avanços dessas tecnologias.

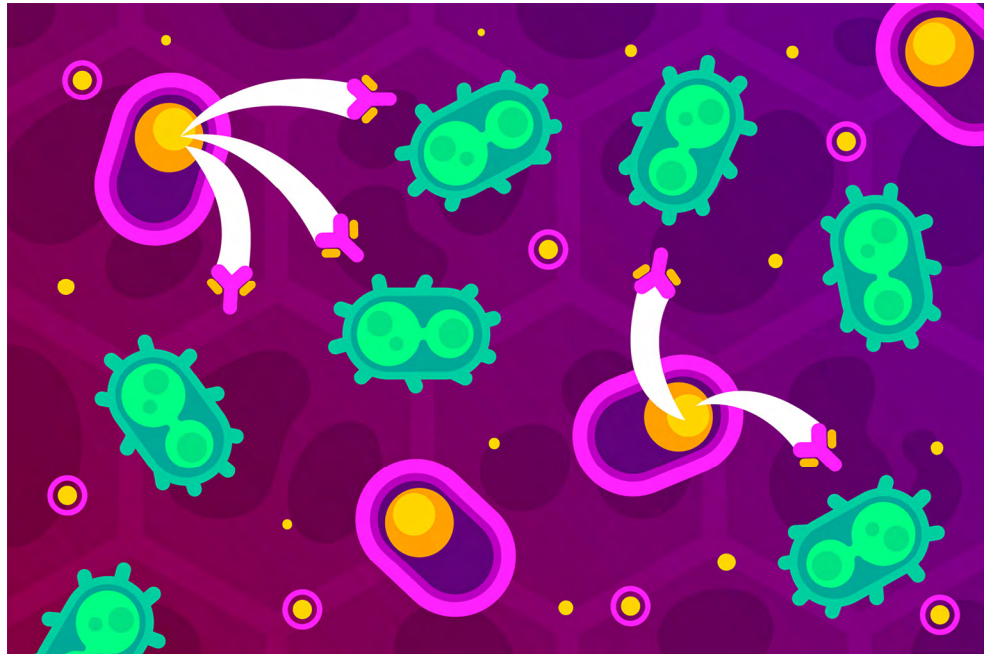
Nesta seção focaremos na produção de **soros** e **vacinas**. Mas, primeiro, vamos relembrar alguns conceitos chave dentro da **fisiologia humana**, mais precisamente da **imunologia**.

O sistema imunológico é a defesa do corpo contra infecções. Esse sistema é constituído por muitas células e órgãos que trabalham juntos para proteger o corpo. Quando o corpo detecta substâncias estranhas (chamadas de **antígenos**), o sistema imunológico trabalha para os reconhecer e se livrar deles. Então, os **linfócitos B** (um tipo de célula do sistema imunológico) são

estimulados a produzir **anticorpos** (também chamados de imunoglobulinas) (**Figura. 4.2**). Os anticorpos são proteínas que se fixam em antígenos específicos, e sinalizam aos **linfócitos T** (outro tipo de célula do sistema imunológico) os alvos que devem ser eliminados do corpo.

Figura 4.2 - Esquema da produção de anticorpos pelos linfócitos B (células roxas) em respostas aos antígenos presentes nos organismos invasores (células verdes).

Figura de uso livre, disponível em <https://br.freepik.com/vetores-gratis/particulas-de-virus-interagindo-com-moleculas-de-anticorpo_9058348.htm#page=1&query=Interagindo&position=13> Fundo vetor criado por <<https://br.freepik.com/freepik>>



Depois de produzidos, os anticorpos geralmente permanecem em nossos corpos para o caso de termos que lutar contra o mesmo invasor novamente. Ou seja, o sistema imunológico tem **especificidade** (cada anticorpo produzido só se liga a um determinado antígeno) e **memória** (capacidade de reconhecer novamente um mesmo antígeno e, por isso, combatê-lo de forma mais rápida). É com base nessas duas características que as vacinas e soros são criados.

O uso de soros configura uma **imunização passiva**, na qual a pessoa recebe os anticorpos prontos para combater os antígenos antes mesmo deles ativarem o sistema imunológico. Sua utilização se faz necessária em casos de mordidas por serpentes, por exemplo, pois, em decorrência da toxicidade da peçonha (veneno), não é possível esperar que o próprio organismo reaja produzindo anticorpos. Assim, anticorpos já prontos para combate ao antígeno (veneno) são introduzidos no organismo.



Você Sabia?

Vital Brazil foi um médico brasileiro conhecido mundialmente pela descoberta da especificidade do soro antiofídico (que combate o veneno de cobras). Seu trabalho foi pioneiro e revolucionou o ramo da imunologia. O Instituto Butantan, em São Paulo, e o Instituto Vital Brazil, no Rio de Janeiro, fazem parte do seu legado. Para mais informações acesse: <http://www.vitalbrazil.rj.gov.br/cientista.html>

Tradicionalmente, os cavalos são os animais usados para produção de anticorpos em decorrência da sua grande massa corporal. Antes de ser injetado, o antígeno é atenuado e, durante todo o processo, o animal é monitorado por um profissional capacitado. A produção de anticorpos na corrente sanguínea do cavalo geralmente atinge o pico em cerca de 8 a 10 semanas. Nesse ponto, o cavalo está pronto para a coleta de sangue, que é então centrifugado para filtrar o plasma - a porção líquida do sangue onde se encontram os anticorpos. O plasma passa por alguns processos de purificação, gerando o soro que é usado nas pessoas. Vale ressaltar que a imunização passiva é passageira, uma vez que a informação não fica registrada na “memória” imunológica do organismo. De forma contrária, a imunização ativa é relativamente duradoura, como veremos a seguir.



Você Sabia?

Um antígeno muitas vezes é uma proteína que desempenha um papel crucial no processo de infecção - por exemplo, permitindo que um vírus ou bactéria se anexe às células.

O uso de vacinas se configura como **imunização ativa**, na qual cópias inofensivas de um antígeno são fornecidas ao sistema imunológico. Neste processo, uma porção da superfície de uma bactéria ou vírus, por exemplo, é reconhecida como estranha para o sistema imunológico. Uma vacina também pode fornecer uma versão não ativa de uma toxina. Neste caso, uma proteína produzida por uma bactéria é utilizada para que o corpo possa criar uma defesa contra essa proteína.

Assim que o sistema imunológico detecta um antígeno, os **leucócitos** (glóbulos brancos do tipo linfócitos B) criam uma proteína chamada **anticorpo**. Essa proteína é precisamente projetada para se ligar a esse antígeno. Muitas cópias deste anticorpo são produzidas. Se ocorrer uma infecção verdadeira com a mesma doença, ainda mais anticorpos são criados e, à medida que se fixam em seus alvos, podem bloquear a atividade do vírus ou cepas bacterianas, combatendo assim a infecção. Além disso, os anticorpos, uma vez ligados aos antígenos, facilitam que outros componentes do sistema imunológico (particularmente os **fagócitos**, que são leucócitos que ingerem partículas estranhas) reconheçam e destruam o agente invasor.

Um corpo que é infectado por um vírus ou bactéria pela primeira vez pode precisar de 7 a 12 dias para montar uma defesa eficaz. Neste período, podem ocorrer doenças graves e até a morte. Portanto, é extremamente benéfico usar a “memória” adquirida através da vacinação, na qual o sistema imunológico retém imunidade por anos, décadas ou mesmo por toda a vida, para combater uma infecção rapidamente (**Figura 4.3**).

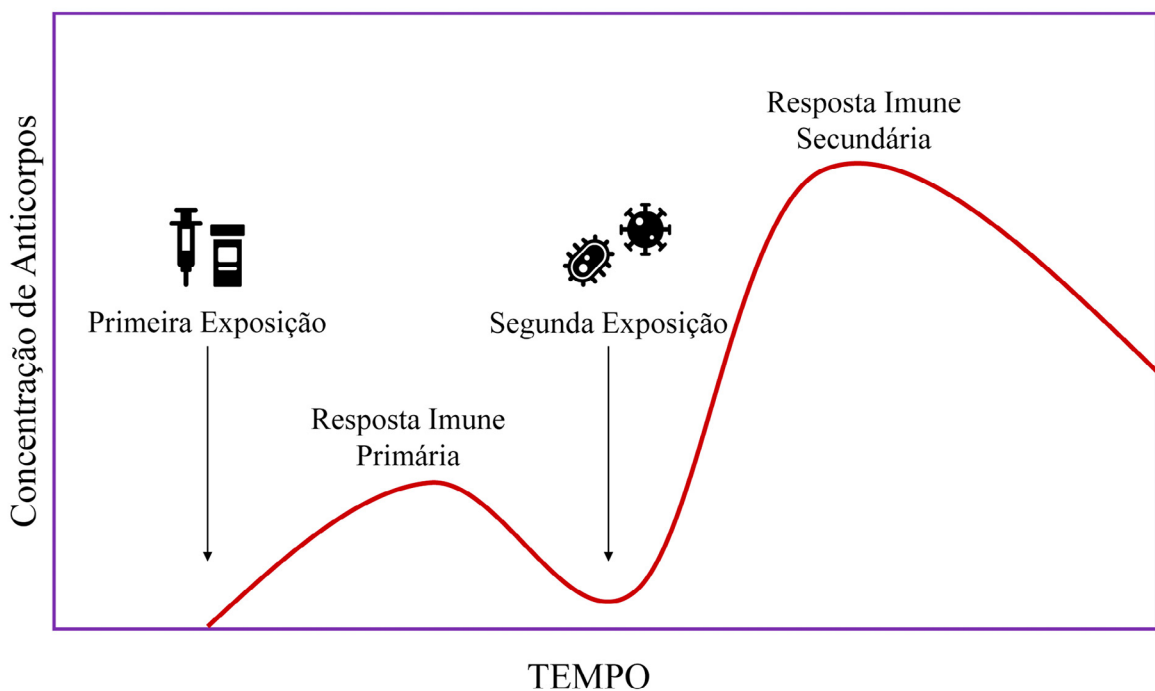


Figura. 4.3 - Gráfico demonstrando a concentração de anticorpos durante a resposta primária (devido à exposição aos antígenos presentes nas vacinas) e da resposta secundária (em função de contato com o organismo patogênico). Note que após a primeira resposta imune, a concentração de anticorpos não retorna a zero, pois os mesmos permanecem no organismo. No caso de uma segunda exposição, a resposta é mais rápida e eficiente devido a este mecanismo de memória imunológica.

Para concluir, é preciso salientar que soros e vacinas **são seguros**. Como todo medicamento, antes de chegar ao mercado, eles passam por diversas fases de testes. Vacinas salvam vidas e precisam ser defendidas, assim como a ciência que as produzem. Diferente de outros países, no Brasil o Sistema Único de Saúde (SUS), além de todo serviço de saúde prestado para a população, distribui gratuitamente, através do calendário regular e das campanhas de vacinação, aproximadamente 20 tipos diferentes de vacinas. Devido a isso, muitas doenças têm sido erradicadas e, conseqüentemente, muitas vidas vêm sendo salvas ao longo dos anos, mostrando assim a necessidade de valorização deste serviço público por toda a população.

Saiba Mais!

Existem muitas vacinas que são disponibilizadas gratuitamente através do SUS! Acesse <http://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/> e confira quais são estas vacinas, quais doenças elas previnem, suas faixas etárias e os calendários de vacinação.

4.3.2 Alimentos e biocombustíveis

A **produção de alimentos** já contava com agricultores selecionando e cruzando espécies e variedades, que apresentavam características desejadas, há milhares de anos. Estes cruzamentos deram origem à grande diversidade de plantas alimentícias que consumimos. Atualmente, devido aos conhecimentos biotecnológicos, este cruzamento preferencial é denominado de **melhoramento genético**. Através do melhoramento genético é possível direcionar o enriquecimento nutricional de muitos alimentos, como por exemplo o aumento de teor proteico, bem como conferir maior resistência às mudanças ambientais como seca, doenças e pragas. Outra maneira de melhorar geneticamente alimentos é através da **transgenia**, como vimos na seção 4.1. A transgenia proporciona maior resistência e enriquecimento nutricional através da transferência de genes de interesse transferidos de uma espécie para a outra. Essas duas técnicas podem proporcionar o aumento da produção de alimentos mais resistentes, diminuindo as perdas devido a condições climáticas, pragas ou doenças; ou fornecer alimentos com níveis nutricionais mais altos e enriquecer ainda mais nossa alimentação.

Se tratando de combustíveis, os avanços na biotecnologia permitiram a

busca por **fontes de energia renováveis** e de resíduos mais limpos do que combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e carvão mineral, que não são renováveis e cuja combustão (ou queima) gera gases poluentes relacionados com problemas ambientais, especialmente com o **aquecimento global**. Essas fontes renováveis e mais limpas são conhecidas como **biocombustíveis**. Nesse sentido, diversas fontes de matéria orgânica podem ser utilizadas para extração de biocombustíveis, como os vegetais cana de açúcar, milho, soja e algodão. Todos estes organismos, bem como seus subprodutos, são considerados como fontes de biomassa das quais substâncias são extraídas. Por exemplo, o açúcar produzido pela cana de açúcar passa por um processo de fermentação e produz etanol que, quando em combustão, libera enormes quantidades de energia. Uma outra fonte de biomassa são as microalgas, que assim como as plantas produzem energia através da fotossíntese e representam uma fonte vantajosa pois não são muito utilizadas como fonte de alimento no consumo humano. Aqui novamente podemos ver o papel da biotecnologia! Através de melhoramento genético ou da transgenia dos organismos produtores de biomassa, bem como das bactérias utilizadas nos processos de fermentação, é possível induzir o enriquecimento da produção, potencializando ainda mais o uso de biocombustíveis como fontes renováveis e mais sustentáveis que os combustíveis fósseis.

A **Figura 4.4** traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a relembrar os conceitos mais importantes.

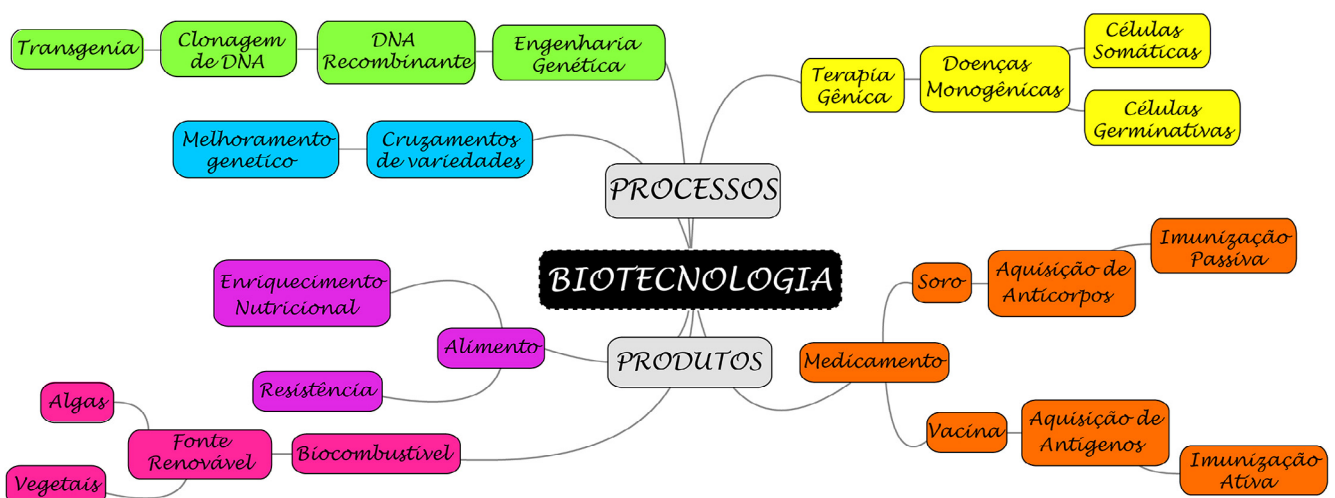


Figura 4.4 - Mapa mental dos processos e produtos biotecnológicos abordados neste capítulo.

Questões comentadas

1. (ENEM 2015) Tanto a febre amarela quanto a dengue são doenças causadas por vírus do grupo dos arbovírus, pertencentes ao gênero *Flavivirus*, existindo quatro sorotipos para o vírus causador da dengue. A transmissão de ambas acontece por meio da picada de mosquitos, como o *Aedes aegypti*. Entretanto, embora compartilhem essas características, hoje somente existe vacina, no Brasil, para a febre amarela e nenhuma vacina efetiva para a dengue.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Dengue: Instruções para pessoal de combate ao vetor. Manual de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br>>. Acesso em: 7 ago. 2012 (adaptado).

Esse fato pode ser atribuído à:

- a) maior taxa de mutação do vírus da febre amarela do que do vírus da dengue.
- b) alta variabilidade antigênica do vírus da dengue em relação ao vírus da febre amarela.
- c) menor adaptação do vírus da dengue à população humana do que do vírus da febre amarela.
- d) presença de dois tipos de ácidos nucleicos no vírus da dengue e somente um tipo no vírus da febre amarela.
- e) baixa capacidade de indução da resposta imunológica pelo vírus da dengue em relação ao da febre amarela.

COMENTÁRIO: A maior quantidade de sorotipos do vírus causador da dengue dificulta a produção de uma vacina efetiva para a mesma. Lembrem-se da especificidade do sistema imunológico! Ou seja, nesse caso a vacina teria que apresentar um elemento (antígeno) comum a todos os sorotipos, assim, quando o indivíduo tivesse contato com o vírus causador da dengue, independente do sorotipo, teria anticorpos para combater a infecção. **Alternativa correta: B.**

2. (ENEM 2015) A palavra “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria, para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: www.brasil.gov.br. Acesso em: 28 jul. 2012 (adaptado).

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam:

- a) sequência de DNA codificante de insulina humana.
- b) a proteína sintetizada por células humanas.
- c) um RNA recombinante de insulina humana.
- d) o RNA mensageiro de insulina humana.
- e) um cromossomo da espécie humana.

COMENTÁRIO: As bactérias receberam a sequência de DNA codificante para insulina através da técnica de DNA recombinante e assim passaram a produzir a este hormônio. **Alternativa correta: A.**

Referências

FOGAÇA, J. R. V. **Biodiesel de Algas**. Brasil Escola [S.I.]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/biodiesel-algas.htm>>. Acesso em: 05 de novembro de 2020.

GONÇALVES, G. A. R.; PAIVA, R. M. A. Terapia gênica: avanços, desafios e perspectivas. **Einstein**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 369-375, 2017.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Biologia** – volume único. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Biologia** – volume 3. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

SOUZA, A. V. D. **Biocombustíveis: uma saída para conter as mudanças climáticas?**. Profissão Biotec, Londrina, Abril 2020. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biocombustiveis-uma-asida-para-conter-mudancas-climaticas/>>. Acesso em 05 de novembro de 2020.

Capítulo 5

Os processos por
trás do organismo:
a fisiologia e a
manutenção do
equilíbrio interno

• Helena Rachel da Mota Araujo •

5.1 Introdução

A Fisiologia é a área da Biologia que estuda a funcionalidade dos organismos, entendendo os processos pelos quais o organismo mantém sua **homeostase**, ou seja, seu equilíbrio corporal interno. Neste capítulo, serão abordados de forma sucinta alguns dos sistemas que vêm sendo contemplados nas provas do ENEM. É importante ter em mente que a Fisiologia é uma ciência integrativa e que em muitos casos, para o seu entendimento, é necessário ter conhecimento de outras áreas como a Química e a Física. Exatamente por se tratar do entendimento de processos, a nossa visão tem que ser ampliada para a percepção de diferentes áreas da Biologia e de fora dela. Aqui falaremos da Fisiologia humana. Contudo, atente-se para o fato de que questões envolvendo a Fisiologia de outros animais também podem ser abordadas no ENEM.

.....■ A Fisiologia nos possibilita um novo olhar sobre o organismo a partir dos processos desempenhados pelos sistemas. Sua abordagem vai desde aspectos da dinâmica celular ao funcionamento dos órgãos. **Não esqueça!** Por ser uma área ampla e complexa, foque primeiro no entendimento da funcionalidade dos sistemas, e, a partir daí, busque compreender os processos que estão por trás dessas funções.

5.2 Sistema nervoso e Sistema endócrino

Uma forma interessante de começar o estudo dos aspectos fisiológicos dos organismos é através do conhecimento do sistema que agrupa, integra e responde aos diferentes estímulos (informações) os quais o organismo recebe, o **Sistema Nervoso (SN)**. O SN recebe informações do ambiente externo e interno (captadas pelo **Sistema Sensorial**) ao organismo e, a partir de suas interpretações, emite um sinal para uma resposta. Nesse sentido, temos o **Sistema Nervoso Central (SNC)** e **Sistema Nervoso Periférico (SNP)**, dividindo tarefas e auxiliando na dinâmica do organismo. O SNC é dividido em encéfalo e medula espinhal, enquanto o SNP é formado pelos nervos, gânglios e terminações nervosas. E ainda o sistema nervoso autônomo (SNA) que regula as respostas involuntária dos organismos: frequência cardíaca, controle da musculatura lisa, dentre outras. O SNA pode ser dividido

em Sistema Nervoso Simpático e Sistema Nervoso Parassimpático. Duas formas de efetivar a resposta aos estímulos do ambiente externo e interno, interpretadas pelo sistema nervosos são através do **Sistema Endócrino** e do **Sistema Muscular**.

O **Sistema Endócrino** é composto por **glândulas** e essas secretam os **hormônios**, substâncias químicas que agem como mensageiros e controlam e coordenam atividades em todo o corpo. Parte do sistema endócrino tem uma ligação direta com o SN, por meio da conexão entre o hipotálamo e a glândula hipófise. Essa conexão é responsável pelo controle de várias outras glândulas com diversas funções. Exatamente por isso, o sistema endócrino pode ser abordado no ENEM relacionado a questões de saúde (diabetes, hipotireoidismo e hipertireoidismo), gravidez, digestão, excreção, dentre outras. Assim como o sistema endócrino, o sistema muscular vai agir na efetivação de uma resposta, mas é importante lembrar que não necessariamente ela vai envolver movimento.



Existem 3 tipos de diabetes. A diabetes *mellitus* tipo 1 e 2, a diabetes *insipidus* e a diabetes gestacional. Uma descrição interessante e com mais informações sobre os tipos da doença pode ser encontrada em: <https://www.medicinamitoseverdades.com.br/blog/tipos-de-diabetes-insipido-mellitus-1-e-2-e-diabetes-gestacional>

5.3 Sistema muscular

Ao receber um comando do cérebro, os músculos, além da função de movimento e locomoção, também podem responder sendo utilizados para sustentação, postura e geração de calor. Os músculos geralmente são lembrados pela sua funcionalidade na locomoção, e esses são os **músculos esqueléticos**. Entretanto, lembre-se que juntamente com esses, o **músculo cardíaco** (músculo que compõe o coração) formam os chamados **músculos estriados**, devido à presença do **sarcômero**, a unidade contrátil desse tipo muscular. Além disso, não devemos esquecer da **musculatura lisa**! Esse tipo de músculo está associado à respiração e à digestão, estando presente nas artérias e auxiliando na propulsão do sangue nos vasos!

5.4 Sistemas Respiratório, Cardiovascular, Linfático e Imune

Com relação à **respiração**, os músculos auxiliam no processo de inspiração (entrada de ar) e expiração (liberação do ar) possibilitando renovação de ar dentro dos pulmões e, assim, as trocas gasosas – oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2) – que ocorrem entre os alvéolos (unidades funcionais dos pulmões) e os capilares (vasos sanguíneos), no contato entre o **sistema respiratório** e o **sistema cardiovascular**. O sistema respiratório capta o O_2 que será utilizado na produção de energia e o sistema cardiovascular é responsável pela distribuição de O_2 para o restante do corpo. Nos seres humanos, o sistema respiratório é composto pelas narinas e cavidade nasal (nariz), faringe, laringe, traqueia e os brônquios, bronquíolos e alvéolos que estão dentro dos pulmões. O sistema cardiovascular é composto por uma **bomba** (coração), que vai movimentar um **líquido** (sangue), por meio de um **sistema de vasos** (artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias).

Importante!

O sistema respiratório foi o primeiro sistema conhecido a ser afetado pelo novo coronavírus. Para mais informações acesse: <http://coronavirus.saude.mg.gov.br/blog/102-como-o-coronavirus-age-no-organismo>

Importante!

Estudem as estruturas dos sistemas respiratório e cardiovascular e suas relações, principalmente considerando as concentrações de O_2 no sangue, que podem ser afetadas pelo ambiente externo! Situações como hipóxia (baixa concentração de O_2) e hiperóxia (alta concentração de O_2) no ambiente podem influenciar na concentração parcial de no O_2 sangue.

Além de distribuir o O_2 e captar o CO_2 para sua eliminação, o sistema cardiovascular (circulação) também faz o **transporte** de hormônios, nutrientes e de outros elementos presentes no sangue. O sistema cardiovascular ainda está ligado ao **Sistema Linfático** que tem como funções: captação do líquido que extravasa dos vasos sanguíneos, devido à pressão do sangue sobre eles, e produção das células do **Sistema Imunológico (ou Imune)** – sistema de proteção do corpo.

Atenção !

Busquem mais informações sobre o sistema imunológico e as células que o compõem. Vejam uma compilação de informações no link: <https://www.todamateria.com.br/sistema-imunologico/>

Os sistemas imune e cardiovascular estão intimamente ligados, pois no sangue estão as células que trabalham na proteção do organismo e que são transportadas por todo o corpo. Transporte esse que também é responsável pela distribuição de nutrientes para todas as células do organismo.

Os nutrientes são captados pelo corpo através do **Sistema Digestório**. Esse sistema tem como função a conversão do alimento, ou seja, da transformação dos alimentos em nutrientes e energia química passíveis de serem usados pelo corpo do animal. Esse sistema é composto pela região da boca onde ocorre digestão mecânica do alimento com a ajuda dos dentes e digestão química (carboidrato) com a amilase salivar. A faringe e o esôfago, em seres humanos, são locais de condução do alimento. No estômago, haverá digestão química de proteínas pela pepsina. No intestino haverá digestão de carboidratos, proteínas e lipídios, mais absorção de nutrientes (intestino delgado) e absorção de água e sais minerais (intestino grosso). No reto, as fezes serão armazenadas até a eliminação pelo ânus. O fígado (mais a vesícula biliar) e o pâncreas atuam como glândulas associadas a esse sistema. O fígado produz uma substância alcalina e emulsificadores que liberados no intestino delgado, através da vesícula biliar, atuarão sobre o pH ácido do bolo alimentar proveniente do estômago e nos lipídios possibilitando sua digestão. O pâncreas auxiliará liberando amilases, proteases e lipases no intestino delgado para a digestão química de carboidratos, proteínas e lipídios, respectivamente. **Fica de olho:**

esse tema tem sido recorrente nos últimos anos do ENEM. Além disso, as mudanças nas dietas alimentares, e tipos de alimentos consumidos podem ser temas abordados no ENEM.

.....■ A depender do tipo de alimentação que você tem, ou seja, dos alimentos consumidos, podem ser observadas alterações no **equilíbrio hídrico** (de água) e **iônico** (de íons, como sódio e potássio). Esse equilíbrio será mantido pelo **Sistema Excretor**. Uma refeição com uma maior concentração de sal, pode estimular alguns receptores e um sinal indicando uma maior retenção de água e produção de uma urina hipertônica pode ser ativado. Essa é uma das formas do corpo manter a homeostase a partir de seu equilíbrio hídrico e iônico, que pode ter interferência de um estímulo interno decorrente de uma alimentação rica em sódio, como o exemplo acima, ou devido a um ambiente com uma temperatura elevada e pouca disponibilidade de água. O processo de filtração do sistema excretor está relacionado a esse equilíbrio, bem como alguns comportamentos como evitar saídas diurnas, adotados por animais que vivem em ambientes de altas temperaturas e escassez de água como a Caatinga ou o deserto. Nos seres humanos, a filtração do sangue e a eliminação das excretas (resíduos do metabolismo) são feitas pelos rins na forma de urina.

.....■ **O suor e o gás carbônico também são formas de eliminação de resíduos do metabolismo. O sistema urinário é formado por dois rins e as vias urinárias (dois ureteres, a bexiga urinária e a uretra). A unidade básica de filtração do sangue é o néfron, que é formado pelos glomérulos, cápsula glomerular e túbulo renal. A urina é formada a partir da filtração do sangue nos glomérulos, enviando água, sais minerais e outras substâncias para percorrerem o túbulo renal. Essa temática tem sido frequente nos últimos anos em provas do ENEM, estude também os hormônios relacionados a esse sistema!

.....■ Alterações ambientais, doenças e mudanças no estilo de vida são alguns dos fatores que podem afetar fisiologicamente um organismo. Atente-se a isso e reconheça as possíveis conexões que existem - isso fará a diferença para o momento de interpretação das questões na prova!

.....■ A Figura 5.1 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a lembrar os conceitos mais importantes.

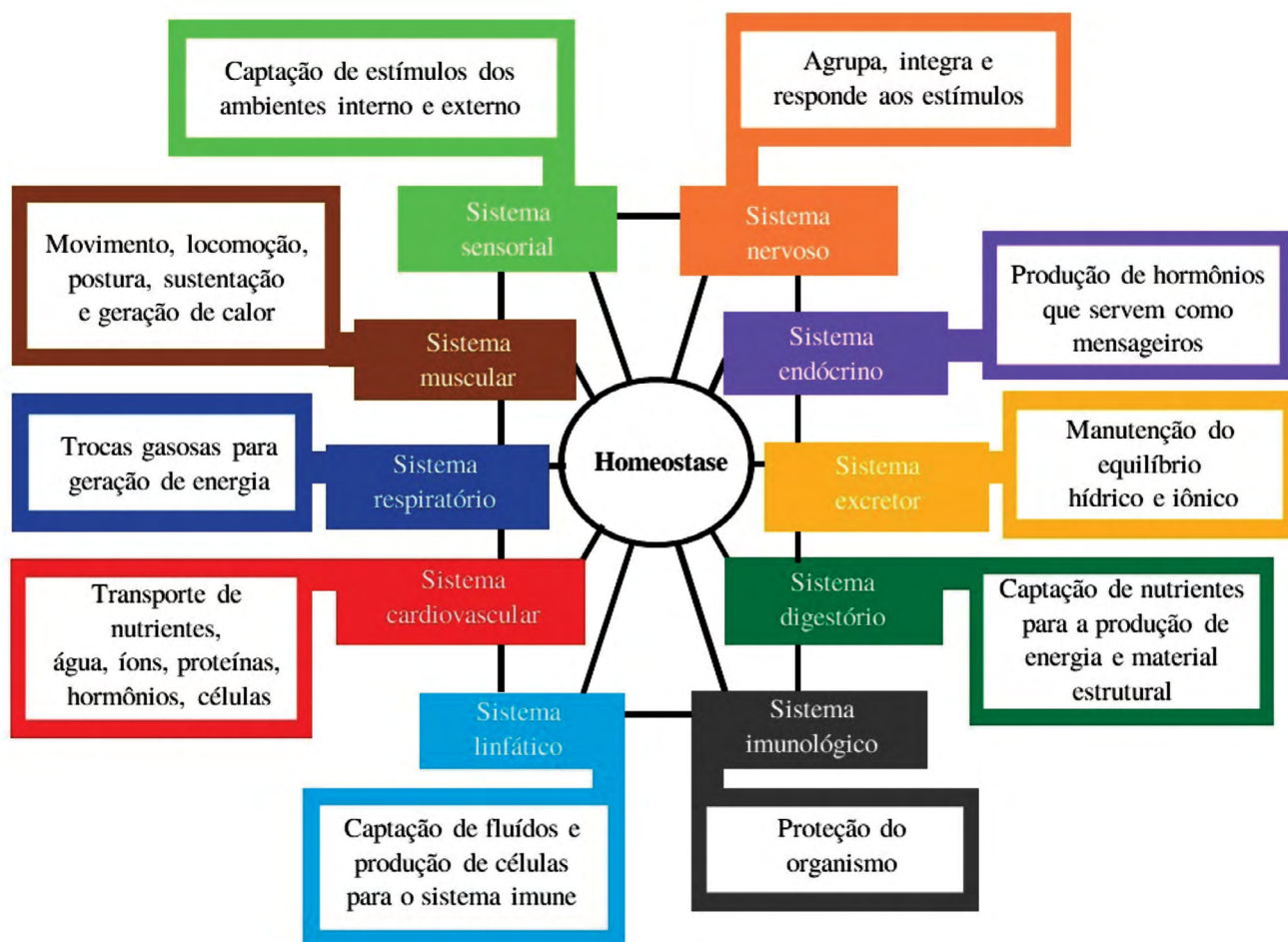


Figura 5.1 - Mapa conceitual de Fisiologia. São mostradas as funções dos sistemas: nervoso, endócrino, excretor, digestório, imunológico, linfático, cardiovascular, respiratório, muscular e sensorial. Os sistemas fisiológicos são integrados e trabalham em conjunto para a manutenção da homeostase, ou seja, o equilíbrio corporal interno.

Questões comentadas

1. (ENEM 2017) Pesquisadores criaram um tipo de plaqueta artificial, feita com um polímero gelatinoso coberto de anticorpos, que promete agilizar o processo de coagulação quando injetada no corpo. Se houver sangramento, esses anticorpos fazem com que a plaqueta mude sua forma e se transforme em uma espécie de rede que gruda nas lesões dos vasos sanguíneos e da pele.

MOUTINHO, S. Coagulação acelerada. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 19 fev. 2013 (adaptado).

Qual a doença cujos pacientes teriam melhora de seu estado de saúde com o uso desse material?

- a) Filariose.
- b) Hemofilia.
- c) Aterosclerose.
- d) Doença de Chagas.
- e) Síndrome da imunodeficiência adquirida

COMENTÁRIO: A resolução dessa questão se baseia no conhecimento referente às doenças indicadas nas alternativas. Hemofilia, que consiste em uma doença hereditária que compromete a capacidade do corpo de formar coágulos sanguíneos, necessário para estancar hemorragias. Para lembrar sobre as outras doenças, volte na nossa aula de Fisiologia no Youtube! **Alternativa correta: B.**

2. (ENEM 2011) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque:

- a) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- b) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- c) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- d) possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- e) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

COMENTÁRIO: Na resolução dessa questão, é importante ter em mente como funciona o sistema imune e principalmente qual a funcionalidade de uma vacina. As vacinas são desenvolvidas para estimular a produção de anticorpos pelo organismo, fazendo com que este se torne imune ao agente causador da doença, que é diferente de um soro em que o anticorpo já age efetivamente na neutralização de uma toxina imunizando o organismo de forma passiva. **Alternativa correta: E.**

3. (ENEM 2019) Recentemente um grupo de biólogos descobriu um animal que vive em uma região extremamente árida no território brasileiro. Fizeram a coleta do sangue e da urina desse animal e observaram que sua urina apresenta uma concentração hipertônica em relação ao sangue.

Que adaptação desse animal lhe permite viver na região citada?

- a) Diminuição da transpiração.
- b) Eliminação de fezes hidratadas.
- c) Predominância de hábitos diurnos.
- d) Eliminação de muita água na urina.
- e) Excreção de amônia como produto nitrogenado.

COMENTÁRIO: O importante de se atentar nessa questão é a alternativa que possibilita retenção de água no corpo, pois esta retenção será um dos motivos da urina hipertônica. **Alternativa correta: A.**

Referências

HILL, R.W.; WYSE, G.A.; ANDERSON, M. **Fisiologia Animal**. 2. Artmed Editora, 2013.

LIEM, K. F.; BEMIS, W. E.; WALKER JR, W. F.; GRANDE, L. **Anatomia Funcional dos Vertebrados**: uma perspectiva evolutiva. 3. Editora São Paulo. Cengage Learning, 2012.

MOYES, C. D.; SCHULTER, P. M. **Princípios de fisiologia animal**. 2. Editora Porto Alegre: Artmed, 2010.

SANTOS, V. S. **Fisiologia** [S.I.]. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia>>. Acessado em 02 de novembro de 2020.

SANTOS, V. S. **Fisiologia nas provas do ENEM**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/fisiologia-nas-provas-enem.htm>>. Acessado em 02 de novembro de 2020.

Capítulo 6

O que os olhos não veem, o nosso corpo sente: microrganismos e doenças associadas

• Amanda Andrade do Rosário • Jeferson Santana dos Santos •

6.1 Introdução

Microrganismos são organismos muito pequenos que, em geral, somente podem ser visualizados com o uso de um microscópio. Algumas espécies são bastante conhecidas dos seres humanos pela sua aplicabilidade e benefícios. Existem aquelas que são responsáveis pela regulação do pH vaginal, como também pela fermentação de pães e bebidas. Outras espécies auxiliam na nossa digestão e até na prevenção de infecções intestinais e cutâneas. Contudo, existem aquelas que são patogênicas (ou seja, produzem infecção ou doenças infecciosas) e são elas que trabalharemos neste capítulo, incluindo doenças como as viroses, bacterioses, protozooses e verminoses.

Não se esqueça!

Vetor: aquele que transmite o patógeno; Agente etiológico: quem causa a doença; Profilaxia: medidas de prevenção; Hospedeiro: aquele que se infecta com o agente etiológico.

Nós podemos classificar as doenças quanto à origem de sua infecção, podendo elas serem congênicas, adquiridas ou hereditárias. As de origem **congênita** são aquelas que ocorrem durante a formação do feto, as **adquiridas** surgem após o nascimento em qualquer momento da vida devido, por exemplo, às infecções, já as **hereditárias** são caracterizadas pela informação contida em nossos genes e que são transmitidas geração após geração. Se pensarmos em uma classificação quanto ao número de casos, podemos classificá-las em **surto**, quando há um crescimento abrupto de infectados em um curto período de tempo e limitado a uma região específica e **endemias**, quando a doença ocorre frequentemente e com incidência significativa em uma dada região. Mas, e a **epidemia**? Podemos classificar uma doença desta forma quando o número de casos aumenta em diferentes regiões. Por fim, a **pandemia**, tão citada no ano de 2020, é classificada quando determinada doença atinge números altos de infectados em diversos países e continentes.

Não se esqueça!

Tão importante quanto conhecer a classificação das doenças é entender formas de prevenção, e uma delas é através da imunização. As principais formas de imunização contra bacterioses e viroses são as vacinas, que atuam estimulando a produção de anticorpos específicos. Diferentemente, o soro não atua na prevenção, mas sim na cura, uma vez que já contém os anticorpos prontos para neutralizar os antígenos. Para mais detalhes, revise o Capítulo IV, no item 4.3.1.

6.2 Víruses

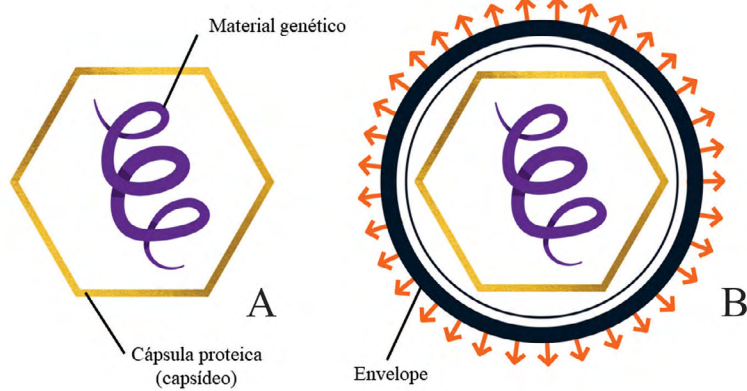


Figura 6.1 - Esquema de um vírus não envelopado (A) e de um vírus envelopado (B), indicando suas estruturas.

O termo **vírus** é derivado do latim e significa veneno, fazendo jus à sua capacidade infecciosa. São microrganismos simples, acelulares e parasitas intracelulares obrigatórios, ou seja, necessitam de um hospedeiro para sua reprodução. Os vírus são constituídos basicamente por moléculas de **DNA** e/ou **RNA** envolvidos por uma capa proteica chamada **capsídeo**. Alguns vírus como o SARS-CoV-2 e o HIV possuem ainda um **envelope** lipoproteico, derivado da membrana da célula hospedeira (**Figura 6.1**).

Zika, dengue, chikungunya: classificadas como arboviroses, são causadas por arbovírus do gênero *Flavivirus* e transmitidas por mosquitos, se destacando no Brasil o vetor *Aedes aegypti*. Os sintomas incluem febre, dor atrás dos olhos, coceira, manchas vermelhas na pele, dores musculares, fadiga e distúrbios gástricos. A profilaxia é o combate ao vetor, eliminando focos de água parada. O tratamento é sintomático, além de repouso e ingestão de líquidos.

.....■ **Febre amarela:** também é uma arbovirose e tem como vetor o mosquito *Aedes aegypti* em ambiente urbano e também mosquitos do gênero *Haemagogus* em ambiente silvestre. Os sintomas incluem febre, calafrios, náuseas, vômitos, dores de cabeça e icterícia (pele amarelada), fazendo jus ao nome da doença. Para esta doença, existe a vacina como profilaxia, além do combate aos focos de água parada.

.....■ **Viroses respiratórias:** cerca 50% dos **resfriados** são causados pela espécie de vírus *Rhinovirus*, 15% por coronavírus e 45% por outros. Se comparados à **gripe**, seus sintomas são bem mais leves, tais como febre, coriza, dores no corpo e fraqueza. Por sua vez, as gripes são causadas por diversas variedades do gênero *Influenzavirus*, já existindo algumas vacinas. Em alguns indivíduos como crianças, idosos ou pessoas com imunidade debilitada, o quadro pode evoluir para **pneumonia**. Algumas linhagens de vírus aqui citados também podem desencadear a **síndrome respiratória aguda grave**, como é o caso do SARS-CoV-2. Como a principal forma de transmissão é o ar e o contato com gotículas de fluidos orais e nasais, evitar lugares com pessoas infectadas e lavar as mãos com água e sabão frequentemente constituem atitudes básicas de prevenção.

.....■ **AIDS:** a síndrome da imunodeficiência adquirida é causada pelo vírus da imunodeficiência humana, o HIV. Ele atua infectando e destruindo os linfócitos T CD4+, células especializadas no comando de defesas do corpo, deixando seu hospedeiro vulnerável a diversas doenças oportunistas. O contágio pode ocorrer pelo compartilhamento de drogas injetáveis, de mãe para filho, e principalmente por relação sexual desprotegida. A profilaxia básica ainda é o uso de preservativo, podendo ser combinada com a Profilaxia Pré-Exposição (PrEP) ou a Profilaxia Pós-Exposição (PEP).

Importante!

Nem toda infecção se caracteriza como doença. Por exemplo, o indivíduo pode ser soropositivo (portador do HIV) e não desenvolver a AIDS. Neste sentido, adota-se o termo IST (infecção sexualmente transmissível) ao invés de DST (doença sexualmente transmissível).

6.3 Bacterioses

As bactérias são organismos procarióticos, unicelulares e possuem uma imensa diversidade metabólica (ou seja, muitas formas de transformações das substâncias químicas em seu interior). Esse fato justifica sua importância no meio ambiente, seja na fotossíntese, na decomposição da matéria orgânica, na manutenção da fertilidade do solo ou no controle biológico de outras espécies. Além disso, uma gama de espécies é utilizada na indústria de bebidas, alimentícia, farmacêutica e há também diversas outras aplicações na biotecnologia.

Dentre a grande diversidade morfológica das bactérias, podemos observar em detalhes um exemplo estrutural na **Figura 6.2**. As bactérias são dotadas de **ribossomos** e uma molécula de **DNA circular**, podendo também portar moléculas menores de DNA circular chamadas de **plasmídeos**, envolvidos na resistência a antibióticos. Além da **membrana plasmática**, as bactérias podem apresentar outros envoltórios como **parede celular** de peptidoglicano (conjunto de açúcares e aminoácidos), que confere o formato e proteção. Há, ainda, uma **cápsula** mais externa relacionada à retenção de água e à resistência a agentes antibacterianos.

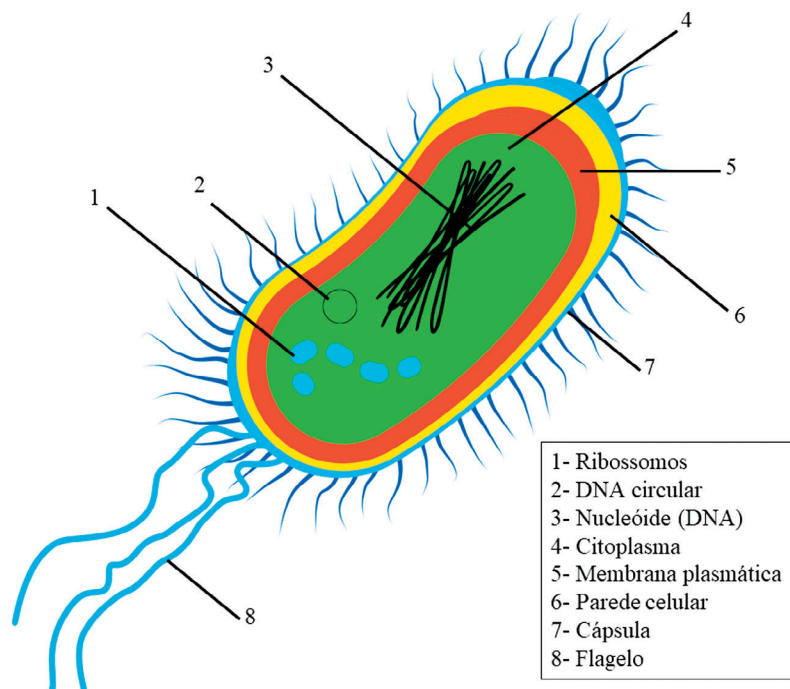


Figura 6.2 - Estrutura de uma bactéria.

A maioria das bactérias se reproduz assexuadamente por **fissão binária**, originando duas células filhas iguais à parental. No entanto, algumas podem realizar **brotamento**, surgindo um broto na parede celular que aumenta de tamanho e se destaca dessa parede. Por se reproduzirem muito rápido, algumas espécies patogênicas potencializam sua capacidade de infecção, visto que conseguem colonizar rapidamente o hospedeiro. No **quadro 1**, encontramos algumas infecções e todas elas podem ser tratadas com **antibióticos**.

Quadro 1: Bacterioses humanas, seu agente etiológico e profilaxia.

Doença	Agente etiológico	Profilaxia
Gonorreia	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Uso de preservativos durante o ato sexual
Clamídia	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Uso de preservativos durante o ato sexual
Sífilis	<i>Treponema pallidum</i>	Uso de preservativos durante o ato sexual
Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Vacina BCG
Leptospirose	<i>Leptospira interrogans</i>	Combate aos vetores e medidas de saneamento básico
Tétano	<i>Clostridium tetani</i>	Vacina
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Vacina, medidas básicas de higiene e saneamento básico

6.4 Protozooses

As protozooses são doenças causadas por protozoários, microrganismos eucarióticos, heterotróficos e unicelulares pertencentes ao Reino Protista. A maioria destes organismos apresenta hábito de vida livre, sendo comumente encontrados em ambientes aquáticos salobres, dulcícolas ou marinhos, mas podem também estabelecer comportamento parasitário.

Uma das classificações dos protozoários é feita a partir da sua forma de locomoção com quatro grupos: os **ciliados**, que se locomovem através de numerosas e pequenas projeções em sua membrana (os cílios); os **flagelados**,

que contam com o auxílio de um flagelo (apêndice móvel com forma de chicote) que permite sua movimentação em ambientes aquosos; os **rizópodes**, que locomovem-se através de pseudópodes ou “falsos pés”; e, por fim, os **esporozoários**, que são parasitas de animais e não possuem estruturas de locomoção. A reprodução da maioria dos protozoários é assexuada por divisão binária, mas alguns realizam reprodução sexuada.

A morfologia de um protozoário inclui organelas que atuam no processo de reprodução, o **micronúcleo**, além do **macronúcleo** que participa ativamente do metabolismo celular. O **vacúolo contrátil** está relacionado com a regulação osmótica, enquanto os **vacúolos digestivos** estão associados ao armazenamento de enzimas lisossômicas, estruturas ilustradas na **Figura 6.3**.

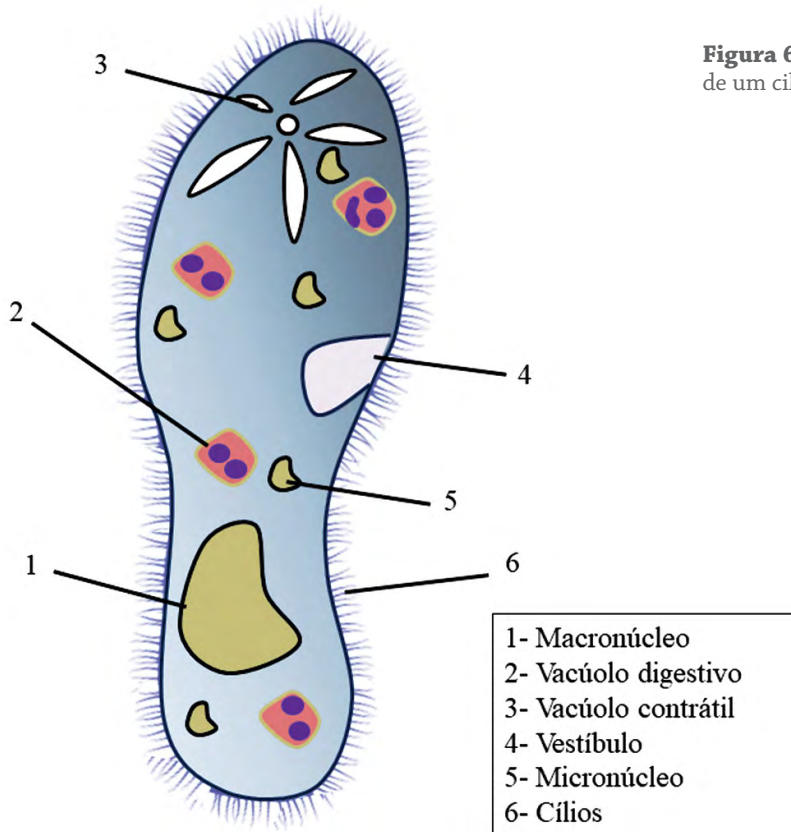


Figura 6.3 - Ilustração da estrutura de um ciliado (*Paramecium* sp.).

Alguns destes parasitas podem infectar a espécie humana, causando desordens de saúde, como apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Protozooses que podem acometer a espécie humana.

Doença	Agente etiológico	Transmissão	Profilaxia
Amebíase	<i>Entamoeba histolytica</i>	Ingestão de água ou alimentos contaminados	Saneamento básico e higiene pessoal
Giardíase	<i>Giardia lamblia</i>	Ingestão de água ou alimentos contaminados	Saneamento básico e higiene pessoal
Toxoplasmose	<i>Toxoplasma gondii</i>	Ingestão de carne crua ou de forma congênita	Higiene pessoal e cuidado com manuseio de areia de gato
Doença de chagas	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Contato das fezes de triatomíneos com a corrente sanguínea	Combate ao vetor e medidas de saneamento básico
Leishmaniose	<i>Leishmania spp.</i>	Picada de flebotomíneos	Combate ao vetor e medidas de saneamento básico
Malária	<i>Plasmodium spp.</i>	Picada de mosquitos fêmeas do gênero Anopheles	Combate ao vetor, uso de telas em portas e janelas, uso de repelente
Tricomoníase	<i>Trichomonas vaginalis</i>	Relação sexual	Uso de preservativos durante o ato sexual

6.5 Verminoses

As verminoses são enfermidades decorrentes da infecção por vermes, sendo estes, animais que apresentam corpo longo e mole. Dependendo da morfologia externa, podemos agrupar os vermes em **nematelmintos** ou **platelmintos**. Os nematelmintos são aqueles de corpo cilíndrico, não segmentado e com sexos separados. Já os platelmintos são achatados dorsoventralmente, lembrando o formato de uma fita, e muitas vezes são hermafroditas (contém ambos os sexos).

.....■ **Teníase e Cisticercose:** a teníase é adquirida a partir da ingestão de carne de porco ou boi mal cozida ou mal assada, contendo cisticercos (bolsa de ovos) dos platelmintos das espécies *Taenia solium* ou *Taenia saginata* respectivamente. Após a ingestão, o cisticerco fica no intestino delgado, se desenvolve em uma tênia e provoca dores abdominais, insônia, perda de peso, diarreia etc. Quando ocorre a ingestão direta dos ovos de *T. solium* através do contato de mão sujas de fezes com a boca ou de alimento que tenha sido lavado com água contaminada, esses ovos eclodem em larvas que alcançam a corrente sanguínea e podem atingir o sistema nervoso central e o cérebro, onde se comportam de forma mais grave, sendo denominada cisticercose. Neste caso, o paciente sofre com dores de cabeça, convulsões e pode até vir a óbito.

.....■ **Esquistossomose:** conhecida por barriga d'água ou doença do caramujo, é causada pelo platelminto da espécie *Schistosoma mansoni*. Neste caso, existe um hospedeiro intermediário, que é o caramujo do gênero *Biomphalaria*, encontrado em ambiente aquático. A infecção ocorre a partir do contato com água contendo as larvas cercárias (ingerindo-as, lavando roupas, tomando banho etc.). Essas larvas penetram pela pele ou mucosas provocando coceira no local de penetração. A profilaxia é feita pela mobilização comunitária e saneamento básico, além do tratamento dos infectados impedindo, assim, a disseminação da doença.

.....■ **Ascariíase:** a famosa lombriga pode acometer os humanos através da ingestão de ovos do parasita nematoide *Ascaris lumbricoides* advindos do solo, verduras e legumes lavados com água contaminada. No trato digestório do hospedeiro, as larvas podem atingir a corrente sanguínea, chegando ao fígado, coração e pulmões. Como sintomas característicos tem-se dores abdominais, náuseas e manchas brancas na pele. De maneira geral, a profilaxia é feita a partir de medidas educativas sobre higiene básica.

.....■ **Ancilostomose:** causada pelos *Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus*, vermes nematelmintos, é conhecida por amarelão ou doença do Jeca Tatu. A infecção ocorre através da penetração das larvas na pele do hospedeiro, chegando ao intestino delgado onde atingem a maturidade sexual e passam a produzir milhares de ovos por dia. Os sintomas mais comuns são anemia e insuficiência cardíaca, podendo levar a quadros mais graves, como hemorragia e pneumonite. Como medida profilática, é importante educação em saúde e cuidados com higiene básica, como lavar as mãos antes de refeições.

.....■ **Enterobiose:** bastante conhecida pelo prurido e irritação na região anal, é causada pelo verme nematoide *Oxyurus vermicularis*, através da infecção fecal-oral. Pode ocorrer auto-infecção direta ou indireta. No primeiro caso, ocorre diretamente do ânus para a boca e no segundo caso, ocorre através da ingestão de ovos presentes na poeira ou em alimentos contaminados. As medidas profiláticas envolvem principalmente a lavagem correta das mãos, frutas e verduras, além da troca de roupas íntimas e roupa de cama.

.....■ **Elefantíase:** também conhecida por filariose, tem os mosquitos do gênero *Anopheles* e *Culex* como vetores e o nematoide *Wuchereria bancrofti* como agente etiológico. Caracteriza-se pelo inchaço nas pernas, seios ou escroto, que se dá pelo acúmulo de líquidos na presença do verme nos vasos linfáticos (vasos de defesa do organismo). Além destes sintomas, podem ocorrer alergias, mialgia e fotofobia. A medida profilática envolve o vetor e, por isso, o uso de repelente e telas nas portas e janelas é indispensável.

.....■ A Figura 6.4 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a relembrar os conceitos mais importantes.

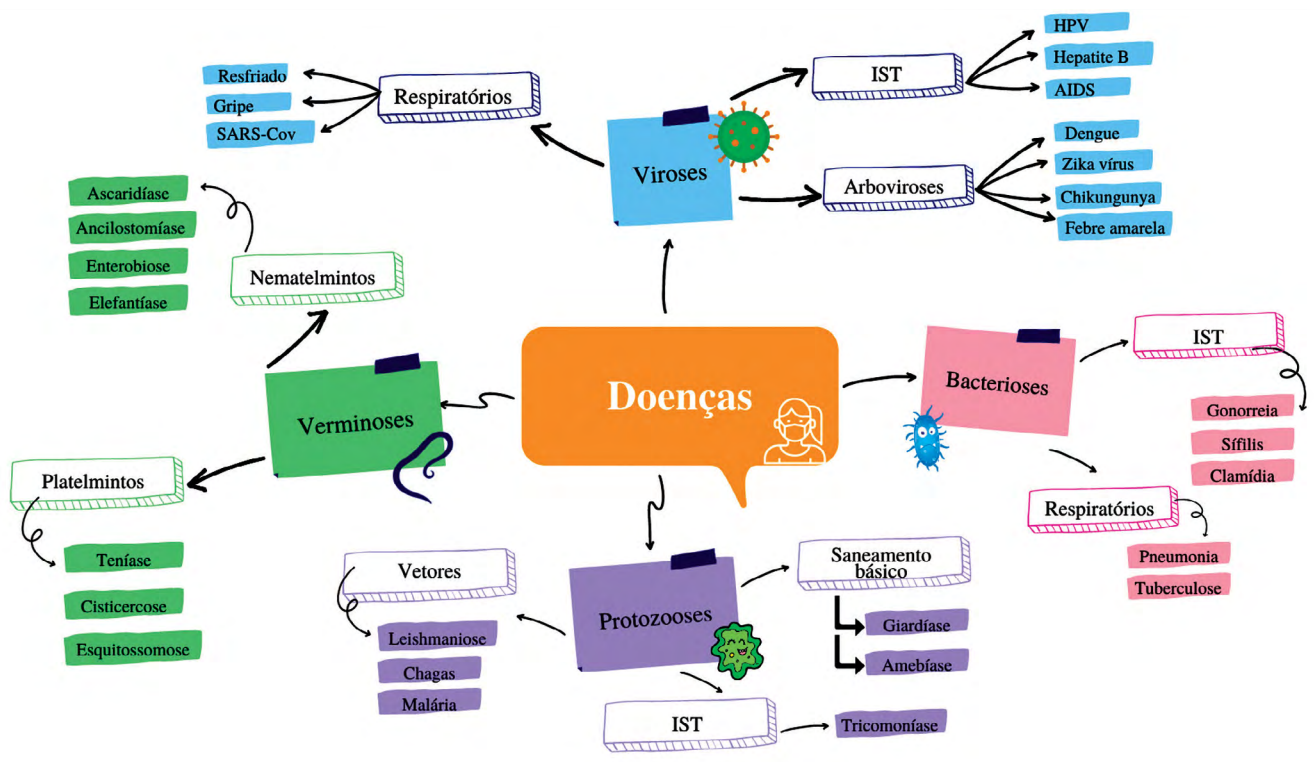


Figura 6.4 - Mapa mental sobre microrganismos e doenças.

III Questões comentadas:

1. (ENEM 2011) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis. A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infecto-contagiosas aumenta a imunidade das pessoas por que:

- a) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- b) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- c) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- d) possui células como linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- e) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

COMENTÁRIO: A vacina contém antígenos que, quando em contato com nosso corpo, estimulam a imunidade ativamente induzindo à produção de anticorpos específicos. **Alternativa correta: E.**

2. (ENEM 2018) Uma idosa residente em uma cidade do interior do país foi levada a um hospital por sua neta. Ao examiná-la, o médico verificou que a senhora apresentava um quadro crônico de edema linfático nos membros inferiores e nos seios, concluindo ser um caso de elefantíase ou filariose linfática. Preocupada com a possibilidade de adquirir a mesma doença, a neta perguntou ao médico como era possível se prevenir. Qual foi a orientação dada à jovem pelo médico?

- a) Usar repelentes e telas em janelas, já que a doença é transmitida por mosquito.
- b) Evitar nadar em rios, lagos e lagoas da região, já que a doença é transmitida pela água contaminada.
- c) Evitar contato com animais de zoológicos, uma vez que se trata de uma zoonose veiculada por grandes mamíferos.

- d) Realizar exames médicos periódicos para detectar precocemente a doença, já que se trata de uma enfermidade hereditária.
- e) Manter uma dieta balanceada e prática regular de atividades físicas, uma vez que a doença está associada ao sedentarismo.

COMENTÁRIO: A filariose ou elefantíase é uma verminose causada pelo agente etiológico *Wuchereria bancrofti* através da picada de mosquitos do gênero *Anopheles* e *Culex*. Pelo vetor ser um inseto, a principal medida profilática é o uso de repelentes, telas e mosquiteiros. **Alternativa correta: A.**

III Referências

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**, 2º ano. São Paulo: Editora Moderna, 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**, volume 2. São Paulo: Saraiva, 2016.

OGO, M.; GODOY, L. **Contato Biologia**, 2º ano. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia**. 12ª Edição. Artmed Editora, 2016.

Capítulo 7

Biomassas brasileiras

• Larissa Queiroz • Rafael Pereira •

7.1 Introdução

É provável que vocês já tenham ouvido falar sobre os **biomas**, mas, você sabe explicar o que é um bioma? A palavra bioma significa “grupo de vida” (*bio*= vida e *oma*= grupo) e foi utilizada pela primeira vez pelo ecólogo Frederic Clements (1874-1945). Contudo, o conceito de bioma sofreu modificações ao longo dos anos. Segundo Coutinho (2006) um bioma pode ser conceituado da seguinte forma:

“[...] Um bioma é uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria.”

.....■ Desta forma, um bioma é caracterizado por uma série de fatores que englobam **aspectos bióticos** e **abióticos**. Além desses fatores, as **relações humanas** - sociais e culturais - estabelecidas neste ambiente também serão importantes para os biomas, uma vez que pode impactar (positiva ou negativamente) essas áreas.

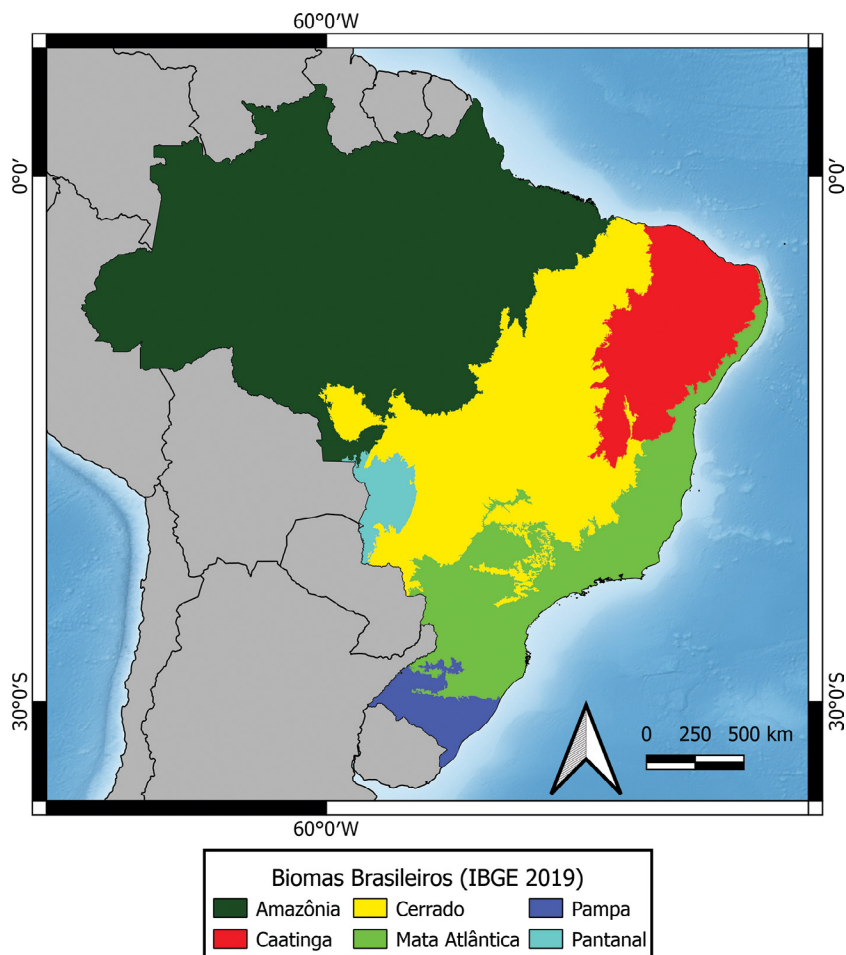
.....■ Muito já se fala acerca da existência da “**crise de extinção**” tendo como foco as espécies biológicas. Entretanto, muitos pesquisadores destacam a existência de uma crise mais ampla, chamada de “**crise dos biomas**”. Esta requer uma maior atenção, uma vez que provoca a **perda de habitats**, o que pode culminar no maior número de extinção de espécies.

.....■ Em se tratando do Brasil, há áreas naturais em estado crítico ou ameaçadas, principalmente nos biomas **Mata Atlântica** e **Cerrado**, por sofrerem com grande pressão antrópica (ou seja, devido ao uso e exploração pelo homem). É importante salientar que esses biomas são classificados como **hotspot de biodiversidade**¹ e que possuem muitas espécies endêmicas (espécies que

¹Hotspot de biodiversidade são áreas com grande diversidade, um alto número de espécies endêmicas e que possui um alto grau de ameaça. Para tal, é preciso obedecer a dois critérios básicos: 1. Abrigar, no mínimo, 1.500 espécies de plantas endêmicas e 2. ter perdido mais de ¾ de sua vegetação original.

só ocorrem neste ambiente), o que significa que a degradação desses biomas ocasiona a perda definitiva dessas espécies. Neste capítulo apresentaremos os biomas brasileiros, seguindo a classificação proposta pelo IBGE e o MMA: **Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa** (Figura 7.1).

Figura 7.1 - Biomas Brasileiros seguindo a classificação proposta pelo IBGE.



7.2 A influência do clima na formação dos biomas

Vimos que vários fatores são essenciais para a formação de um bioma, dentre estes fatores, daremos destaque aqui ao **macroclima** e às **zonas climáticas**. O clima se refere às condições atmosféricas de longo prazo numa determinada área, como por exemplo: precipitação (chuva), luz solar, temperatura e velocidade do vento. Sendo assim, o clima irá influenciar em fatores -

temperatura, nível de umidade, energia e disponibilidade de nutrientes - que são relevantes para determinar os organismos que vivem em uma região.

Há uma variação na quantidade de energia solar recebida por unidade de área e tempo nas diferentes regiões na Terra. Desta forma, as regiões mais próximas à **Linha do Equador** (linha imaginária ao redor do meio do planeta Terra) recebem mais insolação que as regiões polares (nas extremidades) do planeta. Isso significa que as zonas equatoriais ou tropicais são mais ensolaradas e quentes, enquanto as polares são mais frias. Essas condições irão influenciar na distribuição das espécies no planeta. Nas Zonas Polares Norte e Sul do planeta, por exemplo, temos espécies que possuem adaptações para viver em climas frios. Todas essas mudanças irão formar áreas com condições ecológicas próprias - os biomas. No mundo há sete principais biomas catalogados: **Tundra, Taiga, Floresta Temperada, Floresta Tropical, Savanas, Pradaria e Deserto** (veja na **Figura 7.2** os Paralelos, Zonas Climáticas e Biomas do planeta Terra).

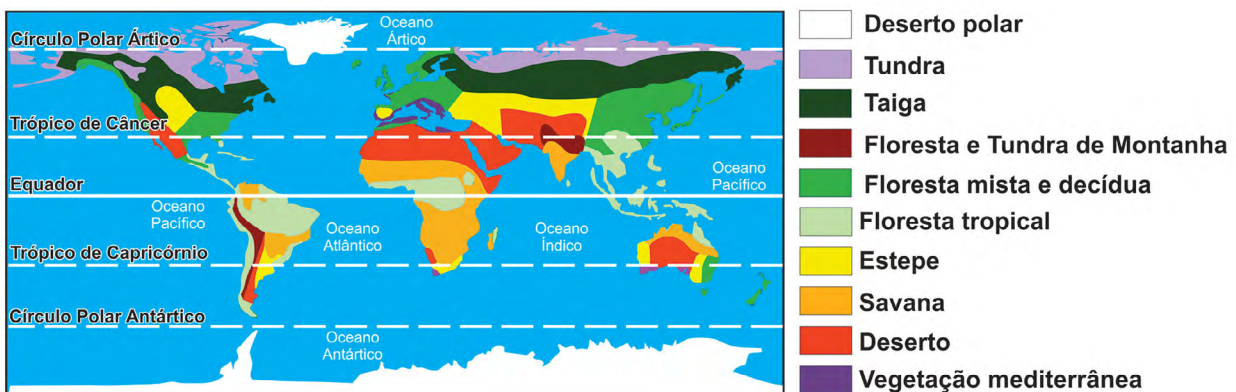
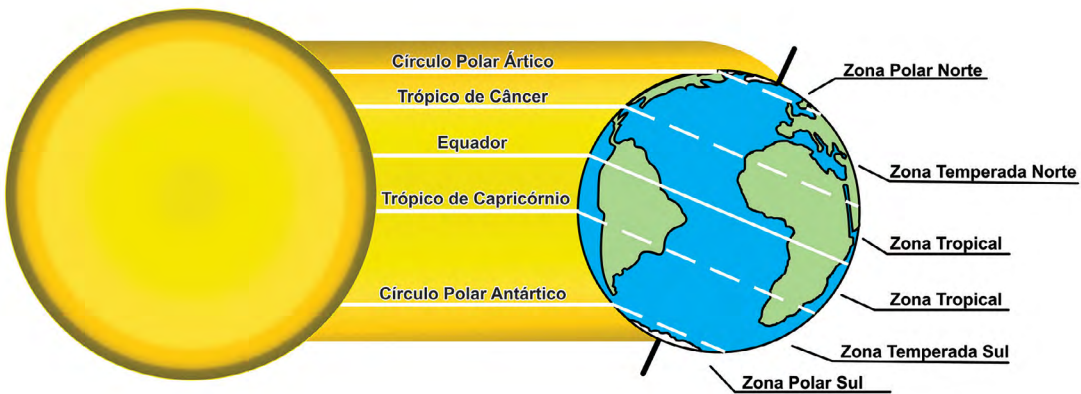


Figura 7.2 - Paralelos, Zonas Climáticas e Biomas do planeta Terra.

7.3 Os Biomas Brasileiros

7.3.1 Amazônia

O bioma Amazônia (Floresta Tropical Fluvial) é o maior bioma terrestre do Brasil e a maior floresta tropical do mundo, com extensão de mais de 4 milhões de km², abrigando mais de 1/3 de todas as espécies do nosso planeta. A Amazônia se distribui em nove países da América do Sul, sendo 60% da floresta pertencentes ao Brasil e cobrindo aproximadamente 40% do nosso país (**Figura 7.1**). No Brasil, este bioma abrange nove estados. Possui temperatura média anual de 24 a 26 °C e abundância de chuvas tendo precipitação média de 2300 mm/ano. Além de abrigar elevada biodiversidade, a Amazônia abrange a maior **bacia hidrográfica** do mundo, a **Bacia Amazônica**, que detém 20% da água doce do planeta, sendo o Rio Amazonas o principal e maior em volume de água do mundo.

Estimativas indicam que a Amazônia tem cerca de 30 milhões de espécies animais e muitas dessas ainda não foram catalogadas. Os principais animais vertebrados representantes são a onça-pintada, o boto-cor-de-rosa, a arara-azul e o peixe-boi amazônico. A vegetação é densa com árvores altas que formam uma mata fechada. As árvores apresentam folhas largas e grandes (denominada vegetação latifoliada), que são adaptadas ao clima úmido e quente, e plantas perenes, ou seja, que mantêm suas folhas durante todo o ano (denominada vegetação perenifólia).

A Amazônia é considerada peça-chave no equilíbrio do clima de boa parte da América do Sul. A umidade do ar da Amazônia é de grande importância para outras regiões do Brasil pois a massa de ar úmido forma os **rios voadores** (cursos de água atmosféricos) que são carregados pelos ventos e produzem chuvas no Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país.



Você Sabia?

Rios aéreos ou voadores são “cursos de água atmosféricos” decorrentes da transpiração da Floresta Amazônica, que forma massas de ar carregadas de vapor de água, geralmente acompanhada de nuvens, e são carregados pelos ventos. Essas correntes de ar invisíveis transportam enormes quantidades de vapor de água por vias aéreas, um fenômeno que tem um impacto significativo no clima do Brasil. Mais detalhes em: www.riosvoadores.com.br/

.....■ O bioma Amazônia apresenta 10% de área protegida, porém sofre constantes ameaças em razão das ações antrópicas como queimadas, desmatamento (para extração de madeira e para a abertura de áreas para a agropecuária), mineração, biopirataria (exploração ilegal de recursos naturais) e construção de obras de infraestrutura (por exemplo, rodovias e hidrelétricas). Assim, cuidar e proteger a floresta e sua biodiversidade é de suma importância para a manutenção do clima estável e da saúde ambiental do nosso planeta, imprescindível para a nossa existência.

7.3.2 Mata Atlântica

.....■ O bioma **Mata Atlântica** (Floresta tropical pluvial) se estende desde o Rio Grande do Norte, no nordeste do país, até o Rio Grande do Sul, na região sul, compreendendo a região costeira e ocupando 13% do território nacional (**Figura 7.1**). É composto por variados ecossistemas florestais que se assemelham aos ecossistemas amazônicos. O bioma é um dos mais devastados do país e atualmente conta com menos 9% da sua distribuição original, que era de 1 milhão de km², devido, principalmente, à ocupação antrópica e exploração desordenada dos recursos naturais. Assim como o bioma Amazônia, este bioma é bastante rico em recursos hídricos, compreendendo sete bacias hidrográficas das nove existentes no Brasil.

.....■ Devido à sua alta biodiversidade, alta taxa de endemismo e elevada ameaça, a Mata Atlântica é considerada um dos *hotspots* de biodiversidade do nosso planeta. Os principais representantes animais vertebrados da fauna são a onça-pintada e o mico-leão-dourado. Grande parte dos animais desse bioma estão sob ameaça de extinção. A flora da Mata Atlântica possui aproximadamente 20 mil espécies, sendo 8 mil endêmicas. Cerca de 55% das plantas arbóreas e 40% das plantas não arbóreas presentes no bioma são exclusivas, só sendo encontradas na Mata Atlântica.

.....■ O bioma Mata Atlântica é extremamente importante em termos de biodiversidade e recursos naturais como a água. Devido à sua extensão e por estar principalmente na região costeira, esse bioma sofre a exploração e ocupação do homem desde o período de colonização do Brasil. O desmatamento é consequência principalmente de atividades agrícolas de reflorestamento homogêneo (ou seja, plantio de poucas espécies com finalidade comercial, como o *Pinus* para a exploração de madeira e o eucalipto principalmente para produção

de papel, carvão e madeira) e da urbanização (crescimento das cidades). Esses processos ocasionaram devastação de mais de 90% da extensão deste bioma. A Mata Atlântica está fragmentada em **ilhas de biodiversidade** (pequenas áreas com espécies vegetais e animais nativas) e, atualmente, as **Unidades de Conservação** (áreas com características naturais relevantes, criadas e protegidas pelo Poder Público) correspondem a 2% da área original remanescente.

7.3.3 Pantanal

O Bioma **Pantanal** (Savana estépica) é uma das planícies mais alagadas do planeta com cerca de $\frac{3}{4}$ da sua área alagada no período de cheia. Abrange estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, se estendendo por 250 mil km², dos quais 140 mil km² estão no Brasil (cerca de 2% do território nacional) (**Figura 7.1**). A temperatura média anual gira em torno de 25° C, porém apresenta grande amplitude térmica, alcançando temperaturas máximas de até 40 °C e mínimas próximas a 0 °C. É um bioma que apresenta elevada biodiversidade, porém que vem sofrendo grandes ameaças decorrentes de ações antrópicas. O bioma abrange a bacia hidrográfica do Rio Paraguai e, no período das cheias, boa parte da planície fica alagada por conta do solo que não é capaz de absorver toda a água.

A fauna do Pantanal tem uma característica bastante incomum pois espécies típicas de outros biomas também são encontradas no Pantanal. Além das espécies de outros biomas, a fauna possui uma elevada riqueza de espécies. Como a água é abundante, os peixes são numerosos (há aproximadamente 300 espécies de peixes). A flora pantaneira conta com mais de duas mil espécies de plantas. Porém, assim como a fauna, a flora do Pantanal é composta por diversas espécies de outros biomas, tendo poucas espécies endêmicas. Os corpos d'água geralmente apresentam matas ciliares (floresta mais densa). Mas, no geral, a vegetação é aberta e varia conforme o relevo.

O Pantanal sofre influência de outros biomas, como a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica e, assim como outros biomas brasileiros, o Pantanal sofre com o desmatamento e a fragmentação (divisão e modificação de áreas). Dentre os principais problemas ambientais estão a pecuária extensiva (criação, domesticação e reprodução de animais), a produção de carvão com destruição da vegetação nativa, a pesca e a caça predatórias, e o garimpo de ouro e pedras preciosas. Além desses problemas recorrentes, as queimadas aumentaram 210% em 2020 em comparação com 2019. Temos experimentado estações secas mais severas no

Brasil, causando focos naturais de queimadas, em trechos isolados, com a atuação dos ventos e tempo seco. O aumento considerável dos focos em grandes áreas leva a crer que esses focos sejam causados pela ação humana com objetivo de limpar a vegetação e desenvolver áreas para pastos e lavouras (para a agricultura).

7.3.4 Cerrado

O bioma **Cerrado** (Savana) se configura como o segundo maior bioma do país. Ocorre desde o estado do Piauí até o Mato Grosso do Sul e abrange aproximadamente 2 milhões de km² (cerca de 25% do território brasileiro) (**Figura 7.1**). O Cerrado inclui os **Campos Rupestres**, que são regiões com vegetação herbáceo-arbustiva (ervas e arbustos), geralmente em grandes altitudes (mais de 700 metros). Compreende três das maiores bacias hidrográficas do Brasil: Bacia do Tocantins-Araguaia, São Francisco e Prata. Conhecido como savana brasileira, o Cerrado apresenta uma rica biodiversidade e sua paisagem é caracterizada predominantemente por extensas formações savânicas, interceptadas por matas ciliares ao longo dos corpos d'água. É considerado um dos *hotspots* da biodiversidade devido à ocorrência de muitas espécies endêmicas e à elevada ameaça decorrente, principalmente, da exploração humana.

Quanto à diversidade biológica, o Cerrado é reconhecido como a savana com maior riqueza de espécies do mundo, abrigando cerca de 2,5 mil espécies animais, como o lobo-guará (que estampa a nova nota de 200 reais) e cerca de 12 mil espécies de plantas nativas, como o ipê.

O Cerrado possui clima tropical sazonal com temperatura média anual variando de 21 °C a 27 °C e média pluviométrica de 1500 mm/ano. Apresenta duas estações bem definidas e, no período seco, em alguns locais, a vegetação pega fogo espontaneamente. Esta queimada “natural” ocorre de forma regular, condicionando o ciclo de vida das espécies, principalmente vegetais, sendo que alguma dessas só florescem após o período de queimadas.

Curiosidade!

Nós poderíamos pensar: Se queima tudo, como as espécies vegetais do Cerrado sobrevivem para florescer depois? Isso acontece por conta das raízes profundas e caules subterrâneos das árvores, que garantem sua sobrevivência mesmo com a superfície do solo em cinzas.

O Cerrado caracteriza-se por apresentar diversas fitofisionomias (características vegetais de uma região) devido ao contato geográfico com outros biomas. É delimitado pela Amazônia (ao norte), Caatinga (leste/nordeste), Pantanal (sudoeste) e Mata Atlântica (sudeste) (**Figura 7.1**).

Apesar de sua importância, a devastação do Cerrado acentuou-se ao longo das últimas décadas e boa parte de sua formação original tem sido destruída. O Cerrado possui taxas de desmatamento crescentes nos últimos anos, maiores que as da Amazônia. As principais causas da devastação do Cerrado são o avanço das queimadas (em sua maioria criminosas) e a retirada das matas para a utilização do solo na agropecuária (principalmente na produção de grãos como a soja). Além disso, apenas 3% da área do Cerrado é formada por áreas protegidas, o que é considerado um índice muito baixo em relação a outros biomas, especialmente dada a importância de seus ecossistemas.

7.3.5 Caatinga

O bioma **Caatinga** (Savana estépica), nome de origem indígena que significa “floresta branca”, remete às características da vegetação ao longo da estação seca. É um bioma exclusivamente brasileiro e está situado principalmente na região nordeste, ocupando cerca de 12% do território nacional (850 mil km²). Ocorre em oito estados do nordeste e no norte de Minas Gerais (**Figura 7.1**). Apesar de ser o bioma mais árido do Brasil, não pode ser considerado um deserto, e sim um ambiente de campo seco. Seus rios são geralmente intermitentes ou temporários (secam durante um período do ano). Porém há também rios perenes nesse bioma, mesmo que poucos, como o Rio São Francisco e o Parnaíba, que nascem em outras regiões e cortam os terrenos áridos. Esses dois rios compõem e dão nome a duas bacias hidrográficas brasileiras.

Na Caatinga, o clima é quente (árido) com longa estação seca e o regime de chuvas concentrados influencia diretamente a biodiversidade. As médias de chuvas por ano são de 800 mm com duas estações bem definidas e os níveis pluviométricos diferem bastante entre as estações: no período seco não passam em média de 200 mm/ano, já no chuvoso podem alcançar 1000 mm/ano. A temperatura média anual fica entre 25° C e 30° C, com áreas castigadas pela forte insolação ao longo do período de seca.

Por muito tempo, a Caatinga foi considerada um bioma pobre em espécies. Porém, estudos recentes revelam um alto número de espécies, principalmente aquelas endêmicas. A fauna da Caatinga é rica em biodiversidade e os animais são mais ativos no período da noite devido ao clima elevado durante o dia. A vegetação da caatinga é composta por plantas xerófitas (adaptadas a ambientes com poucas chuvas e baixa umidade). As espécies vegetais desses biomas apresentam uma série de adaptações para períodos de estiagem, desde modificação de folhas (em espinhos), perda de folhas no período seco (evitando a perda de água pela transpiração), até o desenvolvimento de estruturas que permitem o armazenamento de água (por exemplo, os cactos).

A Caatinga constitui um dos biomas menos estudados e mais degradados do nosso país, com mais de 60% das áreas susceptíveis à desertificação (degradação dos solos pela seca excessiva e pela rápida perda de nutrientes). A região sofre ausência de manejo adequado do solo, monocultura (produção de apenas um tipo vegetal) e pecuária extensiva, além de inúmeras queimadas. As principais causas de desmatamento são associadas à retirada de mata nativa para a produção de lenha e carvão vegetal para fábricas gesseiras e para produção siderúrgica (de aço e ferro). Outro fato que agrava os impactos ambientais na Caatinga é a baixa ocorrência de Unidades de conservação, uma vez que apenas cerca de 8% do bioma é protegido, dos quais 1,3% se apresenta como proteção integral (aquela que não permite uso dos recursos).

7.3.6 Pampa

O nome do bioma **Pampa** tem origem indígena e designa uma região plana. Conhecido também como Campos Sulinos, ocorre apenas no Rio Grande do Sul (além de ocorrer nos países latino-americanos Uruguai e Argentina), correspondendo a apenas 2% do território nacional (cerca 170 mil km²) (**Figura 7.1**). A paisagem desse bioma é composta, em sua maioria, por campos nativos (originários nesta região) e apresenta grande biodiversidade. O Pampa compreende duas bacias hidrográficas, a Bacia Costeira do Sul e a do Rio da Prata. A hidrografia do Pampa apresenta elevados potenciais hidrelétricos e de navegação.

O clima característico é o temperado do tipo subtropical frio, com temperaturas médias em torno de 19 °C. Esse bioma apresenta uma particularidade: as quatro estações são bem definidas, tendo os verões quentes, os invernos frios e chuvas regulares durante todo o ano. É a região com a maior amplitude térmica do Brasil e, assim, é onde há maior variação de temperatura.

A fauna do Pampa é bastante diversificada, sendo aproximadamente 40% das espécies exclusivas desse bioma, tendo algumas espécies animais em risco de extinção. A vegetação deste bioma é constituída, em geral, por vegetação campestre normalmente uniforme, em sua maioria formada por espécies vegetais que podem chegar até 50 centímetros. A flora conta com cerca de 3 mil espécies com predominância de gramíneas e ocorrência de algumas espécies arbustivas, como leguminosas e cactáceas.

Na região dos Pampas, o solo é fértil e, devido a isso, estes campos foram escolhidos para o desenvolvimento de monocultura e agropecuária. Assim, grande parte desse bioma foi devastada, intensificando os processos erosivos e tornando os solos arenosos. Algumas áreas dos Pampas, devido à retirada da vegetação nativa e sua substituição por monoculturas ou pastos, estão sofrendo o processo de desertificação.

A figura 7.3 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a relembrar os conceitos mais importantes.

Definição

Uma área do espaço geográfico, com dimensões >1 milhão Km², com clima, vegetação, fauna, flora, outros organismos vivos associados e outras condições ambientais com características semelhantes

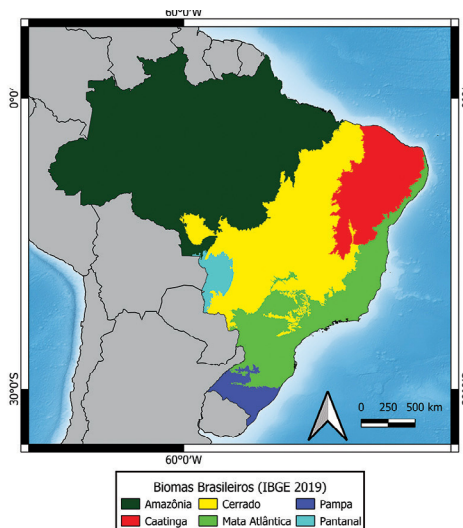
Brasil possui seis biomas:
AMAZÔNIA, MATA ATLÂNTICA, PANTANAL
CERRADO, CAATINGA e PAMPA

Cerrado

- Segundo maior bioma (25% do Brasil)
- Savana brasileira
- Elevada biodiversidade
- Nascentes dos principais rios brasileiros
- Elevado potencial hídrico
- Clima Tropical Sazonal

Caatinga

- 11% do território brasileiro
- Um dos biomas mais secos do Brasil
- Plantas xerófitas (adaptadas a seca)
- Animais adaptados semiárido e pouca água
- Rica biodiversidade endêmica



Pantanal

- Maiores planícies alagadas do planeta
- Espécies compartilhadas por outros biomas
- Influenciada pela Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica
- Bacia hidrográfica do Rio Paraguai
- Espécies adaptadas longos períodos alagados

Amazônia

- Maior floresta tropical do mundo, abrange nove países
- Compreende 1/3 da biodiversidade mundial
- Ocupa 40% do território nacional
- Floresta de vegetação densa e árvores altas
- Exerce influência sobre os biomas e o clima brasileiro

Mata Atlântica

- Compreende 13% do território brasileiro
- Desde Rio grande do Norte ao Rio Grande do Sul.
- Rico em recursos hídricos, compreendendo sete bacias
- Um dos *hotspot* de biodiversidade mundial
- Importante fonte de biológicos e serviços ecossistêmicos:
- Um dos biomas mais impactados

Pampas

- Também conhecido como Campos Sulinos
- Compreende 2% do território nacional
- A paisagem composta por campos nativos
- Elevada biodiversidade (~40% endêmicas)
- Elevado potencial hidrelétrico e de navegação

Figura 7.3 - Mapa mental sobre Biomas brasileiros.

III Questões Comentadas:

1. (ENEM 2008) As florestas tropicais estão entre os maiores, mais diversos e complexos biomas do planeta. Novos estudos sugerem que elas sejam potentes reguladores do clima, ao provocarem um fluxo de umidade para o interior dos continentes, fazendo com que essas áreas de floresta não sofram variações extremas de temperatura e tenham umidade suficiente para promover a vida. Um fluxo puramente físico de umidade do oceano para o continente, em locais onde não há florestas, alcança poucas centenas de quilômetros. Verifica-se, porém, que as chuvas sobre florestas nativas não dependem da proximidade do oceano. Esta evidência aponta para a existência de uma poderosa “bomba biótica de umidade” em lugares como, por exemplo, a bacia amazônica. Devido à grande e densa área de folhas, as quais são evaporadores otimizados, essa “bomba” consegue devolver rapidamente a água para o ar, mantendo ciclos de evaporação e condensação que fazem a umidade chegar a milhares de quilômetros no interior do continente. A. D. Nobre. Almanaque Brasil Socioambiental. Instituto Socioambiental, 2008, p. 368 (adaptado).

As florestas crescem onde chove, ou chove onde crescem as florestas? De acordo com o texto:

- a) onde chove, há floresta.
- b) onde a floresta cresce, chove.
- c) onde há oceano, há floresta.
- d) apesar da chuva, a floresta cresce.
- e) no interior do continente, só chove onde há floresta.

COMENTÁRIO: Conforme o texto, o que move o ciclo da água seria a grande “bomba biótica de umidade” mantida pela evapotranspiração da grande área de folhas da floresta. Sendo assim, regiões com densa e grande cobertura vegetal tem muita transpiração, devolvendo ao ambiente grandes quantidades de água no estado de vapor. Isso movimenta o ciclo da água, mantendo a evaporação-condensação, que acarreta chuvas. Portanto, onde há floresta, chove. **Alternativa correta: B.**

2. (ENEM 2016) A Caatinga é um ecossistema que se encontra nos lados equatoriais dos desertos quentes, com índices pluviométricos muito baixos. Chove pouco no inverno e as chuvas, quando ocorrem, acontecem no verão. Apresenta plantas semelhantes às das regiões de deserto quente, do tipo xerófitas, como as cactáceas, com adaptações às condições de escassez de água. SADAVA, D. et al. **Vida: a ciência da Biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Uma característica que permite a sobrevivência dessas plantas, na condição da escassez citada, é a presença de

- a) Caule subterrâneo.
- b) Sistema radicular fasciculado.
- c) Folhas modificadas em espinhos.
- d) Parênquima amilífero desenvolvido.
- e) Limbo foliar desprovido de estômatos.

COMENTÁRIO: Folha modificadas em espinhos. Essa modificação é uma forma de adaptação que evita a perda de água e permite que essas plantas consigam sobreviver aos períodos de secas severas característicos da Caatinga.
Alternativa correta: C.

Referências

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta botanica brasílica**, 20, 1, 13-23, 2006.

HOEKSTRA, J. M.; BOUCHER, T. M.; RICKETTS, T. H.; ROBERTS, C. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. **Ecology letters**, 8, 1, 23-29, 2005.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JENKINS, C. N.; PIMM, S. L. Definindo prioridades de conservação em um *hotspot* de biodiversidade global. *Biologia da Conservação: Essências* (CFD Rocha, HG Bergallo, MV Sluys & MAS Alves, orgs). **RiMa**, São Carlos, 41-52, 2006.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) 2020. **Biomas Brasileiros**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas.html>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

NASCIMENTO, D. T. F.; RIBEIRO, S. A. Os biomas brasileiros e a defesa da vida. **Goiania, Kelps**, 2017.

Capítulo 8

Desastres ambientais: e eu com isso?

• Allana Martins • Cecil Pergentino Fazolato •

8.1 Introdução

Biodiversidade é o termo utilizado para a variedade de organismos e de ecossistemas (interação dos seres vivos com o ambiente) nos quais estão inseridos. Essa variedade inclui organismos terrestres e aquáticos e a variação genética das populações e das espécies. A interação desses seres vivos com o ambiente em que estão inseridos gera processos ecológicos importantes para a manutenção do ambiente como um todo. Muitos desses processos configuram os **Serviços Ecossistêmicos**, que nada mais são do que os serviços naturais que obtemos, direta ou indiretamente, dos ecossistemas. Além de contribuir para o bem estar e manutenção da vida na terra, os Serviços Ecossistêmicos também possuem importância para a economia global. São exemplos de Serviços Ecossistêmicos: alimentos, matéria-prima (por exemplo, carvão, madeira e biomassa), água potável, formação de solos, dentre outros.

Algumas ações dos seres humanos causam danos significativos às espécies e ecossistemas, podendo causar a **extinção de espécies** e o **desequilíbrio ecológico**. Entre as ações, destacam-se a conversão das florestas em uso agropecuário, a emissão de poluentes das fábricas e automóveis e a poluição do meio ambiente. A intensificação dessas ações provoca danos irreversíveis à biodiversidade, prejudicando não somente a natureza, mas também os Serviços Ecossistêmicos por ela prestados. Consequentemente, isso afeta o bem estar dos seres vivos, inclusive os humanos, e a economia global.

A **conservação** é o termo utilizado para ações e/ou práticas que visam preservar o meio ambiente e as espécies, remediando danos causados e evitando que novos danos surjam. Uma das vertentes dentro da conservação é a **sustentabilidade**, que defende o uso racional dos recursos naturais, no qual, mesmo com a utilização dos serviços ecossistêmicos, a preservação do meio ambiente é sempre levada em consideração.

Neste capítulo, vamos abordar alguns impactos das ações humanas no meio ambiente e que são bastante vistos no ENEM. Iremos contextualizar e apontar conceitos da Biologia relacionados a cada impacto.

8.2 Poluição ambiental

Atividades como industrialização, agricultura, mineração, dentre outras ações exploratórias dos recursos naturais, podem promover o escape de grandes quantidades de **compostos químicos** no meio ambiente. Essas práticas têm sido intensificadas nos últimos anos, devido ao crescimento da população humana. Elas ocasionam fenômenos de **poluição ambiental**, causando sérios problemas aos ecossistemas (terrestres e aquáticos) e à saúde humana.

8.2.1 Poluição do ar

A poluição do ar causa danos a saúde humana, seja de forma direta através da inalação e absorção pela pele, ou indireta, através da contaminação da água e alimentos. Os efeitos desse fenômeno dependem do tempo de exposição aos poluentes e/ou da intensidade deles, como também da saúde da pessoa exposta. Pessoas asmáticas, por exemplo, são mais susceptíveis a danos respiratórios do que pessoas saudáveis quando expostas a grandes quantidades de poluentes aéreos.

Além dos danos à saúde humana, os poluentes causam impactos negativos na atmosfera e no meio ambiente. A **atmosfera** do planeta é repleta de gases que, ao longo da formação da Terra até o presente, estão interagindo com os organismos presentes na **biosfera** (conjunto de ecossistemas do planeta). O problema é evidenciado com a **emissão de gases** poluentes introduzidos na atmosfera, causando danos diretamente aos organismos e/ou aos seus **ciclos de vida**.

As fontes das emissões desses gases podem ser naturais, como atividades vulcânicas, ou por ações humanas como as indústrias e os automóveis, através da queima de combustíveis fósseis que eliminam gases poluentes.

Abaixo, trazemos alguns exemplos de **poluentes** que provocam danos na biota (conjunto de seres vivos) devido à sua característica ou quantidade emitida:

✓ O **CO₂** (Dióxido de Carbono ou Gás carbônico), dentre outras fontes, é liberado através da **respiração animal e vegetal**. Suas concentrações são responsáveis pelo **efeito estufa**, fenômeno que permite manter a temperatura da Terra estável em um ponto ótimo de calor, viabilizando a manutenção

da vida. O problema associado ao CO₂ está ligado a emissões em grandes quantidades a partir de indústrias e outras **ações antropogênicas, tais como as queimadas**. Estas emissões em maior quantidade **umentam a temperatura média global**, resultando em grandes efeitos negativos em diferentes espécies ao redor do mundo, assim como variações nos padrões de chuva, calor e umidade em diferentes continentes.

Importante!

Atmosfera é a camada de gases que envolve a Terra e a biosfera é o conjunto de ecossistemas.

■ **CO** (Monóxido de Carbono): este gás é muito nocivo ao organismo a partir de certas concentrações. Ele tem uma característica inodora (sem odor) e invisível, e causa a formação da **carboxiemoglobina** no sangue, que é o resultado da associação da hemoglobina e o CO. Isso resulta na **asfixia do organismo**, uma vez que o CO associado à hemoglobina impede o transporte de O₂ (oxigênio) para os tecidos do corpo. Exposições a este gás por um longo período podem causar náuseas, pneumonia, diarreia, perda de funções cognitivas (como memória, atenção, linguagem e percepção), etc.

■ **Partículas sólidas e líquidas em suspensão** (poeira e fumaça): canteiros de obras e diferentes processos industriais podem liberar na atmosfera partículas sólidas com resíduos de diferentes tipos e, obviamente, causar efeitos nos organismos. Estas substâncias podem causar doenças respiratórias, inflamação de mucosas, formação de lesões e etc.

8.2.2 Poluição sonora e visual

■ Estes impactos estão associados principalmente a **centros urbanos**. Quanto maior a cidade, mais os efeitos da poluição sonora e visual são notados, gerando consequências às pessoas que vivem nestas cidades, assim como em outros organismos também residentes nestas. No que diz respeito aos níveis de intensidade sonora, a unidade de medida é registrada em decibéis (dB). Sons de centros urbanos, como equipamentos de construção e tráfego de veículos, podem ultrapassar os 100 dB, causando consequências ao **sistema auditivo**

das pessoas, assim como pode afetar a dinâmica de canto de alguns animais (por exemplo, as aves).



A poluição sonora das cidades afeta o canto de algumas aves, fazendo-as cantar mais alto ou até mesmo, em algumas espécies, aprender sons considerados “não naturais”, como o alarme de automóveis.

A perda auditiva é uma das possíveis consequências da poluição sonora nas cidades e pode acontecer de acordo com a quantidade de decibéis e o tempo que a pessoa está exposta. Os efeitos do som alto afetam, também, o **comportamento humano**, aumentando o stress e elevando níveis hormonais, causando desconforto. Ainda dentro do contexto urbano, a poluição visual está associada à elevada **informação gráfica** que a cidade tem, seja ela impressa ou digital. Este conceito também se aplica à própria harmonização das características da cidade como fiação desorganizada em postes, acúmulo inadequado de resíduos em locais impróprios, cuidados estruturais e estéticos de edifícios e praças, sinalizações inacabadas ou antigas das rodovias etc. Todos estes elementos têm influência no **bem-estar** das pessoas que vivem nestes espaços e sua manutenção é essencial.

III 8.3 Queimadas

As queimadas podem ter uma **origem natural** (a depender do bioma e da proporção), mas em muitos casos são causadas **por ações do ser humano**. Utilizar o fogo pode apresentar algumas funções para a **produção agrícola**, como a limpeza de áreas para a colheita de cana-de-açúcar, eliminar espécies parasitas e até renovar a região. Obviamente, as consequências ao ecossistema são muito negativas, como reduzir os microorganismos no solo responsáveis pela ciclagem de nutrientes, comprometer características físico-químicas do solo essenciais para o desenvolvimento de vegetais, influência direta na qualidade do ar atmosférico em grandes extensões e influência direta nas mudanças climáticas, além da morte de incontáveis animais e plantas.



O clima quente e seco do Cerrado promove queimadas naturais, além daquelas causadas pelo ser humano. Quando ocorre de forma natural, esse processo é momentâneo, não chegando a causar grandes danos. As espécies vegetais desse bioma possuem adaptações para esse fogo, tendo algumas espécies a sua germinação favorecida por esse fenômeno. Veja mais detalhes sobre o Cerrado no capítulo anterior.

8.4 Óleos nas praias

Os avanços na prospecção mineral e energética Offshore (alto mar) e Onshore (no continente) ao redor do mundo são umas das atividades mais lucrativas e também de grande impacto ambiental. Ao longo dos anos, diferentes acidentes em plataformas de exploração de petróleo e mineração causaram valores imensuráveis relevantes ao impacto à biota terrestre e aquática. Apesar da crescente preocupação ambiental, culminando em protocolos de segurança mais exigentes, acidentes sempre aconteceram no mundo e no Brasil. Dentro do histórico de acidentes ambientais no Brasil, o recente aparecimento de óleo nas praias da costa brasileira causou grandes danos ambientais, sociais e políticos. Este evento teve início em meados de agosto de 2019 e atingiu cerca de 700 km da costa brasileira.

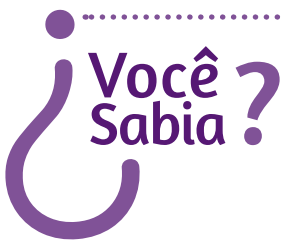
A mensuração do impacto causado ainda está sendo analisada em diversas instituições de pesquisa, porém, desde o início do aparecimento do óleo, foram levantadas diversas observações a respeito dos **impactos** causados na estrutura de **ecossistemas costeiros**. O óleo intensificou a **ameaça** da integridade das populações de tartarugas-marinhas, peixe-boi-marinho e outros animais que usam direta ou indiretamente estes ecossistemas, inclusive algas e animais que vivem presos ao fundo marinho. Importante sinalizar que manguezais, recifes de corais, costões rochosos e outras diversas estruturas ecossistêmicas marinhas foram impactadas, afetando a biota residente destas formações. **Comunidades humanas** que vivem direta ou indiretamente da fauna marinha, ficaram comprometidas quanto a seus meios de **alimentação** e **comércio**. Assim, este impacto tem múltiplas consequências que vão desde elementos ambientais e de saúde pública até aspectos econômicos. Os efeitos desse evento ainda será identificado a longo prazo e medidas de remediação e acompanhamento, a partir de pesquisas, devem ser contínuas e de transparência pública.



Os recifes de corais são muito importantes para os ecossistemas marinhos, principalmente por serem abrigo e berçário para inúmeras espécies de seres vivos, e são importantes indicadores dos efeitos referentes às mudanças climáticas. Leia mais em <https://coralvivo.org.br/>.

8.5 Aquecimento global

Este fenômeno implica no aumento da temperatura média do planeta em função da alta concentração de gases do efeito estufa na atmosfera (CFC, os clorofluorcarbonos, CH₄, o Metano e CO₂). O efeito estufa é um fenômeno natural que permite a passagem de raios solares e retenção de calor (devido a camada de gases na atmosfera), permitindo a manutenção da vida na Terra. Esse fenômeno se torna preocupante quando há excesso na emissão dos gases de efeito estufa, provocando um aquecimento atmosférico excessivo, ocasionando no aquecimento global. Como solução para amenizar estes efeitos de aquecimento, é necessário diminuir as emissões de gases estufa, erradicar os desmatamentos, aumentar o uso de tecnologias limpas e recuperar áreas degradadas. De acordo com a 21ª Conferência do Clima (COP 21) realizada em 2015, a partir de um novo acordo entre as nações, os países devem diminuir as emissões de gases estufa. Estas ações resultariam na diminuição do aquecimento global e limitaria, até 2100, o aumento de até 2°C na temperatura do planeta.



O processo de fotossíntese age de forma contrária aos efeitos do aquecimento global, auxiliando na captação de CO₂ (um dos gases do efeito estufa) no processo natural de fotossíntese. É por isso que ambientes de mata são mais “frescos” que cidades. Por outro lado, quando ocorrem as queimadas todo CO₂ que foi retido pela floresta durante anos e anos é liberado de uma só vez. Isso contribui para o aumento do efeito estufa e, conseqüentemente, para o aquecimento global.



Pesquisadores de todo o mundo tem alertado sobre o aquecimento global há muito tempo. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tem uma sessão de perguntas e respostas a respeito do tema em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9> . A BBC News fez um artigo sobre o aquecimento global e traz gráficos muito interessantes e didáticos a respeito do tema em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46424720>.

Pesquisas em diversas áreas do conhecimento ainda estudam os efeitos do **aquecimento global**. Esses efeitos incluem a **elevação do nível do mar** (decorrente do derretimento das calotas polares) e enchentes em áreas costeiras, **desertificação**, mudança no **regime de chuvas**, mudanças de **rotas migratórias** de aves, mudanças nos **períodos de floração** e **frutificação** de plantas, dentre outros.

8.6 Bioacumulação

O acúmulo de compostos químicos em organismos vivos é chamado de **bioacumulação**, podendo ocorrer de forma direta, por absorção do meio ambiente (por exemplo, a absorção via pele e brânquias de animais), ou indireta, através da ingestão de alimentos que contenham esses compostos químicos. Quando a bioacumulação afeta diferentes níveis tróficos, temos a **biomagnificação ou magnificação trófica**, que ocorre ao longo da **cadeia e teia alimentar (Figura 8.1)**. A biomagnificação nem sempre é facilmente detectável, ao contrário de casos mais extremos de desastres ambientais, como a mortalidade de muitos organismos. Os efeitos da biomagnificação podem perdurar no meio ambiente de forma crônica, causando infertilidade das espécies e acelerando o processo de extinção.

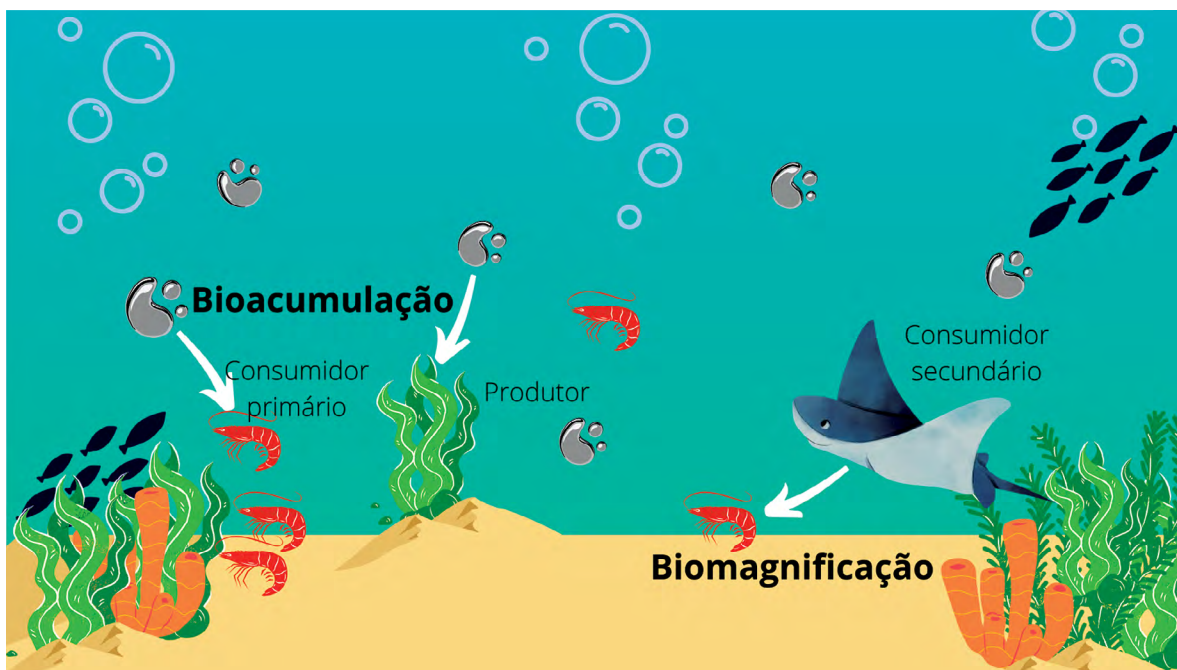


Figura 8.1 - Representação dos processos de bioacumulação na biota aquática, onde compostos químicos são acumulados nos organismos e a biomagnificação, quando os elementos químicos são passados ao longo dos níveis tróficos (cadeia alimentar). Estes compostos químicos nem sempre são facilmente detectados e podem causar danos de curto a longo prazo no ecossistema, acelerando o processo de extinção das espécies.

Não se esqueça!

Cadeia alimentar é a passagem da energia e matéria de um organismo para outro através da alimentação de forma unidirecional (por exemplo, do consumidor primário para o consumidor secundário). Já a teia alimentar é um conjunto de cadeias alimentares, formando uma passagem de energia mais complexa e inter cruzada entre as cadeias.

Para ser considerado bioacumulação, o composto químico deve ser lipossolúvel, ou seja, podem ser dissolvidos em gordura, para serem fixados no tecido do organismo. Geralmente, esses compostos não são biodegradáveis ou não são metabolizados pelo organismo, resultando em uma taxa de armazenamento maior do que de excreção. Dos compostos químicos bioacumulantes, destacam-se os metais pesados (como o mercúrio, o chumbo e o cádmio), compostos provenientes de processos industriais, lixo eletrônico, inseticidas e alguns agrotóxicos.

8.7 Chuva ácida

A composição química de uma precipitação é reflexo da interação de diversos processos atmosféricos. O aumento de poluentes atmosféricos, citados no tópico 8.2.1, promovem formações de chuvas com elevada acidez, chamadas de **chuvas ácidas** ou **deposição ácida**. Esses gases interagem na camada atmosférica e formam compostos químicos ácidos. Os compostos mais comuns presentes nas chuvas ácidas são o sulfatos (SO_4^{2-}), nitratos (NO_3^-), cloretos (Cl^-), amônio (NH_4^+), sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e, menos frequente, metais pesados e ácidos carboxílicos (**Figura 8.2**).

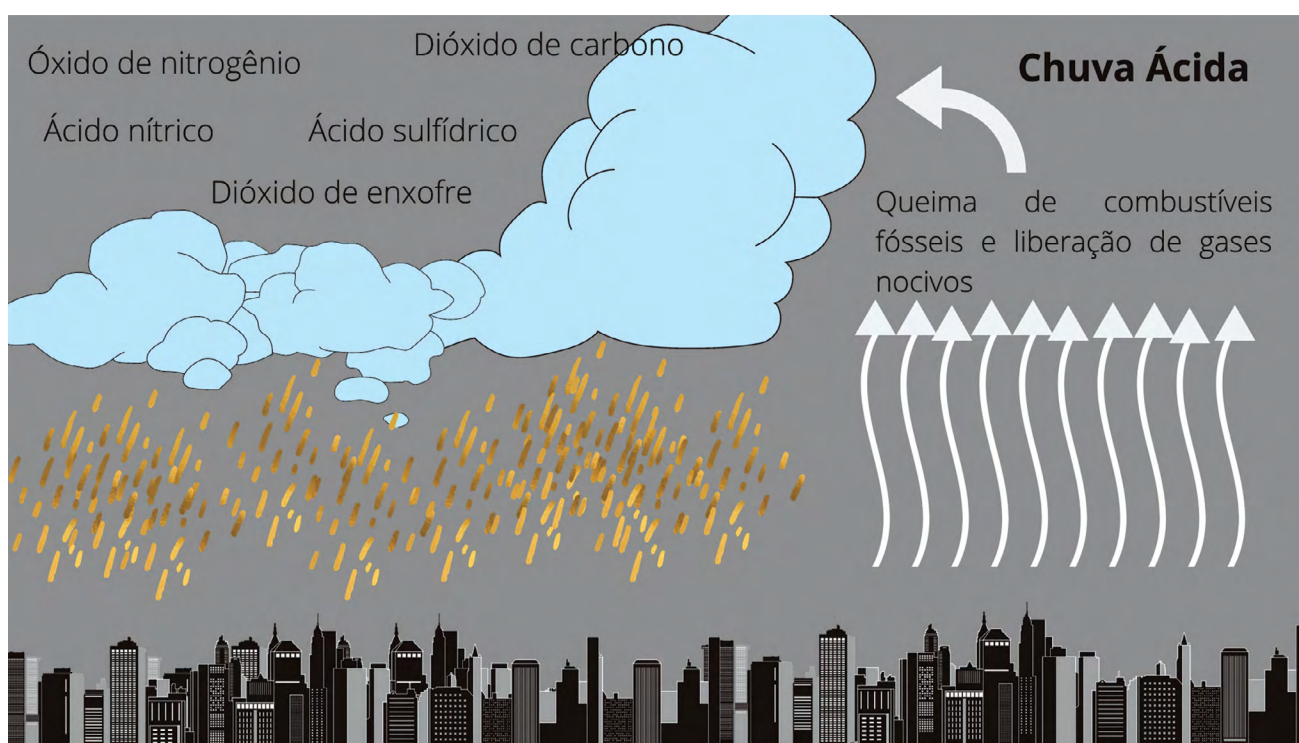


Figura 8.2 - A queima de combustíveis fósseis, assim como a liberação de muitos outros componentes químicos na atmosfera, causam um fenômeno chamado chuva ácida. Este evento ocorre em regiões de grande ocupação urbana ou grande quantidade de indústrias. Os elementos químicos liberados na atmosfera formam outros compostos e, em seguida, precipitam na condição de chuva com elevada acidez, causando danos ao meio ambiente, à saúde humana e a edificações urbanas.



Os processos atmosféricos são complexos e algumas vezes a formação de precipitação pode ser seca, não sendo exclusivamente úmida. Quando não há umidade na precipitação, o termo utilizado é “deposição”. Quando há umidade, chamamos de chuva.

As precipitações ácidas causam efeitos tanto à saúde humana, quanto ao meio ambiente e aos centros urbanos. Os danos ao meio ambiente vão desde a danificação direta da vegetação, aumento do pH do solo, impedindo a germinação e crescimento de algumas plantas, até o aumento do pH dos rios, causando mortalidade em organismos mais sensíveis. Os danos nos centros urbanos podem refletir na economia municipal, onde a precipitação ácida prejudica estruturas arquitetônicas e monumentos históricos da cidade, fazendo-os necessitar de constantes reparos.

8.8 Inversão térmica

A **inversão térmica** é um fenômeno atmosférico que ocorre tanto em ambientes urbanos quanto rurais e durante todo o ano, sendo mais intensificado no inverno. Esse fenômeno ocorre devido o bloqueio da circulação da massa de ar fria (mais densa) por uma massa de ar quente (menos densa), promovendo alteração na temperatura local. Na circulação normal das massas de ar, o ar quente originado do aquecimento das superfícies terrestres pelos raios solares sobe à superfície naturalmente (por ser menos denso, ele se torna mais leve). A massa de ar quente esfria à medida que sobe à superfície, se tornando mais densa e menos leve e, com isso, retorna a camadas mais próximas às superfícies. Essa dinâmica é natural e promove a circulação dos ventos na atmosfera. Devido ao ar quente ser menos denso, ao subir, ele auxilia na dissipação de gases poluentes nas camadas mais externas da atmosfera.

Na inversão térmica, ocorre que o ar frio fica retido nas regiões mais próximas da superfície, devido à presença da massa de ar quente nas regiões mais externas. Esse fenômeno comumente ocorre durante a madrugada e início da manhã, por conta do grande período de não exposição da superfície terrestre

aos raios solares (**Figura 8.3**). A inversão térmica se torna mais preocupante quando há poluição excessiva do ar, pois os poluentes retidos juntamente com a massa de ar fria causam danos ao meio ambiente e à saúde humana, aumentando o risco de doenças cardiopulmonares.

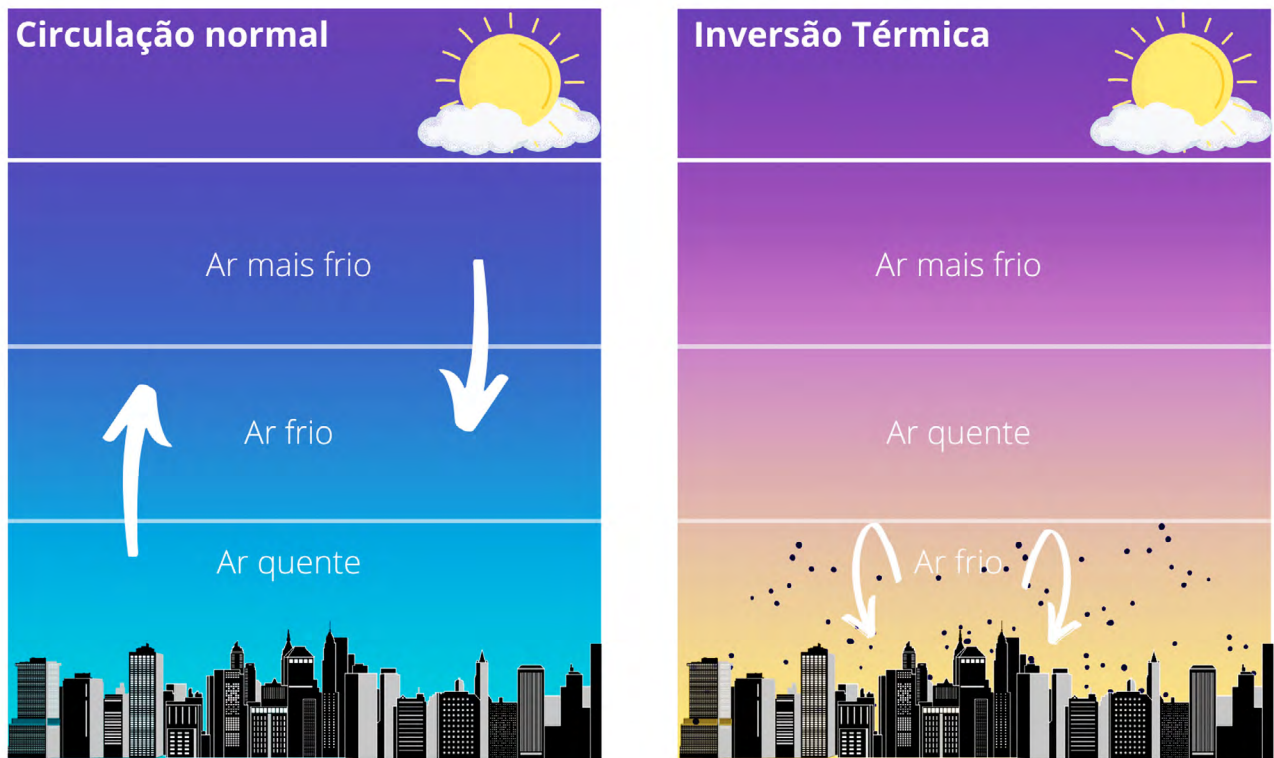


Figura 8.3 - Fluxo das massas de ar na atmosfera. A esquerda, fluxo normal das massas, onde a massa de ar quente tende a subir, por ser menos densa, e a massa de ar fria tende a descer por ser mais densa. Na inversão térmica há o impedimento do fluxo da massa de ar fria, próxima da superfície terrestre, pela presença da massa de ar quente.

8.9 Destruição da camada de ozônio

A ozonofera, ou **camada de ozônio**, é a região da estratosfera terrestre que possui altas concentrações do gás ozônio (O_3 , obtido através da reação de três átomos de oxigênio). A função dessa camada é proteger a biosfera dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol, agindo como um filtro e permitindo uma pequena passagem desses raios. Sem essa camada, seria difícil manter a vida na superfície da Terra, pois os raios ultravioletas são altamente danosos

aos tecidos dos organismos vivos, podendo causar até alterações genéticas (originando doenças como o câncer).

■ A camada de ozônio é dinâmica. A formação e destruição das moléculas de O_3 acontece de forma natural. A formação do ozônio é obtida quando a radiação dos raios solares separa as moléculas de oxigênio do O_2 (presentes na atmosfera) e estes, individualmente, reagem com outras moléculas de O_2 e formam a molécula ozônio O_3 . E no processo de destruição ocorre uma dinâmica inversa, onde os raios solares promovem a separação dos átomos de oxigênio, originando o O_2 através da liberação de um átomo de oxigênio.

■ Quando o processo de destruição do O_3 acontece de forma natural, há um equilíbrio, pois o processo de formação da mesma molécula ocorre na mesma proporção. O problema é quando essa taxa de destruição do O_3 é maior do que a formação da molécula. Esse processo não se dá de forma natural, tendo como a única possível causa a ação humana. O principal componente destruidor da camada de ozônio são os clorofluorocarbonetos (CFCs), liberados na atmosfera a partir de aerossóis e gases para refrigeração.



Em 1987 houve a proibição do uso de clorofluorocarbonetos através do tratado internacional Protocolo de Montreal. A partir de então esses compostos foram substituídos por hidroclorofluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos que, embora não causem danos à camada de ozônio, contribuem para o aquecimento global.

■ As consequências da destruição da camada de ozônio afetam diretamente a saúde humana, aumentando riscos de câncer de pele, envelhecimento, mutação genética e problemas do sistema imunológico. Afetam também o meio ambiente com o derretimento das calotas polares, o comprometimento no desenvolvimento normal de espécies aquáticas (marinhas e dulciaquícolas) e prejudicam o processo de fotossíntese, impactando na nutrição e no crescimento das plantas. Consequentemente, esses efeitos negativos sofridos pelo meio ambiente afetam, também, a economia global, uma vez que prejudicam o desenvolvimento de atividades de cultivo de animais e plantas (como as culturas de animais e a agricultura).

8.10 Desmatamento e fragmentação

O **desmatamento** é um dos impactos mais antigos causados pela espécie humana e uma das principais razões é a atividade econômica. A **conversão de áreas naturais** em pastos para criação de animais e fazendas tem um propósito maior no que diz respeito à economia, porém, isso não significa que não devem ser consideradas ações de remediação e metodologias ecologicamente coerentes durante o uso da terra.

Além da agropecuária, a exploração de recursos geológicos (como a mineração), exploração de madeira e ocupação urbana têm contribuído com a crescente perda da biodiversidade e da qualidade dos serviços ecossistêmicos.



Como vimos no capítulo anterior, a Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade e que teve a maior redução de sua cobertura natural, restando menos de 13% de sua abrangência original. Por estar localizado principalmente na faixa costeira, sua ocupação foi mais acentuada devido os processos de expansão urbana e indústria hoteleira.

O desmatamento tem grande contribuição nos problemas ligados à saúde pública. A fragmentação da cobertura vegetal provoca desequilíbrios ecológicos de diferentes escalas, resultando na proliferação de vetores de doenças como a malária e dengue. Alterações no clima também têm origem no desmatamento e, no que diz respeito à proliferação de doenças no mundo, mudanças nas condições climáticas contribuem para o surgimento e proliferação de epidemias (veja mais sobre doenças no capítulo VI).



Diversas doenças mortais para o ser humano têm origem a partir de outros animais silvestres, sem necessariamente serem transmitidas por mosquitos. O crescente uso da terra e interações com animais tem sido um dos principais responsáveis por surtos de doenças ao redor do mundo.

A Figura 8.4 traz um resumo do que foi discutido neste capítulo e pode ajudá-lo a relembrar os conceitos mais importantes.



Figura 8.4 - Mapa mental dos principais desastres ambientais e suas consequências.

III Questões Comentadas:

1. (ENEM 2013) Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO₂, CH₄ e N₂O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo. ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- a) Evitando a rotação de culturas.
- b) Liberando o CO₂ presente no solo.
- c) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- d) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- e) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

COMENTÁRIO: os microrganismos presentes no solo utilizam o CO₂ nos seus processos metabólicos, um dos processos do ciclo do carbono. Aumentar a quantidade de matéria orgânica contribuirá para o aumento desses microrganismos e conseqüentemente maior captação de CO₂. **Alternativa correta:** C.

2. (ENEM 2019) A poluição radioativa compreende mais de 200 nuclídeos, sendo que, do ponto de vista de impacto ambiental, destacam-se o céscio-137 e o estrôncio-90. A maior contribuição de radionuclídeos antropogênicos no meio marinho ocorreu durante as décadas de 1950 e 1960, como resultado dos testes nucleares realizados na atmosfera. O estrôncio-90 pode se acumular nos organismos vivos e em cadeias alimentares e, em razão de sua semelhança química, pode participar no equilíbrio com carbonato e substituir cálcio em diversos processos biológicos.

FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. Química Nova, n. 21, 1998 (adaptado).

Ao entrar numa cadeia alimentar da qual o homem faz parte, em qual tecido do organismo humano o estrôncio-90 será acumulado predominantemente?

- a) Cartilaginoso.
- b) Sanguíneo.
- c) Muscular.
- d) Nervoso.
- e) Ósseo.

COMENTÁRIO: Ao chegar no homem, temos um cenário de biomagnificação. A questão diz que o estrôncio-90 tem semelhança química com o carbonato e pode substituir o cálcio. No corpo humano, o tecido rico em cálcio é o ósseo, sendo o principal componente de formação dos ossos. **Alternativa correta:** E.

Referências

BEGON, M. et al. **Ecology**: from individuals to ecosystems. No. Sirsi i9781405111171, 2006.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Biologia**: volume único. São Paulo: Saraiva, 1., 2005.

MARENGONI, N. G., KLOSOWSKI, E. S., OLIVEIRA, K. P. D., CHAMBO, A. P. S., & GONÇALVES JUNIOR, A. C. 2013. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu binacional. **Química Nova**, 36(3), 359-363.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

RICKLEFS, R. E., RELYEA, R., & RICHTER, C. Ecology: **The economy of nature** (Vol. 7). New York: WH Freeman, 2014.

ROCHA-FILHO, R. C. A camada de ozônio dá Nobel. **Química Nova na Escola**, Belo Horizonte, (2), 10-11, 1995.

THOMA, M. V. et al. 2013. The effect of music on the human stress response. **PloS one**, 8(8), e70156.

TRESHOW, M.; ANDERSON, F. K. 1989. Plant stress from air pollution. **John Wiley and Sons Ltd**.

Capítulo 9

Redação: como escrever um texto dissertativo- argumentativo

• Larissa Santos Deomondes • Luiz Lourenço Neto •

9.1 Introdução

Para começo de conversa, o que seria um texto dissertativo-argumentativo? É uma redação em que o autor vai defender seu ponto de vista sobre um tema através da argumentação. Por sua vez, argumentação é a habilidade de utilizar fatos e dados para reforçar o seu ponto de vista. Mas e aí, você pode perguntar: qual a importância disso? É através desse tipo de texto que os vestibulares como ENEM, por exemplo, irão avaliar a capacidade do participante em refletir e expor seu ponto de vista sobre um assunto.

Assim, para que você seja bem-sucedido na prova, é preciso que falemos de sua estrutura, ou seja, analisaremos a partir daqui como a redação do ENEM organiza os elementos essenciais que compõem este tipo de texto. Sua redação deve conter, no mínimo 8 linhas, no máximo 30, apresentando **introdução**, **desenvolvimento** e **conclusão**.

Atenção !

É recomendado escrever pelo menos 20 linhas.

9.2 A Introdução da redação

Às vezes, o início de uma redação é aquele em que sentimos mais dificuldade, correto? Mas, se eu te disser que a introdução é mais simples do que você pensava, você acreditaria? Uma boa introdução deve mostrar ao leitor somente o necessário para que ele tenha uma noção geral do seu texto, sem aprofundar ou trazer argumentos.

Uma excelente forma de se construir uma introdução é trazer uma descrição e/ou explicação do assunto de forma resumida e logo depois uma apresentação dos pontos que serão discutidos nos desenvolvimentos. Mas o que isso significa? Vejamos o *exemplo 1* abaixo:

Exemplo 1 !

Introdução de uma redação nota mil ENEM 2019. “Embora a Constituição Federal de 1988 assegure o acesso à cultura como direito de todos os cidadãos, percebe-se que, na atual realidade brasileira, não há o cumprimento dessa garantia, principalmente no que diz respeito ao cinema. Isso acontece devido à concentração de salas de cinema nos grandes centros urbanos e à condição cultural de que a arte é direcionada aos mais favorecidos economicamente.” Fonte: (G1, 2020)

Assim, analisando o trecho da redação presente no exemplo 1, através dos elementos que fazem parte de em uma introdução, nota-se que temos como:

► **Descrição e/ou explicação do tema:** “Embora a Constituição Federal de 1988 assegure o acesso à cultura como direito de todos os cidadãos, percebe-se que, na atual realidade brasileira, não há o cumprimento dessa garantia, principalmente no que diz respeito ao cinema.”;

► **Exposição do que será tratado no desenvolvimento 1:** “Isso acontece devido à concentração de salas de cinema nos grandes centros urbanos”;

► **Exposição do que será tratado no desenvolvimento 2:** “à condição cultural de que a arte é direcionada aos mais favorecidos economicamente”.

Portanto, para que sua introdução seja bem executada, é necessário a presença desses três elementos, caso contrário, haverá problemas na estrutura do seu texto. Tenha em mente que o leitor, ao ter contato com essa parte do seu texto, precisa ter a noção de tudo que será tratado no decorrer da escrita a partir da sua introdução.

9.3 O Desenvolvimento da redação

Assim como a introdução, o desenvolvimento é uma parte extremamente importante para a redação do ENEM. Então, é nesta parte em que acontecerá a defesa do seu ponto de vista sobre o assunto, ou seja, é o trecho que apresentará seus argumentos. Logo, no que diz respeito a sua estrutura, em uma redação, é recomendável que sejam produzidos dois desenvolvimentos.

Com relação ao conteúdo do parágrafo, deverá ser exibida sua argumentação, em outras palavras, a defesa da sua opinião com relação ao tema proposto. Essa argumentação vai acontecer através do uso de dados (percentuais ou numéricos) e/ou citação de autores que não contradigam seus argumentos. Observe o exemplo 2:

Exemplo 2!

Desenvolvimento de uma redação nota mil ENEM 2019. “É relevante abordar, primeiramente, que as cidades brasileiras foram construídas sob um viés elitista e segregacionista, de modo que os centros culturais estão, em sua maioria, restritos ao espaço ocupado pelos detentores do poder econômico. Essa dinâmica não foi diferente com a chegada do cinema, já que apenas 17% da população do país frequenta os centros culturais em questão. [...]” Fonte: (G1, 2020)

Neste exemplo, é mostrado parte de um desenvolvimento em que o autor se utiliza de dados estatísticos (*apenas 17% da população do país*) percentuais para reforçar sua opinião sobre a democratização do cinema.

Importante!

Evite utilizar os dados presentes nos textos de apoio da proposta do tema, sempre tente apresentar informações novas, assim, demonstrando ao corretor da sua prova que você tem a capacidade de estabelecer referências através de suas próprias leituras.

9.4 A Conclusão da redação

A conclusão, em redações dissertativo-argumentativas, sempre terá de conter propostas de intervenção, em outras palavras, é preciso tentar solucionar os problemas discutidos no resto do texto. Com isso, como devemos escrever uma conclusão? O começo da conclusão deve conter uma retomada resumida do tema e, logo em seguida, a apresentação de soluções e/ou formas de melhorar a questão. Logo, podemos observar o exemplo 3:

Exemplo 3!

Conclusão de uma redação nota mil ENEM 2019. **“Dessa forma, pode-se perceber que o debate acerca da democratização do cinema é imprescindível para a construção de uma sociedade mais igualitária. Nessa lógica, é imperativo que o Ministério da Economia destine verbas para a construção de salas de cinema, de baixo custo ou gratuitas, nas periferias brasileiras por meio da inclusão de seu objetivo na base de Diretrizes Orçamentárias, com o intuito de democratizar o acesso à arte. [...]”** Fonte: (G1, 2020).

Através do trecho acima, observa-se que o primeiro trecho em negrito representa a contextualização do tema. Em seguida, o autor traz as soluções para a falta da democratização ao cinema, o escritor cita como resolução a “construção de salas de cinema, de baixo custo, nas periferias brasileiras”. Dessa forma, percebemos também que o escritor traz órgãos como o Ministério da Educação e as Diretrizes Orçamentárias como instituições que devem promover na prática a resolução do problema.

Importante!

Não esqueça de trazer órgãos governamentais na conclusão, como por exemplo, o Governo Federal ou o Ministério da Educação, visto que eles são os responsáveis pela resolução de boa parte dos problemas apresentados em redações dissertativo-argumentativas.

9.5 Observações Gerais

- 1) É extremamente importante prestar a atenção na gramática do seu texto, ou seja, preste atenção em como você escreve. Use todo seu conhecimento sobre acentuação, pontuação, ortografia e entre outros;
- 2) Não utilize linguagem coloquial, ou seja, a forma como você fala com seus amigos ou parentes queridos, também não use gírias ou palavrões. O texto dissertativo-argumentativo é um texto formal e exige que você, participante, escreva de forma formal;

3) Sempre observe se seu texto faz sentido, leia e observe se seus argumentos não estão causando contradição, isto é, ideias opostas ou se estão bem conectados ao tema.

Quer saber mais sobre o que não fazer na redação do ENEM? Leia mais sobre na Cartilha do Participante, faça download através do link: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2019/redacao_enem2019_cartilha_participante.pdf

9.6 Temas Importantes para a redação

Os temas abordados todos os anos no ENEM são diversos e plurais, principalmente ligados à atualidade. A prova já cobrou Cidadania e participação social (1999), Desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito? (2001), Como preservar a floresta Amazônica: suspender imediatamente o desmatamento, dar incentivo financeiros a proprietários que deixarem de desmatar, ou aumentar a fiscalização e aplicar multas a quem desmatar (2008), Viver em rede no século 21: os limites entre o público e o privado (2011), Desafios para a formação educacional de surdos no Brasil (2017). Apesar da impossibilidade de se adivinhar a temática previamente, alguns temas são mais possíveis que outros, uma vez que estão em maior destaque durante o contexto de elaboração da prova. Neste capítulo você encontrará temas interessantes para o ENEM 2020, além de algumas dicas para conseguir aquela tão sonhada nota mil. **Vamos lá!**

Pandemia do COVID-19 e seus efeitos na sociedade brasileira

Ao se pensar em COVID-19 para a redação do ENEM, é essencial possuir uma visão ampla e não se restringir em focar somente no vírus, mas, também, em seus desdobramentos para a comunidade, envolvendo, por exemplo, questões sociais, temática muito familiar para a redação do ENEM.

Desta maneira, é fundamental refletir criticamente sobre as políticas públicas empregadas durante esse período, outrossim avaliar quais as implicações futuras no contexto social, econômico, político, cultural e psicológico.

.....■ Vale destacar que as pesquisas científicas ganharam notoriedade durante a pandemia, uma vez que a busca pelas vacinas se tornou algo almejado por todo o mundo. O incentivo às pesquisas é um ponto relevante para a defesa da saúde e educação do povo brasileiro. O movimento antivacina também poderá ser atrelado a essa discussão, exigindo uma reflexão sobre os porquês de tanto descrédito com a ciência.

.....■ A economia não sairá ilesa do período pandêmico, devido ao isolamento social e à redução de diversos setores. Muitos perderam seus empregos por causa do vírus, obrigando o Governo a prover o auxílio financeiro. Alternativas para a recuperação da economia podem aparecer como proposta de intervenção numa redação que aborde esse conteúdo.

.....■ Por fim, as consequências psicológicas provocadas pelo isolamento social se configuram como ponto relevante nessa temática. O confinamento gerou uma instabilidade emocional e mental para muitas pessoas, receosas de retomarem seus hábitos e empregos com medo de contrair o coronavírus. Cuidados com a saúde mental são necessários e merecem destaque.

Crise Hídrica e Escassez de Água

.....■ O acesso à água no Brasil está se tornando um desafio há anos. A abundância histórica desse recurso estampou diversas narrativas, paisagens e memórias nacionais. No entanto, hoje o país vive uma realidade triste. Obras como *Vidas Secas*, de Graciliano Ramos, e *O Quinze*, de Rachel de Queiroz, abordam a complicada situação de nordestinos que convivem intimamente com a seca. A polêmica transposição do Rio São Francisco foi motivada para sanar essa problemática, mas ainda não conseguiu acabar com a falta de água para tantos brasileiros.

.....■ Diversas regiões já enfrentam a redução de nascentes e rios, sem esquecer os inúmeros casos de poluição de rios e lagoas nas grandes cidades. Por mais que o imaginário popular a considere como um bem infinito, a água dá sinais claros de que não resistirá a tantas intervenções irresponsáveis da raça humana.

.....■ O avanço agrícola, por exemplo, é responsável pelo grande desmatamento da região do Cerrado brasileiro, consequentemente contribuindo para a escassez da água, já que seus rios reduziram as vazões. Esse bioma é lar de grandes

nascentes, dependendo da vegetação para sua existência. O setor elétrico também demanda muito dos recursos hídricos, em vista que o Brasil investiu em produção energética a partir das hidrelétricas.

.....■ O consumo virtual, aquele feito por fábricas de tecidos e automóveis, por exemplo, é grande responsável por um desigual uso da água. O desperdício é reforçado para a sociedade civil, mas pouco se fala do uso para esse fim comercial. Alternativas poderiam ser pensadas para preservar esse recurso tão importante para a vida.

.....■ Outro ponto crítico dessa temática é a distribuição geográfica desregular desse recurso e a falta de saneamento básico para muitos cidadãos, acarretando a maior poluição de rios urbanos. Na ausência de esgotos, dejetos são descartados diretamente nas águas.

Estética e Saúde

.....■ A prova do ENEM possui uma visão crítica acerca da estética. Essa nunca deve ser vista como uma mera tentativa de se adequar aos padrões impostos pela sociedade, mas, sim, para alcançar uma vida saudável. A procura por um corpo “ideal” pode acarretar problemas gravíssimos para a sociedade, entre eles anorexia, bulimia, depressão etc.

.....■ Os padrões estéticos mudam no decorrer do tempo, visto que a história da humanidade já elegeu diversos tipos de padrões diferentes no passado. Eles variam tanto no tempo, como no espaço. Regiões distintas apresentam padrões, também, distintos. Porém, com o amplo uso das redes sociais e a aproximação entre as culturas, fez com que os padrões estejam se aproximando, resultando numa grande busca por atingi-los.

.....■ O limiar entre estética e saúde beira um perigoso limite, uma vez que não é viável estar dentro do padrão de beleza vigente, mas desprovido de saúde. As histórias de influencers jovens diagnosticados com câncer causam reflexão sobre essa temática. Além disso, personalidades publicam as consequências devastadoras de procedimentos plásticos exagerados, sem falar dos danos psicológicos causados pelo não pertencimento e padrões impossíveis apresentados nas redes. Os filtros e aplicativos transformam pessoas em bonecos perfeitos, extinguindo as belezas reais.

.....■ Vale ressaltar que não podemos esquecer de falar da importância da saúde. Cuidar do corpo para prevenir problemas hereditários é algo importante para a qualidade de vida humana. Exercícios são necessários para um bom envelhecimento e disposição para o cotidiano. Uma alimentação saudável não deve ser incentivada para atingir magreza extrema e idealizada, mas para auxiliar na melhora da saúde. A criticidade dessa temática nasce na perspectiva da aceitação da pluralidade de corpos, cores, alturas, pesos, cabelos etc.

Tragédias Ambientais

.....■ Nos últimos anos, os desastres ambientais se tornaram tópicos recorrentes dos noticiários brasileiros. Incêndios na Amazônia e no Pantanal, biomas gigantescos e vitais para a existência de diversas espécies, incluindo o homem. Além disso, o óleo que tomou o litoral brasileiro, atingindo uma assustadora viagem do nordeste até o sudeste. As tragédias de Mariana e Brumadinho deixaram muitas vítimas e uma grande reflexão sobre a responsabilidade civil e política sobre o Meio Ambiente.

.....■ A barragem do Córrego do Feijão, da Vale, em Brumadinho, espalhou resíduos tóxicos por uma grande extensão de terra, poluindo o solo e matando diversas vidas. 252 humanos morreram nessa tragédia, outras espécies não foram contadas. Em Mariana, a bacia do rio Doce foi poluída tão drasticamente que, praticamente, matou o rio. Esses dois lastimáveis eventos evidenciaram uma triste realidade: a incapacidade das autoridades de fiscalizar e atribuir devida culpa para os responsáveis.

.....■ A história mundial tatuou em seus livros diversas tragédias que deveriam ter servido de exemplo para evitar novos desastres. As bombas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945; o vazamento na usina nuclear de Chernobyl, em 1986; o naufrágio do navio Prestige, em 2002. Por outro lado, muitos artistas apresentaram a cultura mundial com a exaltação à natureza. Aqui, no Brasil, diversos livros, canções e filmes enaltecem as matas, chapadas, colinas e praias brasileiras. José de Alencar, Dorival Caymmi, Ary Barroso e tantos outros reconheceram sua importância. No entanto, o que se percebe é uma única preocupação: o lucro. O desenvolvimento desatrelado da responsabilidade ecológica poderá destruir o Planeta, uma vez que é provado que a natureza é capaz de se renovar, mas não conseguirá se o ser humano continuar nesse ritmo de destruição – que poderá resultar na sua própria extinção.

Não se esqueça!

Antes de iniciar sua redação, **leia atentamente as instruções**. Muitos candidatos negligenciam a leitura do que está sendo pedido e podem perder pontos importantes.

A reprodução de trechos dos textos-base é proibida! Por mais que você reescreva com suas palavras, paráfrases também serão desconsideradas na correção. Se aproprie das ideias apresentadas nos textos, se inspire, utilize dados estatísticos, mas sempre construa seus próprios argumentos.

Leia com cuidado os infográficos e tabelas presentes, já que eles, geralmente, apresentam informações importantes sobre o tema, direcionando a construção da sua tese.

Faça uma conexão entre os textos motivadores apresentados na prova, eles não foram escolhidos aleatoriamente. A junção deles pretende passar uma mensagem, uma interpretação que deve guiar a sua argumentação.

Por fim, sempre busque extrapolar as informações inseridas no texto, não ficando somente com os dados colhidos nos textos de apoio. Prove ao seu corretor que você possui um repertório de respeito!

✓ **Agora, mãos à obra e comece a escrever!**

III 9.7 Proposta de redação ENEM 2020

Texto I Home Office foi adotado por 46% das empresas durante a pandemia.

O trabalho em casa foi estratégia adotada por 46% das empresas durante a pandemia, segundo a Pesquisa Gestão de Pessoas na Crise covid-19. O estudo elaborado pela Fundação Instituto de Administração (FIA) coletou, em abril, dados de 139 pequenas, médias e grandes empresas que atuam em todo o Brasil.

O percentual de companhias que adotou o teletrabalho durante a quarentena foi maior no ramo de serviços hospitalares (53%) e na indústria (47%). Entre

as grandes empresas, o índice das que colocaram os funcionários em regime de home office ficou em 55% e em 31%, entre as pequenas. Um terço do total das empresas (33%) disse que adotou um sistema parcial de trabalho em casa, valendo apenas em alguns dias da semana.

De acordo com o estudo, 41% dos funcionários das empresas foram colocados em regime de home office, quase todos os que teriam a possibilidade de trabalhar a distância, que somavam 46% do total dos quadros. No setor de comércio e serviços, 57,5% dos empregados passaram para o teletrabalho, nas pequenas empresas o percentual ficou em 52%.

Outra estratégia que teve destaque entre as empresas foi a antecipação de férias, adotada por 46% das companhias, com maior adesão das grandes (51%) e do setor de serviços hospitalares (80%). A redução da carga de trabalho com redução de salário foi usada por 23% das empresas e 12% disseram que tiveram que demitir durante a pandemia.

Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-07/home-office-foi-adotado-por-46-das-empresas-durante-pandemia>

Texto II Vou trabalhar no sistema Home Office durante a pandemia. O que diz a lei?

Com a pandemia e a restrição de circulação, pode haver aumento da adoção de empresas brasileiras ao home office (trabalho em casa). Em entrevista à Agência Brasil, a advogada trabalhista Gisela Freire diferenciou home office com trabalho remoto, conforme a lei.

Trabalho remoto, ou teletrabalho, é previsto em lei e o empregado já fica, preponderantemente, na casa dele trabalhando. Já o home office, decorrente da epidemia do Covid-19, é uma situação eventual. “O empregado continua a colocar o trabalho dele no estabelecimento da empresa, mas em situações excepcionais, como essa, por exemplo, ele pode trabalhar de casa”. Ou seja, o empregado pode trabalhar de qualquer lugar, mas o local de trabalho dele contratual é o estabelecimento do empregador.

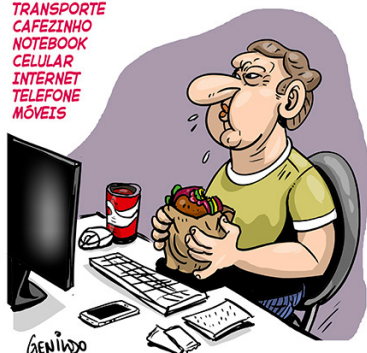
Adaptado de <http://www.saopaulo.sp.leg.br/coronavirus/duvidas/vou-trabalhar-no-sistema-home-office-durante-a-pandemia-o-que-diz-a-lei/>

Texto III Home Office

COMO MUDARAM AS RELAÇÕES DE TRABALHO!

AGORA ALÉM DOS PATRÕES GANHAREM
DINHEIRO COM NOSSA MÃO DE OBRA REMOTA
NÃO PRECISARÃO GASTAR COM O NOSSO
LOCAL DE TRABALHO, NEM COM:

ÁGUA DE BEBEDOURO
ÁGUA DA DESCARGA
VALE TRANSPORTE
VALE REFEIÇÃO
CONTA DE LUZ
TRANSPORTE
CAFEZINHO
NOTEBOOK
CELULAR
INTERNET
TELEFONE
MÓVEIS



Fonte: <http://www.genildo.com/2020/04/home-office.html>

Com base na leitura dos textos de apoio e nos seus conhecimentos, redija um texto dissertativo-argumentativo na modalidade culta escrita da língua portuguesa sobre o seguinte tema: **Pandemia e Home office: uma solução ou um problema?** Organize, selecione e faça inferências, de forma coerente e coesa, argumentando através de fatos para defender de seu ponto de vista.

Instruções

- ✓ O texto com até 7 (sete) linhas escritas será considerado texto em branco.
- ✓ Desenvolva seu texto em prosa, não em poema ou narração;
- ✓ Título é optativo;
- ✓ O texto deve ter, no máximo, 30 linhas.

Referências

TEMENTE, L. ENEM: leia 10 redações nota mil em 2019 e veja dicas de candidatos para fazer um bom texto. **Organizações Globo**, São Paulo, junho 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/enem/2020/noticia/2020/06/03/enem-leia-10-redacoes-nota-mil-em-2019-e-veja-dicas-de-candidatos-para-fazer-um-bom-texto.ghtml>>. Acesso em 04 nov. 2020



Capítulo 10

Simulado

✓ **Consulte o gabarito na página 139.**

1. (ENEM 2014) Antes de técnicas modernas de determinação de paternidade por exame de DNA, o sistema de determinação sanguínea ABO foi amplamente utilizado como ferramenta para excluir possíveis pais. Embora restrito à análise fenotípica, era possível concluir a exclusão de genótipos também. Considere que uma mulher teve um filho cuja paternidade estava sendo contestada. A análise do sangue revelou que ela era tipo sanguíneo AB e o filho, tipo sanguíneo B.

O genótipo do homem, pelo sistema ABO, que exclui a possibilidade de paternidade desse filho é:

- a) $I^A I^A$
- b) $I^A i$
- c) $I^B I^B$
- d) $I^B i$
- e) ii

2. (UFPR - MODIFICADA) De acordo com o IBGE (2005), bioma é “um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade própria”. Considerando essa definição, identifique os distintos biomas brasileiros, numerando a coluna das características de acordo com a coluna das regiões:

1. cobre cerca de 2 milhões de km^2 do território nacional, incluindo os Campos Rupestres; é constituído por diversos tipos de vegetação savânica que diferem entre si pela abundância relativa de espécies rasteiras e espécies de árvores e arbustos, abrangendo desde formas campestres (Campo Limpo) até formas florestais.

2. Originalmente cobria uma área de mais de 1 milhão de km^2 . É um dos mais importantes repositórios de diversidade biológica do país e do planeta. É também o bioma mais ameaçado, com menos de 9% de área remanescente, sendo que 80% dessa área estão em propriedade privada. As Unidades de Conservação correspondem a 2% da área remanescente. O desmatamento é consequência principalmente de atividades agrícolas, de reflorestamento homogêneo (Pinus e Eucalipto) e da urbanização.

3. Um dos mais valiosos patrimônios naturais do Brasil e a maior e mais significativa área úmida do planeta, cobre cerca de 140 mil km² em território brasileiro.
4. É o bioma terrestre com maior floresta tropical do mundo e cerca de 1/3 de todas as espécies do nosso planeta. Possui maior porcentagem por área de Unidades de Conservação (10%) no Brasil.
5. Caracteriza-se como Savana Estépica, baixa pluviosidade e solos férteis, que contêm boa quantidade de minerais básicos para as plantas. Compreende um ecossistema único que apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA dos biomas a qual o texto se refere.

- a) Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Amazônia e Caatinga
- b) Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e Pantanal
- c) Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal, Amazônia e Cerrado
- d) Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica, Amazônia e Caatinga
- e) Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal e Amazônia

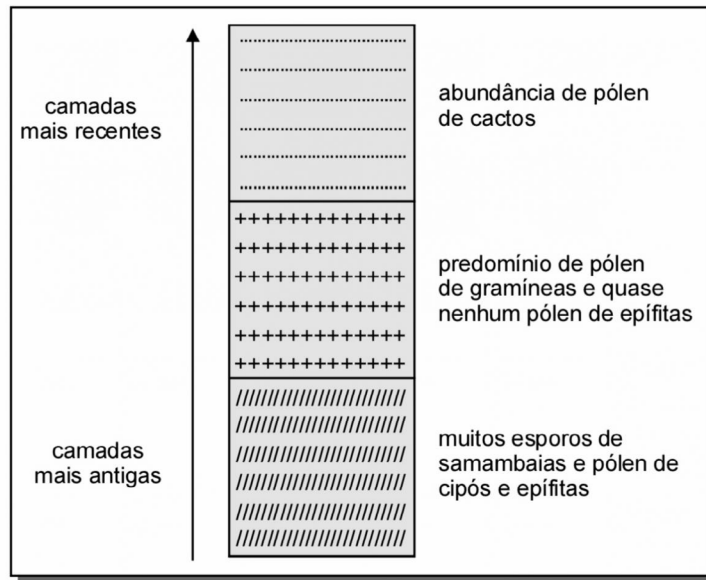
3. (ENEM 2011) Um grupo internacional de cientistas achou um modo de “tapar o nariz” do mosquito do gênero *Anopheles*. As asas são necessárias porque o inseto fareja suas vítimas usando as antenas. Os cientistas descobriram como ocorre a captação de cheiros pelas antenas e listaram algumas substâncias capazes de bloquear a detecção de odores que os mosquitos reconhecem. Essa descoberta possibilita, por exemplo, a criação de um repelente muito mais preciso contra o inseto.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

Se a descoberta descrita no texto for extensiva a outros insetos, pode ajudar a combater algumas doenças no Brasil, como, por exemplo:

- a) dengue, febre amarela, doença de Chagas e leptospirose.
- b) malária, meningite, peste bubônica e doença de Chagas.
- c) doença de Chagas, dengue, febre amarela e leishmaniose.
- d) dengue, cólera, lepra e peste bubônica.
- e) malária, dengue, cólera e leptospirose.

4. (ENEM 2006) A análise de esporos de samambaias e de pólen fossilizados contidos em sedimentos pode fornecer pistas sobre as formações vegetais de outras épocas. No esquema a seguir, que ilustra a análise de uma amostra de camadas mais antigas encontram-se mais distantes da superfície.



Essa análise permite supor-se que o local em que foi colhida a amostra deve ter sido ocupado, sucessivamente, por:

- a) floresta úmida, campos cerrados e caatinga.
- b) floresta úmida, floresta temperada e campos cerrados.
- c) campos cerrados, caatinga e floresta úmida.
- d) caatinga, floresta úmida e campos cerrados.
- e) campos cerrados, caatinga e floresta temperada.

5. (ENEM 2012) Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a:

- a) Adsorção de íons Na^+ sobre a superfície da célula.
- b) Difusão rápida de íons Na^+ para o interior da célula.
- c) Diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- d) Transferência de íons Na^+ da célula para a solução.
- e) Transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução

6. (ENEM 2014) Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

CARACTERÍSTICA	ÁRVORE 1	ÁRVORE 2	ÁRVORE 3	ÁRVORE 4	ÁRVORE 5
Superfície foliar	<i>Coberta por tricomas</i>	<i>Coberta por cera</i>	<i>Coberta por cera</i>	<i>Coberta por espinhos</i>	<i>Coberta por espinhos</i>
Profundidade das raízes	<i>Baixa</i>	<i>Alta</i>	<i>Baixa</i>	<i>Baixa</i>	<i>Alta</i>

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

7. (ENEM 2018) O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes.

Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o(a):

- a) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.
 - b) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.
 - c) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.
 - d) capacidade de controlar a temperatura corporal.
 - e) respiração realizada por pulmões foliáceos.
-

8. (ENEM 2016) Companheira viajante suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece cumprindo seus afazeres domésticos cotidianos, descobrindo seu nicho especial em nossa fogosa cozinha metabólica, mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fornalha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adapta da às células eucariontes, considerando-se como escrava – uma serva a serviço de nossa verdadeira evolução.

(McMURRAY, W. C. The traveler. Trends In Blochcmical Sciences, 1994 - adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto e o(a):

- a) Centríolo
 - b) Lisossomos
 - c) Mitocôndria
 - d) Complexo golgiense
 - e) Retículo endoplasmático liso
-

9. (ENEM 2017) A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um destes são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: www.portaldaretina.com.br. Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado).

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá:

- a) comprometer a capacidade de visão em cores.
 - b) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
 - c) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
 - d) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
 - e) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.
-

10. (ENEM 2009) Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (o vírus que causa a AIDS), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas. Certamente seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico.

TANURI, A.; FERREIRA JUNIOR, O. C. Vacina contra Aids: desafios e esperanças. *Ciência Hoje* (44) 26, 2009 (adaptado).

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria:

- a) induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.
 - b) ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas protetoras.
 - c) produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.
 - d) ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.
 - e) estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.
-

11. (ENEM 2014) Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias (organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucarióticas) assim como os cloroplastos teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta a teoria é a:

- a) Capacidade de produzir moléculas de ATP.
 - b) Presença de parede celular semelhante à de procariontes.
 - c) Presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
 - d) Capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
 - e) Presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.
-

12. (ENEM 2011) Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. Science v.329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à:

- a) possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
 - b) capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
 - c) possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
 - d) possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.
 - e) capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.
-

13. (ENEM 2011) A tecnologia do DNA recombinante tem sido utilizada na produção animal, vegetal e microbiana para a obtenção de substâncias usadas, por exemplo, no processamento de alimentos e na produção de medicamentos.

As bactérias são os organismos mais comumente utilizados nessa técnica, pois apresentam uma série de características propícias para essa tecnologia, como o:

- a) Cromossomo linear e a reprodução via cissiparidade.
- b) Cromossomo circular e a reprodução assexuada do tipo bipartição.
- c) Cromossomo circular associado com histonas e a reprodução via meiose.
- d) Cromossomo circular isolado por uma membrana e a reprodução assexuada.
- e) Cromossomo linear isolado por uma membrana e a reprodução assexuada.

14. (ENEM 2019) Em uma atividade prática, um professor propôs o seguinte experimento:

Materiais: copo plástico pequeno, leite e suco de limão.

Procedimento: coloque leite até a metade do copo plástico e, em seguida, adicione lentamente 20 gotas de limão.

Levando-se em consideração a faixa de pH do suco de limão, a composição biomolecular do leite e os resultados que os alunos observariam na realização do experimento, qual processo digestório estaria sendo simulado?

- a) Ação da bile sobre as gorduras no duodeno.
- b) Ação do suco pancreático sobre as gorduras.
- c) Ação da saliva sobre os carboidratos na boca.
- d) Ação do suco entérico sobre as proteínas no íleo.
- e) Ação do suco gástrico sobre as proteínas no estômago.

15. (ENEM 2016) Portadores de diabetes *insipidus* reclamam da confusão feita pelos profissionais da saúde quanto aos dois tipos de diabetes: *mellitus* e *insipidus*. Enquanto o primeiro tipo está associado aos níveis ou à ação da insulina, o segundo não está ligado à deficiência desse hormônio. O diabetes

insipidus é caracterizado por um distúrbio na produção ou no funcionamento do hormônio antidiurético (na sigla em inglês, ADH), secretado pela neuro-hipófise para controlar a reabsorção de água pelos túbulos renais.

Tendo em vista o papel funcional do ADH, qual é um sintoma clássico de um paciente acometido por diabetes *insipidus*?

- a) Alta taxa de glicose no sangue.
- b) Aumento da pressão arterial.
- c) Ganho de massa corporal.
- d) Anemia crônica.
- e) Desidratação.

16. (ENEM 2013) Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

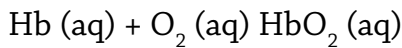
CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). *Química Verde: fundamentos e aplicações*. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas:

- a) hidrelétricas.
- b) termelétricas.
- c) usinas geotérmicas.
- d) fontes de energia solar.
- e) fontes de energia eólica.

17. (ENEM 2015) Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma

diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a):

- a) elevação da pressão arterial.
- b) aumento da temperatura corporal.
- c) redução da temperatura do ambiente.
- d) queda da pressão parcial de oxigênio.
- e) diminuição da quantidade de hemácias.

18. (ENEM 2013 – PPL) A mosca *Drosophila*, conhecida como mosca-das-frutas, é bastante estudada no meio acadêmico pelos geneticistas. Dois caracteres estão entre os mais estudados: tamanho da asa e cor do corpo, cada um condicionado por gene autossômico. Em se tratando do tamanho da asa, a característica asa vestigial é recessiva e a característica asa longa, dominante. Em relação à cor do indivíduo, a coloração cinza é recessiva e a cor preta, dominante. Em um experimento, foi realizado um cruzamento entre indivíduos heterozigotos para os dois caracteres, do qual foram geradas 288 moscas. Dessas, qual é a quantidade esperada de moscas que apresentam o mesmo fenótipo dos indivíduos parentais?

- a) 288
- b) 162
- c) 108
- d) 72
- e) 54

19. (ENEM 2015) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas a água.

Uma das características a que o texto se refere é a:

- a) reprodução por viviparidade.
- b) respiração pulmonar nos adultos.
- c) regulação térmica por endotermia.
- d) cobertura corporal delgada e altamente permeável.
- e) locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

20. (ENEM 2015) A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a):

- a) eutrofização.
- b) proliferação de algas.
- c) inibição da fotossíntese.
- d) fotodegradação da matéria orgânica.
- e) aumento da quantidade de gases dissolvidos

21. (ENEM 2017) Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*), mamíferos da família dos golfinhos, são excelentes indicadores da poluição das áreas em que vivem, pois passam toda a sua vida – cerca de 30 anos – na mesma região. Além disso, a espécie acumula mais contaminantes em seu organismo, como o mercúrio, do que outros animais da sua cadeia alimentar.

MARCOLINO, B. Sentinelas do mar. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque:

- a) são animais herbívoros.
- b) são animais detritívoros.
- c) são animais de grande porte.
- d) digerem o alimento lentamente.
- e) estão no topo da cadeia alimentar.

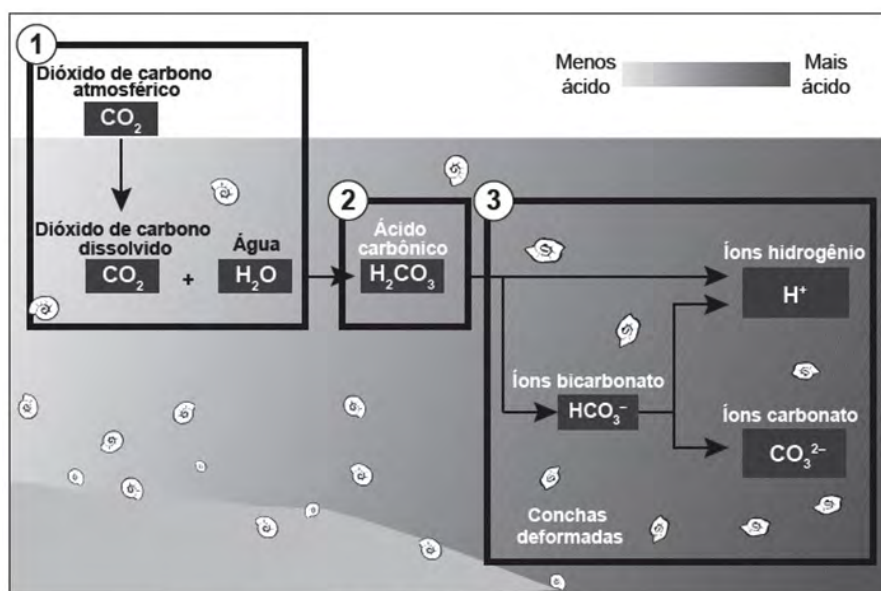
22. (ENEM 2016) O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxiado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina interferindo com a função dos microtúbulos.

KRETZER, I. F. Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol - LDE. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- a) Divisão celular
- b) Transporte passivo
- c) Equilíbrio Osmótico
- d) Geração de energia
- e) Síntese de proteína

23. (ENEM 2014) Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a):

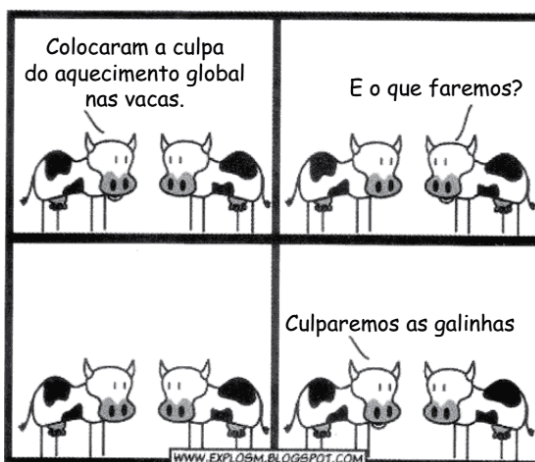
- a) seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- b) excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- c) menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- d) estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- e) dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

24. (ENEM 2010) A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento:

- a) antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
- b) vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira* sp.
- c) soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.
- d) antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
- e) soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira* sp. e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

25. (ENEM 2011)



De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (*Livestock’s Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de:

- a) metano durante o processo de digestão.
- b) óxido nítrico durante o processo de ruminação.
- c) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- d) óxido nítrico durante o processo respiratório.
- e) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

26. (ENEM 2012) A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é:

- a) o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
 - b) a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
 - c) a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
 - d) a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
 - e) o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.
-

27. (ENEM PPL 2019) Um herbicida de largo espectro foi desenvolvido para utilização em lavouras. Esse herbicida atua inibindo a atividade de uma enzima dos vegetais envolvida na biossíntese de aminoácidos essenciais. Atualmente ele é bastante utilizado em plantações de soja, podendo inclusive inibir a germinação ou o crescimento das plantas cultivadas.

De que forma é desenvolvida a resistência da soja ao herbicida?

- a) Expondo frequentemente uma espécie de soja a altas concentrações do herbicida, levando ao desenvolvimento de resistência.
- b) Cultivando a soja com elevadas concentrações de aminoácidos, induzindo a formação de moléculas relacionadas à resistência.
- c) Empregando raios X para estimular mutações em uma variedade de soja, produzindo a enzima-alvo resistente ao herbicida.
- d) Introduzindo na soja um gene específico de outra espécie, possibilitando a produção da enzima de resistência ao herbicida.
- e) Administrando a enzima-alvo nos fertilizantes utilizados na lavoura, promovendo sua absorção pela espécie cultivada.

28. (ENEM 2015) A cariotipagem é um método que analisa células de um indivíduo para determinar seu padrão cromossômico. Essa técnica consiste na montagem fotográfica, em sequência, dos pares de cromossomos e permite identificar um indivíduo normal (46, XX ou 46, XY) ou com alguma alteração cromossômica. A investigação do cariótipo de uma criança do sexo masculino, com alterações morfológicas e comprometimento cognitivo, verificou que ela apresentava fórmula cariotípica 47, XY, +18.

A alteração cromossômica da criança pode ser classificada como:

- a) estrutural, do tipo deleção
- b) numérica, do tipo euploidia.
- c) numérica, do tipo poliploidia.
- d) estrutural, do tipo duplicação.
- e) numérica, do tipo aneuploidia.

29. (ENEM 2019) Esquistossomose (barriga-d'água) caracteriza-se pela inflamação do fígado e do baço causada pelo verme *Schistosoma mansoni* (esquistossomo). O contágio ocorre depois que larvas do verme são liberadas na água pelo caramujo do gênero *Biomphalaria*, seu hospedeiro intermediário, e penetram na pele humana.

Após o diagnóstico, o tratamento tradicional utiliza medicamentos por via oral para matar o parasita dentro do corpo. Uma nova estratégia terapêutica baseia-se na utilização de uma vacina, feita a partir de uma proteína extraída do verme, que induz o organismo humano a produzir anticorpos para combater e prevenir a doença.

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Fiocruz anuncia nova fase de vacina para esquistossomose. Disponível em: <http://agencia.fiocruz.br>. Acesso em: 3 maior 2019 (adaptado).

Uma vantagem da vacina em relação ao tratamento tradicional é que ela poderá:

- a) impedir a penetração do parasita pela pele.
- b) eliminar o caramujo para que não haja contágio.
- c) impedir o acesso do esquistossomo especificamente para o fígado.
- d) eliminar o esquistossomo antes que ocorra contato com o organismo.
- e) eliminar o esquistossomo dentro do organismo antes da manifestação de sintomas.

30. (ENEM 2009) Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência:

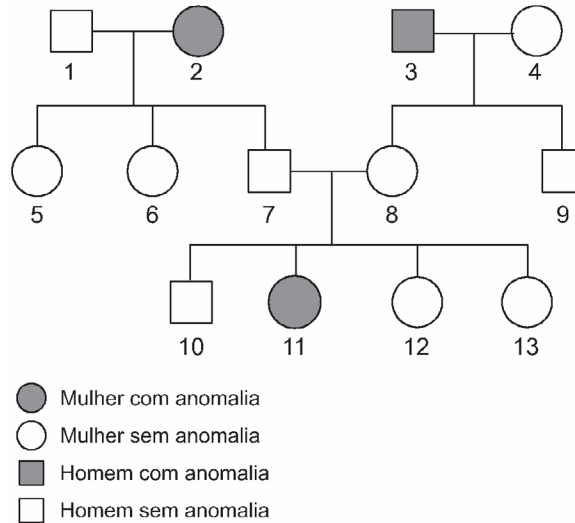
- a) o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- b) a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- c) o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- d) impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- e) a criação de animais transgênicos.

31. (ENEM 2018) Uma idosa residente em uma cidade do interior do país foi levada a um hospital por sua neta. Ao examiná-la, o médico verificou que a senhora apresentava um quadro crônico de edema linfático nos membros inferiores e nos seios, concluindo ser um caso de elefantíase ou filariose linfática. Preocupada com a possibilidade de adquirir a mesma doença, a neta perguntou ao médico como era possível se prevenir.

Qual foi a orientação dada à jovem pelo médico?

- a) Usar repelentes e telas em janelas, já que a doença é transmitida por mosquito.
- b) Evitar nadar em rios, lagos e lagoas da região, já que a doença é transmitida pela água contaminada.
- c) Evitar contato com animais de zoológicos, uma vez que se trata de uma zoonose veiculada por grandes mamíferos.
- d) Realizar exames médicos periódicos para detectar precocemente a doença, já que se trata de uma enfermidade hereditária.
- e) Manter uma dieta balanceada e prática regular de atividades físicas, uma vez que a doença está associada ao sedentarismo.

32. (ENEM 2017) O heredograma mostra a incidência de uma anomalia genética em um grupo familiar.



O indivíduo representado pelo número 10, preocupado em transmitir o alelo para a anomalia genética a seus filhos, calcula que a probabilidade de ele ser portador desse alelo é de:

- a) 0%
- b) 25%
- c) 50%
- d) 67%
- e) 75%

33. (ENEM 2019) Na família Retroviridae encontram-se diversos vírus que infectam aves e mamíferos, sendo caracterizada pela produção de DNA a partir de uma molécula de RNA. Alguns retrovírus infectam exclusivamente humanos, não necessitando de outros hospedeiros, reservatórios ou vetores biológicos. As infecções ocasionadas por esses vírus vêm causando mortes e grandes prejuízos ao desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, pesquisadores têm produzido medicamentos que contribuem para o tratamento dessas doenças.

Que avanços tecnológicos têm contribuído para o tratamento dessas infecções virais?

- a) melhoria dos métodos de controle dos vetores desses vírus.
 - b) fabricação de soros mutagênicos para combate desses vírus.
 - c) investimento da indústria em equipamentos de proteção individual.
 - d) produção de vacinas que evitam a infecção das células hospedeiras.
 - e) desenvolvimento de antirretrovirais que dificultam a reprodução desses vírus.
-

34. (ENEM 2009 - PPL) Considere que exista um gene com dois alelos: um dominante, que permite a expressão da cor, e um recessivo, que não permite a expressão da cor. Considere, ainda, que, em um oceano, existam duas ilhas próximas e que, na ilha 1, todos os ratos apresentem pelagem branca e, na ilha 2, todos apresentem pelagem selvagem. Nesse contexto, considere que a consequência de uma atividade vulcânica tenha sido o surgimento de uma ponte entre as duas ilhas, o que permitiu o trânsito dos ratos nas duas ilhas. Suponha que, em decorrência disso, todos os acasalamentos tenham ocorrido entre ratos de ilhas diferentes e a geração seguinte (F1) tenha sido composta exclusivamente de ratos com pelagem selvagem.

Considerando-se que os acasalamentos para a formação da próxima geração (F2) sejam ao acaso, é correto afirmar que essa geração será constituída de ratos com pelagem:

- a) branca.
 - b) selvagem.
 - c) 50% branca e 50% selvagem.
 - d) 75% branca e 25% selvagem.
 - e) 75% selvagem e 25% branca.
-

35. (ENEM 2006) A ocupação predatória associada à expansão da fronteira agropecuária e acelerada pelo plantio da soja tem deflagrado, com a perda da cobertura vegetal, a diminuição da biodiversidade, a erosão do solo, a escassez e a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado. Segundo ambientalistas, o cerrado brasileiro corre o risco de se transformar em um deserto. A respeito desse assunto, analise as afirmações abaixo.

I Considerando-se que, em 2006, restem apenas 25% da cobertura vegetal original do cerrado e que, desse percentual, 3% sejam derrubados a cada ano, estima-se que, em 2030, o cerrado brasileiro se transformará em deserto.

II Sabe-se que a eventual extinção do bioma cerrado, dada a pobreza que o caracteriza, não causará impacto sistêmico no conjunto dos biomas brasileiros.

III A substituição de agrotóxicos por bioinseticidas reduz a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado.

É correto o que se afirma:

- a) apenas em I.
- b) apenas em III.
- c) apenas em I e II.
- d) apenas em II e III.
- e) em I, II e III.



ÇABARITO:

1. a	8. c	15. e	22. a	29. e
2. a	9. a	16. b	23. e	30. d
3. c	10. a	17. d	24. b	31. a
4. a	11. d	18. b	25. a	32. d
5. e	12. d	19. d	26. e	33. e
6. b	13. b	20. c	27. d	34. e
7. b	14. e	21. e	28. e	35. b

Capítulo 11

Biologia Check: Considerações Finais

• Ana Carolina Almeida • Fernanda Fernandes Cavalcanti • Alessandra Schnadelbach • Priscila Camelier

Eaí, ainda acham a Biologia complicada?? Nós, de verdade, esperamos que não! Esperamos que vocês tenham entendido que a Biologia está em todos os aspectos de nossas vidas e cotidiano! Mais do que isso, esperamos que estejam mais familiarizados com os cinco principais tópicos de Biologia que são abordados no ENEM: Desequilíbrio Ecológico, Cadeias Alimentares, Citologia, Programas de Saúde e Engenharia Genética. Nos capítulos anteriores, descomplicamos os principais conceitos necessários para realizar uma boa prova e estar mais perto de iniciar o ensino superior, no curso e faculdade/universidade que vocês escolherem!

.....■ Algumas dicas finais podem facilitar a compreensão das questões de Biologia abordadas no ENEM. Abaixo, apresentamos quatro principais.

.....■ Em primeiro lugar, leia os enunciados tentando identificar quais são os conceitos que estão sendo abordados. Não tente encontrar a resposta correta apenas eliminando as alternativas – ao contrário, tente pensar na resposta que você daria se não tivesse as alternativas e depois analise com calma qual é a alternativa que mais corresponde à sua resposta. Também não se assuste com enunciados longos! Muitas vezes as respostas são mais simples do que parecem e os enunciados servem apenas para contextualizar melhor a questão.

.....■ Em segundo lugar, a Biologia é uma disciplina muito relacionada com nomes. Assim, se você souber o significado dos nomes, terá uma boa noção do conteúdo abordado no enunciado das questões e conseguirá encontrar a resposta e alternativa corretas com mais facilidade. Por exemplo, a própria palavra Biologia é formada pela junção de dois termos: a palavra grega *bios*, que significa vida + o sufixo “-logia”, que significa “ciência de”, “conhecimento de” ou “estudo de”. Então, fica fácil entender que Biologia é o estudo/ciência da vida. Alguns sufixos/prefixos são bem frequentes nas questões de Biologia: *pro* = primeiro; *eu* = verdadeiro; *a* = não/sem/fora; *anti* = oposto; *cida*, = algo que mata; *cito*, = célula; *di* = dois; *epi* = sobre/acima de; *hemo* = sangue; *hetero* = diferente; *homo* = igual; *hidro* = água; *hiper* = acima de/mais do que; *hipo* = abaixo de/menos do que; *inter* = entre/junto; *intra* = dentro/interior de; *micro* = pequeno; *mono* = um; *poli* = muitos; *pro* = antes/que dá origem a; *pseudo* = falso; *soma* = corpo.

.....■ Em terceiro lugar, lembre que todos os conceitos da Biologia estão conectados. Como visto em nosso capítulo introdutório, a Biologia não é só a ciência que

estuda a vida, mas também a ciência que investiga a evolução desses seres e a interação entre os seres vivos e deles com o ambiente. Também vimos no capítulo introdutório que a célula é a menor unidade estrutural dos seres vivos. Mas, além disso, a célula pode ser considerada a menor unidade estrutural de muitos ecossistemas, como as florestas que são formadas por plantas que, por sua vez, são formadas por células vegetais. E, além disso, o funcionamento celular básico é o mesmo em todos os organismos e ecossistemas. Assim, conectar todos os conhecimentos adquiridos nesse livro com certeza irá facilitar sua compreensão sobre a Biologia e sobre as questões de Biologia no ENEM.

.....■ Em quarto e último lugar, percebam que a Biologia está diariamente em nossas vidas. A começar porque somos seres vivos animais – todo o nosso corpo é regido pelos princípios da Biologia. Depois, porque vivemos e habitamos em ecossistemas diversos com maiores ou menores alterações causadas pelo homem – as cidades abrigam rios, lagos, montanhas, remanescentes de matas, praias etc. E, ainda, porque a Biologia afeta diretamente nossas vidas – afinal, estamos vivendo um momento de pandemia causada pela disseminação de um vírus, não é mesmo? Por fim, porque todos os dias temos acesso a notícias relacionadas com a Biologia, por exemplo, “Rompimento da barragem de Brumadinho”, “Criação de vacina contra o coronavírus”, “Novo fóssil de dinossauro achado no Brasil”, “Aquecimento global e mudanças climáticas”, “Vazamento de óleo em praias do Nordeste”, “Pele de tilápia usada para tratamentos de queimaduras” etc.

.....■ Nesse capítulo final, também não podemos esquecer dos professores do Curso de Extensão “Biologia Check! Revisões para arrasar no ENEM” (BioCheck)! Esses professores são alunos e alunas do PPGBioEvo do IBIO da UFBA e alguns convidados especiais. Abaixo, listamos e apresentamos nossos alunos e alunas do PPGBioEvo que foram os organizadores (e professores!) do BioCheck, além de autores da maioria dos capítulos deste livro.



Allana Martins da Encarnação Magalhães – Bióloga (UFBA) e Mestra em Diversidade Animal (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Sistemática, Ecologia e História Natural de Anfíbios Neotropicais. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6790742661148391>



Amanda Andrade do Rosário – Bióloga (UFBA) e Mestranda em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Doenças parasitárias, Biologia molecular e Entomologia. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/5098719559575265>



Bruno Cajado Almeida Gouveia – Biólogo (UFBA) e Mestrando em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Biologia reprodutiva e Expressão gênica de esponjas marinhas. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/9893381177614951>



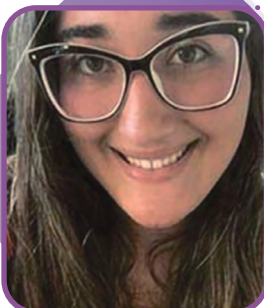
Cecil Pergentino Fazolato – Biólogo (Universidade Católica do Salvador), Mestre em Ecologia e Biomonitoramento (EcoBio/UFBA) e Doutorando em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Evolução e biogeografia de lagartos. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/4896613321693737>



Hédina Basile Bezerra – Bióloga (UFBA) e Mestranda em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Genética, Fisiologia e Evolução Vegetal. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/9195020852035418>



Rafael Pereira da Silva – Biólogo (Universidade Federal de Pernambuco), Mestre em Biologia Animal (PPGBA/UFPE) e Doutorando em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Sistemática e Biogeografia de insetos aquáticos. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/4809009611713171>



Rayana Tiago Dutra – Bióloga (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia), Mestra em Genética, Biodiversidade e Conservação (PPGGBC/UESB) e Doutoranda em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo/UFBA). Atualmente, trabalha com Sistemática e Filogeografia de peixes de águas doce. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3646000186358343>

Por fim, abaixo nos apresentamos (as professoras orientadoras do BioCheck!).



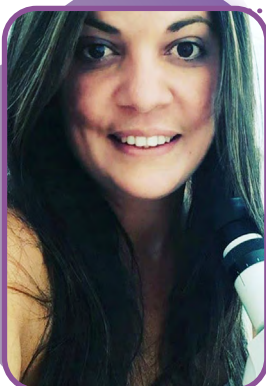
Alessandra Selbach Schnadelbach – Bióloga (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Mestra em Genética e Biologia Molecular (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e Doutora em Ciências (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Tem experiência em Genética, ênfase em Genética e Evolução Vegetal. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3534813150154706>



Ana Carolina Sousa de Almeida – Bióloga (UFBA), Mestra em Diversidade Animal (UFBA) e Doutora em Biologia Animal (UFPE). Tem experiência na área de Zoologia, atuando com ênfase em Taxonomia, Morfologia, Associação e Bioinvasão de briozoários marinhos. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/1869270589114715>



Fernanda Fernandes Cavalcanti – Bióloga (UFRJ), Mestre e Doutora em Ciências Biológicas/Zoologia (Museu Nacional do Rio de Janeiro/UFRJ). Tem experiência nas áreas de Zoologia e Biologia Marinha, com ênfase na Sistemática de esponjas calcárias e na Dinâmica Populacional, Bioinvasão e Biologia de esponjas marinhas. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6265288896605456>



Priscila Camelier de Assis Cardoso – Bióloga (UFBA), Mestre em Diversidade Animal: Zoologia (UFBA) e Doutora em Ciências (Sistemática, Taxonomia Animal e Biodiversidade) (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo). Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Sistemática, Taxonomia, Genética, Filogeografia e Biogeografia de peixes de água doce. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/5822288200392555>

■ Lembramos que todas as aulas do BioCheck foram transmitidas e estão disponíveis no Canal do YouTube PPGBioEvo UFBA (<https://www.youtube.com/PPGBioEvoUFBA>). E, se ainda tiverem dúvidas, escrevam para bioevo.ufba@gmail.com que teremos o maior prazer em responder aos seus questionamentos! Boa sorte no ENEM e lembrem-se de nunca desistir dos seus sonhos!

E-book composto nas fontes Chaparral Pro e Amaranth.
Produzido por Métis Produ o Editorial.

Agradecimentos:



Universidade
Federal da Bahia



PROEXT
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



UFBA - Instituto de Biologia



PPG BIOEVO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

MUSEU DE
**HISTÓRIA
NATURAL**
DA BAHIA



fapesb 
Fundação de Amparo
à Pesquisa do Estado da Bahia


CAPES

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

Produção editorial:

 **métis**