

# Unidade Curricular

## *Bioquímica e a relação homem e natureza*

Material de apoio à ação  
docente



**SECRETARIA DE  
EDUCAÇÃO E ESPORTES**

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

**Secretário de Educação e Esportes**

Marcelo Andrade Bezerra Barros

**Secretário Executivo Planejamento e Coordenação**

Leonardo Ângelo de Souza Santos

**Secretária Executiva do Desenvolvimento da Educação**

Ana Coelho Vieira Selva

**Secretária Executiva de Educação Profissional e Integral**

Maria de Araújo Medeiros

**Secretário Executivo de Administração e Finanças**

Alamartine Ferreira de Carvalho

**Secretário Executivo de Gestão da Rede**

João Carlos Cintra Charamba

**Secretário Executivo de Esportes**

Diego Porto Perez



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

### Equipe de elaboração

*Francyana Pereira dos Santos*

### Equipe de coordenação

*Alison Fagner de Souza e Silva*  
Chefe da Unidade do Ensino Médio (GEPEM/SEDE)

*Durval Paulo Gomes Júnior*  
Assessor Pedagógico (SEDE/SEE-PE)

### Revisão

*Andrezza Shirlene Figueiredo de Souza*  
*Cléber Gonçalves da Silva*



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

### Sumário

<b>1. Apresentação</b>	<b>5</b>
<b>2. Macromoléculas e a relação homem-ambiente</b>	<b>10</b>
Orientações para realização de atividades	35
Orientações para a Avaliação	36
<b>3. Fatores bióticos e abióticos que se relacionam com o homem</b>	<b>37</b>
Orientações para realização de atividades	40
Orientações para a Avaliação	41
<b>4. Práticas sustentáveis que fortaleçam o equilíbrio da relação homem-ambiente</b>	<b>42</b>
Orientações para realização de atividades	45
Orientações para a Avaliação	46
<b>5. Referencial Bibliográfico</b>	<b>47</b>



## I. Apresentação

O Material de Apoio à Ação Docente é um referencial inicial para auxiliar o professor no desenvolvimento da Unidade Curricular **Bioquímica e a Relação Homem e Natureza** durante o semestre. Não pretendemos construir um material único para essa tarefa, afinal, o professor tem autonomia para consultar suas próprias referências, no entanto, gostaríamos de participar desse momento com algumas indicações.

Feito essas considerações iniciais, esclarecemos que partimos do Currículo de Pernambuco para o Ensino Médio no que se refere aos Itinerários Formativos, na perspectiva de aprofundar, contextualizar e complementar os conhecimentos elementares descritos na Formação Geral Básica (FGB).

A Bioquímica é uma temática que aborda objetos de conhecimento das áreas de química e biologia, voltada principalmente para o estudo químico dos processos biológicos que ocorrem nos seres vivos, enfocando a estrutura e função de componentes celulares como proteínas, carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e outras biomoléculas. Para muitos autores, essa ciência trabalha na complementaridade da química e biologia, para explicar muitos fenômenos que ocorrem nos sistemas vivos, sendo definida como a ciência da química da vida. Nesse sentido, na Unidade Curricular intitulada Bioquímica e a relação homem e natureza busca compreender a conexão, que deveria ser equilibrada, entre o homem e o ambiente (natureza).

Um indicativo da importância do estudo desta Unidade Curricular é sua aplicação nos mais diversos campos de atuação profissional, e também, a reflexão sobre a relação do homem com o meio ambiente e como otimizar esta relação. Afinal, a história da humanidade é construída a partir da relação que o homem



estabelece entre si e com a natureza externa a eles, o meio ambiente. E desde a Revolução Industrial, a ação do homem sobre o meio ambiente tem se tornado cada vez mais insustentável e destrutiva (PASSOS; OLIVEIRA, 2021).

Nesse sentido, constatando tal situação, refletimos que a educação ambiental pode apontar uma direção no sentido de reestabelecer o equilíbrio entre o conforto conquistado pelo homem e a conservação/preservação da natureza. Ou seja, por meio do desenvolvimento de uma consciência ambiental, é possível construir uma nova relação entre o homem e o meio ambiente, uma relação mais sustentável. Isso porque é por meio do conhecimento sobre a exploração dos recursos naturais e a crise ambiental que ameaça a sobrevivência das espécies, é que podemos contribuir elaborando alternativas estratégicas para melhorar a participação social dos coletivos que podem, provavelmente, interferir de forma diferente no meio ambiente.

A **ementa** da Unidade Curricular propõe:

Seleção e investigação das estruturas (classificação, função e metabolismo) dos carboidratos, lipídeos, aminoácidos, peptídeos, proteínas, enzimas, vitaminas, coenzimas e ácidos nucléicos para compreensão do equilíbrio na relação homem e ambiente. Seleção e investigação dos fatores bióticos (seres vivos) e abióticos (água, solo, atmosfera, radiação, pressão e temperatura) do ambiente que se relacionam com o homem. Mobilização de práticas afirmativas, solidárias e sustentáveis voltadas para o desenvolvimento de pesquisas científicas que fortaleçam o equilíbrio da relação homem e ambiente.

Por essa razão, o Currículo da Rede Estadual de Pernambuco irá trabalhar a Unidade Curricular *Bioquímica e a relação homem e natureza* em três trilhas que compõem o Portfólio dos Itinerários Formativos, a saber: Trilha **Modos de Vida, Cuidado e Inventividade**; Trilha **Saúde Coletiva e Qualidade de Vida** e Trilha



**Meio Ambiente e Sociedade.** Embora cada trilha tenha um perfil do egresso específico, essas três Trilhas trarão reflexões relativas ao homem, ao meio ambiente e a relação estabelecida entre eles, cada uma com enfoques e aspectos pertinentes aos objetivos da trilha.

As Unidades Curriculares foram organizadas em semestre e cada semestre recebeu um nome, a Unidade em questão pertence ao percurso formativo intitulado de Pesquisas em Meio Ambiente, no qual utilizaremos ferramentas das diversas áreas do conhecimento para dinamizar ações e práticas voltadas para a preservação e conservação do meio ambiente. Nesse percurso, os estudantes terão a oportunidade de vivenciar práticas de investigação, através da matemática, da química ambiental, da saúde ambiental, da bioquímica e sua relação com o homem e com a natureza.

Em todas as Trilhas em que a Unidade Curricular aparece os conceitos básicos de bioquímica serão estudados e discutidos sempre à luz da interferência humana, abordando os aspectos positivos e negativos dessa relação, buscando suscitar reflexões sobre a nossa prática no meio ambiente encontrando possibilidades para o estabelecimento de uma relação mais sustentável e ambientalmente responsável.

Para isso, abordaremos os seguintes objetos de conhecimento: estrutura, classificação, função e metabolismo dos carboidratos, lipídeos, aminoácidos, peptídeos, proteínas, enzimas, vitaminas, coenzimas e ácidos nucleicos; fatores bióticos (seres vivos) e abióticos (água, solo, atmosfera, radiação, pressão e temperatura) do ambiente e a relação com o homem; e práticas afirmativas, solidárias e sustentáveis voltadas para o desenvolvimento do equilíbrio da relação homem e ambiente.

Tais conceitos estão associados aos objetivos da Unidade Curricular e são pertinentes aos *Eixos Estruturantes* de **Investigação Científica e Mediação e**



**Intervenção Sociocultural.** Aquele eixo tem como ênfase ampliar a capacidade dos estudantes de investigar a realidade, compreendendo, valorizando e aplicando o conhecimento sistematizado, por meio da realização de práticas e produções científicas relativas a uma ou mais Áreas de Conhecimento, à Formação Técnica e Profissional, bem como a temáticas de seu interesse. Bem como tem por objetivos: aprofundar conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos; ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer científico; utilizar esses conceitos e habilidades em procedimentos de investigação voltados à compreensão e enfrentamento de situações cotidianas, com proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019).

Consolidando o exposto, o eixo **Mediação e Intervenção Sociocultural** tem como ênfase expandir a capacidade dos estudantes de idealizar e realizar projetos criativos associados a uma ou mais Áreas de Conhecimento, à Formação Técnica e Profissional, bem como a temáticas de seu interesse. E tem por objetivos: aprofundar conhecimentos sobre as artes, a cultura, as mídias e as ciências aplicadas e sobre como utilizá-los para a criação de processos e produtos criativos; ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer criativo; utilizar esses conhecimentos e habilidades em processos de criação e produção voltados à expressão criativa e/ou à construção de soluções inovadoras para problemas identificados na sociedade e no mundo do trabalho (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019).

A fim de complementar os objetivos dos Eixos Estruturantes as habilidades desta Unidade Curricular foram construídas pensando em orientar os professores a estimularem os estudante a selecionar, investigar e mobilizar dados que exprimem a interrelação entre os fatores bióticos e abióticos da dinâmica dos fenômenos físicos, químicos e biológicos, incentivando o desenvolvimento de práticas afirmativas,



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

solidárias e sustentáveis que estimulem o equilíbrio na relação homem e ambiente (Habilidade associada ao eixo Investigação Científica - EMIFCNT03PE).

Relativo à Habilidade associada ao eixo Mediação e Intervenção Sociocultural (EMIFCNT07PE), orientamos que os professores busquem desenvolver nos estudantes a capacidade de identificar situações problemas que compõem o panorama da saúde local, propondo intervenções socioculturais e ambientais para fins de transformação e reflexo na qualidade de vida.

Este material de apoio não pretende ser exclusivo ao desenvolvimento desta Unidade Curricular, porém pretende trazer uma compilação de conceitos, elementos fundamentais e práticas pedagógicas para subsidiar o trabalho do professor. Este deve tecer seus planejamentos de forma autônoma e crítica, fomentado nos documentos orientadores, nas suas experiências, enquanto professor pesquisador e outras fontes de estudos que acharem pertinentes.



## 2. Macromoléculas e a relação homem-ambiente

Este primeiro tópico atribuído à ementa desta unidade curricular elenca o estudo dos carboidratos, lipídeos, aminoácidos, peptídeos, proteínas, enzimas, vitaminas, coenzimas e ácidos nucleicos a fim de buscar compreender como a estrutura, classificação, função e metabolismo destas macromoléculas podem relacionar o homem ao ambiente.

A bioquímica está por trás de todo fenômeno biológico que ocorre no organismo humano, e portanto, estudá-la vai muito além de memorizar vias metabólicas e nomes de enzimas. Por meio do seu estudo, entendemos o funcionamento dos processos vitais em nível celular e até molecular, servindo de substrato para muitas outras ciências como fisiologia, farmacologia, patologia, entre outras que são estudadas na área da saúde (DALPAI; BARSCHAK, 2018).

A compreensão dos conceitos básicos da bioquímica nos ajudam a compreender os processos que ocorrem dentro de uma célula e que permitem a sua sobrevivência, mas também nos permite compreender como as células interagem e como se comunicam. Tal interação faz com que não sejamos apenas uma grande “bola de células”, mas sim um organismo complexo cujo funcionamento depende de sistemas fisiológicos interconectados. A transdução de sinais nada mais é do que a comunicação entre as células, o que permite a regulação de processos metabólicos, controle de crescimento e diferenciação celular, entre outras funções (DALPAI; BARSCHAK, 2018).

Para tanto, é necessário pesquisar estruturas, classificação, função e metabolismo de biomoléculas (carboidratos, lipídeos, aminoácidos, peptídeos, proteínas, enzimas, vitaminas, coenzimas e ácidos nucleicos) responsáveis pelas reações química que ocorrem nos organismos vivos e auxiliam na compreensão da



relação homem e ambiente (SILVA; SILVA, 2010). A seguir trazemos alguns aspectos de cada biomolécula citada.

## Carboidratos

Carboidratos, hidratos de carbono ou glicídios, popularmente conhecidos como açúcares, são as macromoléculas responsáveis primariamente pelo fornecimento de energia aos sistemas bioquímicos. A unidade básica que forma um açúcar é o monossacarídeo. Por sua vez, dois a dez monossacarídeos unidos por ligações glicosídicas são chamados oligossacarídeos. Já os polissacarídeos são muito maiores, contendo centenas de unidades de monossacarídeos (DALPAI; BARSCHAK, 2018).

Ambos, tanto o termo carboidrato, como a sua sinonímia, hidratos de carbono, já nos dizem alguma coisa sobre a estrutura desse grupo de biomoléculas. Você facilmente associará essa denominação com a fórmula geral dos carboidratos:  $C_n(H_2O)_n$ . O carboidrato mais comumente representado com essa fórmula geral é a glicose -  $C_6H_{12}O_6$  (MARQUES, 2014).

Esta biomolécula constitui  $\frac{3}{4}$  do mundo biológico e aproximadamente 80% do aporte calórico da humanidade. A glicose é o carboidrato mais importante. É sob essa forma que a maior parte dos carboidratos da dieta é absorvida pela corrente sanguínea ou é em glicose que o fígado converte os outros açúcares. Também é a partir da glicose que todos os carboidratos do organismo são formados (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019). As principais fontes de carboidratos são os vegetais, que os sintetizam por meio da fotossíntese. E estão presentes em vários alimentos, como: os frutos, o leite, as raízes, o arroz, trigo, milho, feijão, ervilha, lentilha, grão de bico, melado, mel, açúcar (ALVES, 2014).



Ao se observar a estrutura de uma molécula de carboidrato, fica mais fácil entender a fórmula geral representativa, dado que praticamente todos os carbonos (C) presentes na molécula estão ligados a uma hidroxila (OH) e a um hidrogênio (H). Por isso, os carboidratos tendem a ser hidrofílicos, a não ser quando polimerizados (MARQUES, 2014).

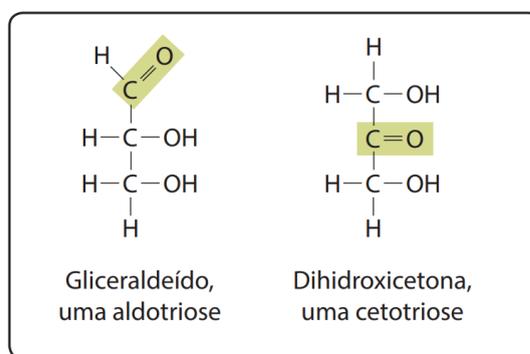


Figura 1 - Estrutura de dois carboidratos simples (polihidroxialdeído e polihidroxicetona).

Fonte: MARQUES, 2014.

A figura 1 mostra a estrutura de dois carboidratos simples. Note que um dos carbonos apresenta um grupo aldeído ( $\text{H}-\text{C}=\text{O}$ ) em uma das moléculas representadas, enquanto a outra apresenta um grupo cetona ( $\text{C}=\text{O}$ ) em um dos carbonos. Assim, os carboidratos são estruturalmente mais bem definidos como polihidroxialdeídos ou polihidroxicetonas (MARQUES, 2014).

Quanto ao número de unidades glicosídicas, podemos classificar os carboidratos como: monossacarídeos (os mais simples e de menor peso molecular, atuam na formação de carboidratos maiores), oligossacarídeos (contêm entre duas a dez moléculas de monossacarídeos) e polissacarídeos (carboidratos com uma condensação muito grande de moléculas de monossacarídeos) (SILVA; SILVA, 2010), conforme esquema apresentado na figura 2.

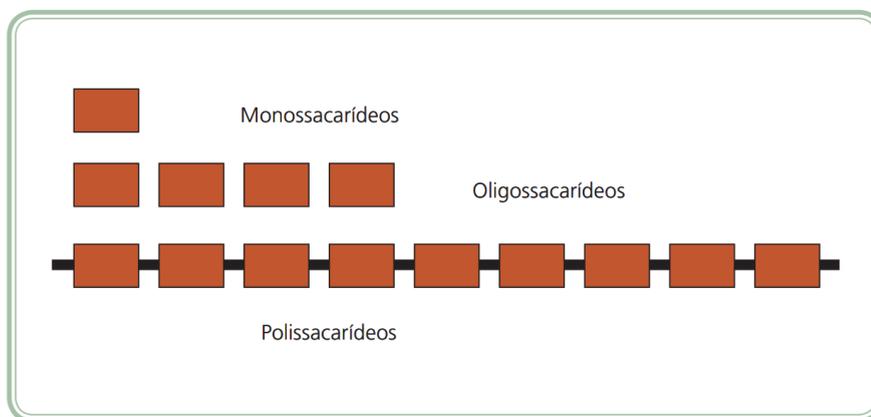


Figura 2 – Esquema demonstrando a estrutura dos diferentes tipos de carboidratos.

Fonte: SILVA; SILVA, 2010.

Os açúcares simples são classificados como monossacarídeos ou oses. Eles se diferenciam entre si pelo número de carbonos na cadeia e pela presença ou de um grupo aldeído ou de um grupo cetona. Assim, conforme mencionamos, os monossacarídeos podem ser polihidroxialdeídos ou polihidroxicetonas. Uma forma mais simples de designarmos é como aldoses ou cetoses, respectivamente (MARQUES, 2014).

Os monossacarídeos mais simples encontrados na natureza apresentam três átomos de carbono e são, conseqüentemente, denominados de trioses. A aldotriose (aldose com três átomos de carbono) é o gliceraldeído, e a cetotriose (cetose com três átomos de carbono) correspondente é a dihidroxicetona (Figura 1). As estruturas, em particular aquelas com cinco ou seis átomos de carbono, existem normalmente como moléculas cíclicas, em vez de apresentarem a forma de cadeia aberta. A formação dessa estrutura cíclica é resultado de uma reação intramolecular entre os grupos funcionais de carbonos distintos (MARQUES, 2014), como podemos visualizar na figura 3.

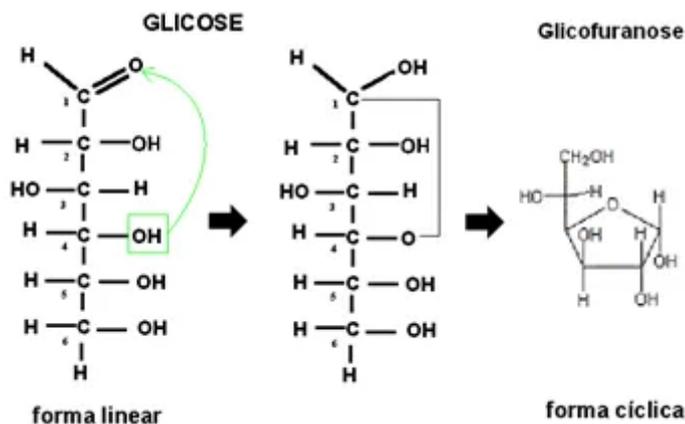


Figura 3 - Ciclização da glicose, com formação da glicofuranose.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/ciclizacao-das-oses.htm>.

Os monossacarídeos podem ligar-se entre si para formar moléculas contendo algumas unidades de monossacarídeos unidas covalentemente, os oligossacarídeos (oligo = alguns). Essa ligação é denominada de ligação glicosídica ou de O-glicosídicas, uma vez que um açúcar está ligado a um átomo de oxigênio da outra molécula de açúcar (MARQUES, 2014).

Os dissacarídeos, formados a partir da união de duas moléculas de monossacarídeos, são os oligossacarídeos mais simples que ocorrem na natureza, a exemplo da lactose (galactose + glicose) e da sacarose (glicose + frutose) (MARQUES, 2014). Curiosamente o consumo de carboidrato, principalmente da sacarose, aumenta a produção de serotonina que traz um efeito sedativo ao sistema nervoso (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019). Os oligossacarídeos também são importantes no reconhecimento e na adesão celular, ocorrendo especialmente como cadeias nas proteínas de membrana (glicoproteínas) e em glicolipídeos inseridos na bicamada de fosfolipídeos da membrana celular (MARQUES, 2014).



O terceiro e último grupo dessas biomoléculas são os polissacarídeos, os carboidratos mais abundantes do planeta que são, na verdade, aglomerações de centenas de moléculas formando polímeros bastante condensados. A maioria dos polissacarídeos encontrados na natureza são formados por moléculas de glicose (SILVA; SILVA, 2010). Os polissacarídeos de interesse são: celulose, amido, dextrina, glicogênio, quitina. São menos solúveis e mais estáveis que os açúcares mais simples. O amido e o glicogênio são geralmente completamente digeríveis (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019).

Além do seu papel como fonte de energia para o metabolismo celular, os carboidratos podem ocorrer na forma de polímeros com função estrutural. Um exemplo de carboidrato que tem esse tipo de função é a celulose, constituinte da parede da célula vegetal. Mais da metade de todo o carbono orgânico no nosso planeta está armazenada na forma de carboidrato, mais especificamente em apenas duas moléculas de carboidrato: o amido e a celulose, que são polímeros de um açúcar simples, a glicose (MARQUES, 2014).

Os carboidratos são encontrados, ainda, na composição de nucleotídeos, os quais são constituintes dos ácidos nucleicos. Além disso, os nucleotídeos participam da estrutura de formas ativas de vitaminas hidrossolúveis. A figura 4 mostra exemplos de carboidratos importantes biologicamente e onde podem ser mais frequentemente encontrados. Os carboidratos podem ainda ocorrer frequentemente ligados a proteínas ou a lipídeos. Nesse caso, eles participam do reconhecimento e da interação entre células (MARQUES, 2014).

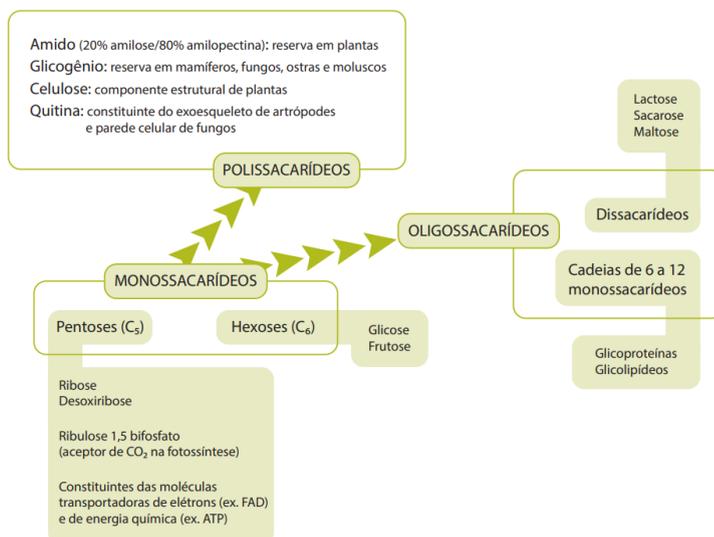


Figura 4 – Carboidratos de importância biológica.

Fonte: MARQUES, 2014.

O uso da glicose como fonte energética pode ser considerada universal, pois dos microorganismos ao homem, quase todas as células são potencialmente capazes de atender suas demandas energéticas apenas a partir deste açúcar. A glicose é o principal açúcar da dieta e o carboidrato que circula no sangue para garantir que todas as células tenham um fornecimento de substrato energético contínuo (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019).

O primeiro estágio do metabolismo da glicose é chamado glicólise. A glicólise é um processo anaeróbico que, sozinho, produz apenas duas moléculas de Adenosina Trifosfato (ATP). A oxidação aeróbia completa da glicose em dióxido de carbono e água (envolvendo a glicólise, o ciclo do ácido cítrico e a fosforilação oxidativa) produz energia equivalente a 32 moléculas de ATP. Durante atividades físicas vigorosas, o corpo metaboliza aerobicamente os carboidratos, as gorduras e as proteínas para gerar combustível; entretanto, mais carboidratos são utilizados conforme a intensidade da atividade física aumenta. Além de servir como uma fonte



anaeróbica e aeróbica de ATP, a glicólise é uma rota anabólica que fornece precursores para a biossíntese. Por exemplo, no fígado e no tecido adiposo, essa rota produz piruvato como um precursor para a biossíntese de ácidos graxos (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019).

## Lipídios

Os lipídios são um grupo heterogêneo de compostos formados por moléculas orgânicas de ácidos graxos e álcool mais caracterizados por suas propriedades físicas do que por suas propriedades químicas. Desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes no organismo animal, sendo os principais depósitos de energia, e a composição fornecida na dieta pode influenciar de formas diferenciadas os animais monogástricos e ruminantes. Na indústria alimentícia, fornecem aroma, sabor e palatabilidade aos alimentos. Não são solúveis em água, mas se dissolvem em solventes orgânicos, como a benzina e o éter. Apresentam coloração esbranquiçada ou levemente amarelada. Assim, neste material de apoio trataremos resumidamente aspectos relativos à estrutura, classificação, função e metabolismo desse importante macronutriente (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016; ARAÚJO et al., 2017).

Estruturalmente os lipídios são ésteres, ou seja, são elementos orgânicos derivados dos ácidos carboxílicos. Eles são compostos por uma molécula de ácido (ácido graxo) e uma de álcool (glicerol ou outro). O éster é insolúvel em água, mas se dissolve em outros solventes orgânicos como álcool, éter, acetona e clorofórmio. Existe uma grande variedade de lipídios, conforme a estrutura química genérica representada na figura 5 abaixo (STOODI, 2022).

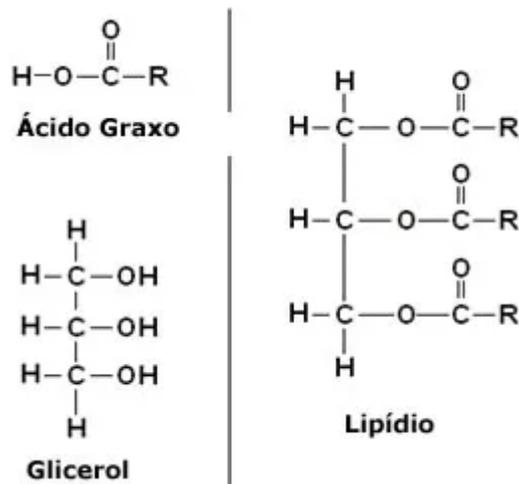


Figura 5 – Estrutura genérica dos lipídios.

Fonte: SOUZA, 2022.

Os lipídios são produtos de reações orgânicas entre ácidos graxos e álcool, portanto, também são bastante conhecidos como triglicerídeos, a explicação para esta nomenclatura se dá pela formação de uma cadeia com três grupos de ésteres, que estão representados na figura 5 pela letra R na estrutura do lipídio. Observe que o lipídio ainda pode receber o nome de triéster, em razão dessa configuração. Ácidos graxos distintos dão origem a lipídios com diferentes grupos de radicais (R, R', R'') (SOUZA, 2022). De qualquer forma, é importante destacar que todos os lipídios contém pelo menos uma cadeia de hidrocarbonetos (ou seja, uma ligação de átomos de carbono e hidrogênio), com um final ácido. A grande maioria dos lipídios conta com longas cadeias de hidrocarbonetos, que não são solúveis em água (STOODI, 2022).

De acordo com o ponto de fusão, os lipídios podem ser organizados em dois grandes grupos, os óleos e as gorduras. Óleo é o nome atribuído aos lipídios oriundos de ácidos graxos insaturados, líquidos à temperatura ambiente e produzidos por plantas. Gordura é a classificação dos lipídios sólidos à temperatura



ambiente, oriundas de ácidos graxos saturados e produzidas por animais (REDA; CARNEIRO, 2007; CASTRO, 2014)

Relativo ao ácido e álcool que originam os lipídios, eles podem ser classificados em simples, compostos e derivados. Os lipídios simples são compostos que por hidrólise total dão origem somente a ácidos graxos e álcoois. Esta categoria inclui os óleos e gorduras, representados pelos ésteres de ácidos graxos e glicerol, sendo denominados acilgliceróis; e as ceras, ésteres de ácidos graxos e monohidroxiálcoois de alto peso molecular geralmente de cadeia linear (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

Os lipídios compostos são aqueles que contêm outros grupos na molécula, além de ácidos graxos e álcoois. Este grupo inclui os fosfolipídios (ou fosfatídios), que consistem de ésteres de ácidos graxos, que contêm ainda na molécula ácido fosfórico e um composto nitrogenado; e os cerebrosídeos (ou glicolipídios), compostos formados por ácidos graxos, um grupo nitrogenado e um carboidrato (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

A presença ou não de ácidos graxos na composição de lipídios ainda é uma consideração praticamente unânime entre os estudiosos desse macronutriente. Os lipídios com ácidos graxos em sua composição são saponificáveis, pois reagem com bases formando sabões. A reação de saponificação é quantificada pelo I.S. (Índice de saponificação), número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para saponificar um grama de gordura ou óleo. Com exceção das indústrias alimentícias, os óleos e gorduras, são de grande aplicação nas indústrias de sabão, perfumaria, farmacêutica, detergentes, explosivos, polímeros, metalurgia do pó, gelatina para lança-chama, óleos para freio, fluídos de hidramático, fabricação de tintas e em certas fases de laminação na metalurgia do ferro, entre outras. Daí a importância em ser saponificável (CASTRO, 2014; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).



Todavia, a classificação de Lehninger que considera as várias funções desempenhadas pelos lipídios é muito respeitada e apresentada nos livros didáticos, e não diferente também está representada na figura 6. Assim, os lipídios são agrupados como sinalizadores (metabólitos, mensageiros, hormônios), cofatores enzimáticos (transporte de elétrons em cloroplasto e mitocôndrias) e pigmentos (absorção de luz visível em visão e fotossíntese) (ARAÚJO *et al.*, 2017). 90% dos lipídios tem a função de armazenamento de energia como os triglicerídios e as ceras, 9% compõem as membranas celulares como os glicerolipídios, os esfingolipídios e o colesterol e os outros 1% são sinalizadores químicos, entre estes estão os eicosanóides (prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanas e os esteróides) (BARREIROS, 2012).

#### • **Classificação - Lehninger**

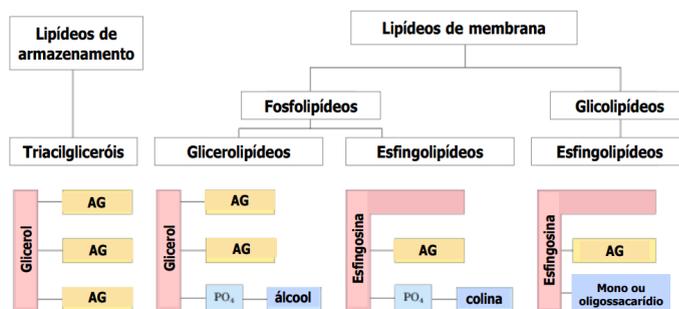


Figura 5 – Classificação dos lipídios por Lehninger .

Fonte: ARAÚJO, 2017. Disponível em:

<https://wp.ufpel.edu.br/aquitembioquimica/files/2018/06/03-Lip%C3%ADdios-PDF.pdf>.

Diante do exposto, a fim de complementar as informações já discutidas, temos que os lipídios são os principais depósitos de energia. Constituem o combustível celular ideal, pois cada molécula carrega grandes quantidades de energia



por unidade de peso. Podem ser encontrados livres nas células como reserva energética e são as moléculas mais eficientes como reserva energética (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016). Resumidamente, as funções biológicas essenciais mais importantes são:

- armazenamento de energia, uma vez que cada grama de lipídios contém 9 quilocalorias de energia;
- isolamento térmico, essencial para a manutenção da temperatura corporal, sendo essencial para suportar baixas temperaturas. Nos mamíferos, a gordura subcutânea é formada por lipídios;
- disponibilização de ácidos graxos, necessários para a síntese de moléculas orgânicas e formação das membranas celulares;
- auxílio na absorção de vitaminas A, D, E e K, que são lipossolúveis, ou seja, se dissolvem na gordura;
- produção de hormônios e sais biliares;
- proteção e suporte para órgãos internos de aves e mamíferos (STOODI, 2022).

Se comparado com os carboidratos que são mais eficazes na produção de energia observamos que os ácidos graxos resultantes da hidrólise dos lipídios são biomoléculas mais calóricas. O metabolismo energético dos lipídios acontece, portanto, secundariamente ao dos carboidratos, o que torna os lipídios que contém ácidos graxos, notadamente os triacilgliceróis (triglicerídeos), as principais biomoléculas de reserva energética (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016). Em outras palavras, o metabolismo lipídico vem de duas fontes: alimentos ingeridos; e, reservas do tecido adiposo, processo que acontece quando há privação de outras fontes de energia no organismo. Isso ocorre, por exemplo, durante uma dieta de restrição alimentar (STOODI, 2022).



Os óleos e gorduras de origem animal e vegetal encontram grande aplicação na alimentação e no campo industrial. A produção mundial destes compostos tem aumentado significativamente para atender a demanda nestes campos. Sua aplicação no campo comestível exige, na maioria dos casos, a refinação dos óleos brutos, gerando normalmente borras de refinação (sabões) ou ácidos graxos (refinação no vácuo com vapor). Nos casos em que se empregam os óleos e gorduras no campo industrial, eles podem ser empregados no estado bruto (sabões) ou quimicamente processados (CASTRO, 2014).

### ***Aminoácidos, Peptídeos e Proteínas***

Dando continuidade à construção desse tópico sobre os macronutrientes, passamos a conversar sobre aminoácidos, peptídeos e proteínas. Essas três classes são geralmente estudadas em conjunto por causa da relação existente entre a formação estrutural dessas macromoléculas.

A mais simples delas e que origina, direta e indiretamente, as outras duas são os aminoácidos. Moléculas orgânicas que apresentam um carbono saturado, denominado de carbono alfa, que realiza uma ligação com um átomo de hidrogênio, com um grupamento amino, com um grupamento ácido e com um radical orgânico qualquer, sendo esta última ligação a que distingue um aminoácido de outro. Essa estrutura elementar de é representada na figura 6 (SILVA, 2022).



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

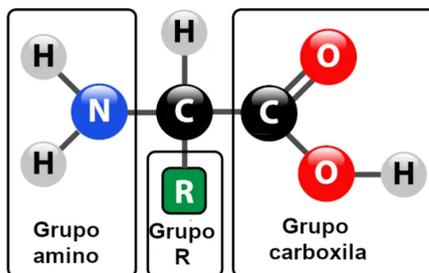


Figura 6 – Estrutura elementar e genérica de um aminoácido.

Fonte: SANTOS, 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/peptideos.htm>.

Os aminoácidos podem ser classificados em:

- Aminoácidos naturais ou não essenciais quando podem ser sintetizados pelo organismo para suprir as necessidades celulares;
- Aminoácidos essenciais quando não são sintetizados no organismo, devendo ser obtidos pela alimentação. (SANTOS, 2022b).

São conhecidos vinte aminoácidos: Alanina, Arginina, Aspartato, Asparagina, Cisteína, Fenilalanina, Glicina, Glutamato, Glutamina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Prolina, Serina, Tirosina, Treonina, Triptofano e Valina (Livro de Bioquímica), os quais são utilizados para construir os peptídeos e proteínas, pois, assim como as letras do alfabeto podem combinar-se e formar diferentes palavras, essas moléculas orgânicas podem ligar-se de diferentes formas, constituindo diferentes cadeias (SANTOS, 2022a).

Tal combinação também é muito favorecida pela alta polaridade dos aminoácidos, garantindo que reajam quimicamente entre si, por meio da representação mostrada na figura 7. Conforme observado, a ligação entre aminoácidos ocorre entre o grupamento carboxílico do primeiro e o grupamento amina do segundo, ou vice-versa, com liberação de uma molécula de água a cada



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

reação formada. O nome dado a essa reação é de ligação peptídica, pois é a reação formadora de um peptídeo (SILVA, 2022a).

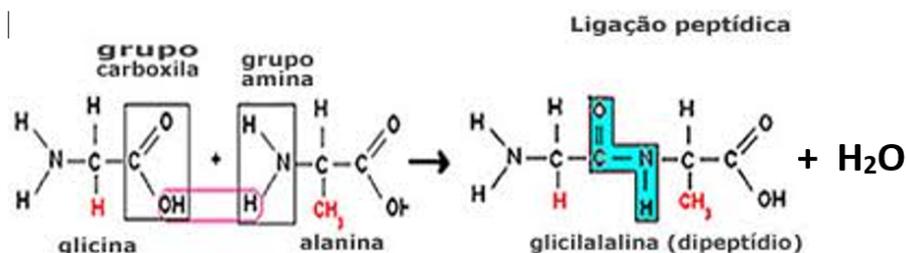


Figura 7 – Reação química entre dois aminoácidos.

Disponível em: <http://nilocairoensinomedio.blogspot.com/2015/10/proteinas.html>

Esta grande variabilidade de aminoácidos proporciona arranjos incontáveis que originam várias cadeias peptídicas e em razão disso, diferentes propriedades químicas e diversas funções. O caráter ácido-básico dos aminoácidos, sua principal característica, influencia na função tampão intracelular, que percebemos refletida pela proteína formada (UNESP, 2022).

Na sequência, temos os peptídeos, moléculas obtidas a partir da junção de dois ou mais aminoácidos. Em outras palavras, esse macronutriente surge como produto da ligação peptídica entre aminoácidos. Os peptídeos também podem ser sintetizados de forma artificial, como é o caso do aspartame, utilizado como adoçante em diversos produtos diet e light (SANTOS, 2022b).

A própria classificação dos peptídeos está baseada no número de aminoácidos presentes em sua constituição. Quando dois aminoácidos ligam-se, temos um dipeptídeo. Três aminoácidos ligados formam um tripeptídeo, quatro aminoácidos um tetrapeptídeo, cinco aminoácidos um pentapeptídeo e assim sucessivamente. Costuma-se chamar de oligopeptídeos a molécula formada por



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

menos de dez unidades de aminoácidos. Muitos aminoácidos ligados formam os chamados de polipeptídeos. Quando os peptídeos apresentam mais de 70 aminoácidos em sua constituição, recebem o nome de proteínas (SANTOS, 2022a).

Percebe-se, portanto, que os peptídeos variam de tamanho, sendo encontrados peptídeos formados por poucos aminoácidos até milhares. Independentemente do seu tamanho, os peptídeos apresentam uma sequência linear de aminoácidos, e uma das extremidades apresenta um grupo amino livre, enquanto a outra extremidade apresenta um grupo carboxila. Desse modo, um peptídeo apresenta em sua estrutura uma extremidade amino (N-terminal) e uma extremidade carboxila (C-terminal) como é possível confirmar observando a figura 8. A natureza química da molécula, e conseqüentemente a função e metabolismo, é determinada pela sequência de cadeias laterais que ela apresenta, o que também observamos na figura 8 (SANTOS, 2022a).

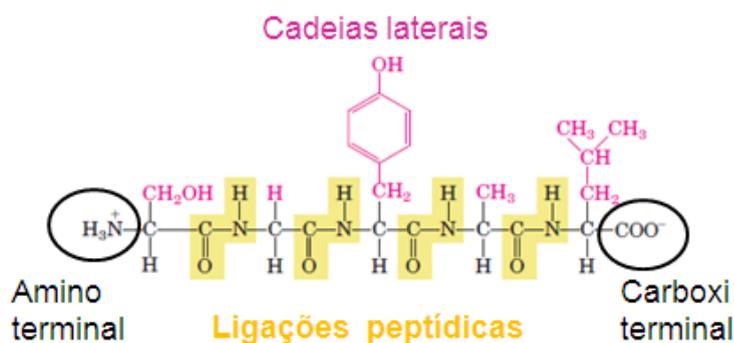


Figura 8 – Estrutura de um peptídeo.

Disponível em: <http://bioquimicaufal.blogspot.com/2012/11/05-aminoacidos-peptideos-e-proteinas.html>

Os peptídeos apresentam diversas funções no organismo, sendo reconhecidos peptídeos que atuam como hormônios, neurotransmissores e neuromoduladores. É importante destacar que essas funções não estão relacionadas



ao tamanho de suas moléculas, e mesmo peptídeos pequenos podem desempenhar importantes funções. Um exemplo de dipeptídeo importante e utilizado comercialmente é o aspartame, que é usado como adoçante. Dentre as funções desempenhadas por peptídeos, podemos citar a ação de hormônios, como vasopressina, glucagon, ocitocina, calcitocina e corticotropina; antibióticos naturais e adoçantes. Dos diversos peptídeos que exercem importantes funções no organismo, como as destacadas anteriormente, podemos ainda ressaltar a ação das encefalinas — pentapeptídeos que atuam ligando-se a receptores do cérebro, ajudando no controle da dor (SANTOS, 2022b) .

Quimicamente, as proteínas são polímeros de alto peso molecular (acima de 10.000), cujas unidades básicas são os aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas. As propriedades de uma proteína são determinadas pelo número e espécie dos resíduos de aminoácidos, bem como pela sequência desses compostos na molécula (Revista FIB 2014).

Quanto à estrutura, quatro tipos devem ser considerados: estrutura primária, secundária, terciária e quaternária. As proteínas sofrem mudanças nas suas estruturas com muita facilidade, o que torna bastante difícil o estudo desses compostos. Por hidrólise total, as cadeias peptídicas dão origem aos aminoácidos livres. A degradação de proteínas, seja química (por reação com ácidos ou álcalis) ou enzimática, leva à formação de polímeros menores e, finalmente, aos aminoácidos livres (Revista FIB, 2014).

A estrutura tridimensional de cada proteína é determinada pela sequência de aminoácidos que formam cada polipeptídeo e é o ponto chave para sua função. Na estrutura primária temos uma sequência de aminoácidos sem levar em consideração outros tipos de ligações, como interações causadas por forças de Van der Waals ou ligações de hidrogênio. A estrutura primária é a única que pode ser determinada por



meio de reações químicas, mas as dificuldades apresentadas por essas reações fizeram com que, até hoje, apenas algumas proteínas tivessem as suas estruturas primárias completamente elucidadas (SANTOS, 2022a; UNESP, 2022; Revista FIB, 2014).

Na estrutura secundária é obtida pela ligação entre os elementos repetidos da cadeia principal polipeptídica. As junções desses elementos são por meio de ligações de hidrogênio. Nesse caso, observa-se que as cadeias estão torcidas, dobradas ou enroladas sobre elas mesmas (SANTOS, 2022a), assumindo conformações que nomeamos de  $\alpha$ -hélice ou  $\beta$ -folha pregueada. Na  $\alpha$ -hélice ocorre uma torção entre os resíduos de aminoácidos que é estabilizada por ligações de hidrogênio entre o oxigênio da carboxila e o hidrogênio do grupo amino, dos aminoácidos envolvidos na torção. E na forma de  $\beta$ -folha pregueada ocorre ligações de hidrogênio entre duas partes da cadeia polipeptídica dentro da molécula protéica (UNESP, 2022).

A estrutura terciária ocorre por meio da interação das cadeias laterais dos polipeptídeos e por essa razão observamos mais dobras e enrolamentos (SANTOS, 2022a). As mais fortes interações são ligações covalentes através de pontes dissulfetos entre seus grupamentos enxofre - hidrogênio. Há ainda, a formação de pontes de hidrogênio, interações eletrostáticas e interações fracas de van der Waals (UNESP, 2022).

Como última categoria desta classificação, temos a estrutura quaternária que ocorre por meio da associação de duas ou mais cadeias polipeptídicas (SANTOS, 2022a). O arranjo espacial, nesse caso, é definido por interações não covalentes entre as cadeias peptídicas e outros compostos de origem não protéica que, frequentemente, fazem parte da proteína (UNESP, 2022). A conformação tridimensional das proteínas não é alterada em meio aquoso ou em soluções diluídas



de sais, propriedade essa muito importante, uma vez que as reações biológicas das proteínas se dão nesses meios (Revista FIB, 2014).

Na segunda classificação, as proteínas podem ser reunidas em dois grupos: proteínas globulares e proteínas fibrosas. As proteínas globulares são esferas compactas e irregulares resultantes do enovelamento da cadeia polipeptídica. São bastante solúveis em água e possuem funções diversificadas. A mioglobina e a hemoglobina são exemplos. As proteínas fibrosas são proteínas de formato cilíndrico, apresentam baixa solubilidade em água e possuem funções estruturais, a exemplo do colágeno e da queratina (UNESP, 2022).

As proteínas globulares são mais compactas do que as fibrosas, mas ainda assim não perfeitamente esféricas, podendo se assemelhar a um elipsóide. As cadeias, nas proteínas globulares, são dobradas várias vezes, segundo um modelo determinado, o que confere propriedades específicas a essa classe de proteínas. Elas podem ser solúveis em água, em soluções de sais neutros, ou ainda, em soluções ácidas e alcalinas, e participam de todas as reações biológicas, as quais necessitam mobilidade e, portanto, solubilidade (Revista FIB, 2014).

A configuração espacial final das proteínas (estrutura terciária ou quaternária) é constante e determinante das funções biológicas por elas exercidas. Observe que esta grande variabilidade proporciona arranjos incontáveis entre as cadeias peptídicas em sua estrutura tridimensional bem como na função da proteína, uma vez que os diferentes aminoácidos possuem diferentes propriedades químicas que, em conjunto, serão responsáveis pela função da proteína (UNESP, 2022).

Proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas praticamente a todas as funções fisiológicas. Veja algumas de suas funções (Revista FIB, 2014; SANTOS, 2022a):



- Funcionam como catalisadores de reações químicas que se dão nos organismos vivos e que envolvem enzimas ou hormônios.
- Atuam na defesa do organismo, uma vez que os anticorpos são proteínas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenômenos de crescimento e reprodução.
- Atuam na comunicação celular.
- Garantem o transporte de substâncias, como é o caso da hemoglobina, que atua no transporte de oxigênio.
- Atuam no movimento e contração de certas estruturas, como as proteínas responsáveis pela movimentação de cílios e flagelos.
- Promovem sustentação, como o colágeno, que atua na sustentação da pele.

### ***Enzimas, coenzimas e vitaminas***

Na sequência passaremos a lembrar os principais pontos sobre enzimas, coenzimas e vitaminas, aliás, boa parte da história da bioquímica é a história da pesquisa sobre enzimas, isso porque essa importante macromolécula é responsável pela condição de vida em nosso planeta. São duas as condições fundamentais para haver vida. Primeiro, o organismo deve ser capaz de se autorreplicar; segundo, ele deve ser capaz de catalisar reações químicas com eficiência e seletividade (SanarFlix, 2019).

A saber, os sistemas vivos fazem uso da energia do ambiente. Muitos humanos, por exemplo, consomem quantidades substanciais de sacarose (o açúcar comum) como combustível, geralmente na forma de comidas e bebidas doces. A conversão de sacarose em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , em presença de oxigênio, é um processo altamente exergônico, liberando energia livre que pode ser usada para pensar,



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

mover-se, sentir gostos e enxergar. Entretanto, um saco de açúcar pode permanecer na prateleira por anos a fio sem qualquer conversão evidente em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Embora esse processo químico seja termodinamicamente favorável, ele é muito lento. Mesmo assim, quando a sacarose é consumida por seres humanos (ou por qualquer outro organismo), ela libera sua energia química em segundos. A diferença é a catálise. Sem catálise, as reações químicas como aquelas da oxidação da sacarose poderão não ocorrer na escala de tempo adequada e então não podem sustentar a vida (SanarFlix, 2019).

As enzimas geralmente são divididas em seis classes de acordo com o tipo de reação que elas catalisam, conforme quadro abaixo (BARREIROS, 2012; MAGALHÃES, 2022):

CLASSE	TIPO DE REAÇÃO CATALISADA
Oxidoreductase	Transferência de elétrons ou reações de oxidação-redução
Transferase	Transferência de grupos funcionais como amina, fosfato, acil e carboxi.
Hidrolase	Reações de hidrólise de ligação covalente (transferência de um grupo funcional para a água)
Liase	Reações de quebra de ligações covalentes duplas e a remoção de moléculas de água, amônia e/ou gás carbônico, formando uma ligação dupla
Isomerase	Reações de interconversão entre isômeros óticos ou geométricos
Ligase	Reações de formação de novas moléculas a partir da ligação entre duas pré-existentes (novas ligações C-C, C-S, C-O e C-N por reações de condensação com clivagem de ATP)

Entretanto, o número e tipo de reações que as enzimas podem efetuar estão limitados pela estrutura das cadeias laterais de aminoácidos, que permitem catálise



ácida, básica e nucleofílica. Para efetuar reações diferentes destas, as enzimas necessitam das coenzimas que são substâncias orgânicas com peso molecular relativamente baixo quando comparado com o das enzimas. Muitas coenzimas, inclusive, possuem um molécula de vitamina na sua estrutura (MOREIRA, 2015).

A coenzima em conjunto com a enzima pode efetuar reações mais diversificadas, como oxidação e redução, descarboxilação, transferência de grupos funcionais com um, dois ou mais carbonos e isomerização. Todas as coenzimas provêm de vitaminas, mas nem todas as vitaminas originam coenzimas. Das vitaminas lipossolúveis, apenas a vitamina K origina coenzima, já nas hidrossolúveis apenas a vitamina C não origina coenzima (BARREIROS, 2012).

Vitaminas são compostos orgânicos de natureza e composição variada. Embora sejam necessárias em pequenas quantidades, são essenciais para o metabolismo dos organismos vivos. Sua importância bioquímica reside no fato de que muitas vitaminas originam as coenzimas de muitas enzimas. Outras delas são precursoras de hormônios. As necessidades vitamínicas variam de espécie para espécie, com a idade e com a atividade. Os vegetais, fungos e microorganismos são capazes de sintetizá-las; já os animais, salvo algumas exceções, não possuem essa capacidade, motivo pelo qual devem obtê-las a partir dos alimentos da dieta. Em alguns casos, os animais obtêm algumas vitaminas através de suas paredes intestinais, cuja flora bacteriana simbiote as produzem. As vitaminas são substâncias lábeis, alterando-se facilmente por mudanças de temperatura, pH e também por armazenamento prolongado (CHAVES, 2018). Esta macromolécula pode ser dividida em duas classes com base na solubilidade: as vitaminas A, D, E e K são lipossolúveis, enquanto que as vitaminas B e C são hidrossolúveis. Na figura 9 temos um resumo das vitaminas, suas coenzimas e a reação que estas catalisam.



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Vitaminas	Coenzimas	Reações Catalisadas
Vitamina A – Retinol	-	-
Vitamina B1 – Tiamina	Tiamina Pirofosfato (TPP)	Transferências de 2C
Vitamina B2 – Riboflavina	FAD, FMN	Oxidação
Vitamina B3 – Niacina	FADH <sub>2</sub> , FMNH <sub>2</sub>	Redução
	NAD <sup>+</sup> , NADP <sup>+</sup>	Oxidação
Ácido Lipóico	NADH, NADPH	Redução
	Lipoato	Oxidação
Vitamina B5 – Ácido Pantotênico	Diidrolipoato	Redução
	Coenzima A (CoASH)	Transferências de acila
Vitamina B6 – Piridoxina	Fosfato de Piridoxal (PLP)	Descarboxilação
		Transaminação
		Racemização
		Ruptura da lig. C <sub>α</sub> -C <sub>β</sub>
		<i>α,β</i> -Eliminação
		<i>α,β</i> -Substituição
Vitamina B7 – Biotina (Vitamina H)	Biotina	Carboxilação
Vitamina B9 – Ácido Fólico	Tetrahydrofolato (THF)	Transferências de 1C
Vitamina B12 – Cobalamina	Coenzima B12	Isomerização
Vitamina C – Ácido Ascórbico	-	-
Vitamina D - Colecalciferol	-	-
Vitamina E – Tocoferol e Tocotrienol	-	-
Vitamina K – Filoquinona e Menaquinona	Vitamina KH <sub>2</sub>	Carboxilação

Figura 9 – Vitaminas, coenzimas e suas reações.

Disponível em:

[esad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11342027032012Quimica\\_Biomoleculas\\_Aula\\_07.pdf](http://esad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11342027032012Quimica_Biomoleculas_Aula_07.pdf)

## Ácidos Nucléicos

Finalizando o estudo dos macronutrientes elencados no primeiro tópico da ementa desta Unidade Curricular temos os ácidos nucleicos. Eles são substâncias ácidas presentes no núcleo das células, e estão envolvidas no armazenamento, na transmissão e no processamento das informações genéticas de uma célula (BARREIROS, 2012).

Os ácidos nucleicos são moléculas com extensas cadeias carbônicas, formadas por nucleotídeos: um grupamento fosfórico (fosfato), um glicídio (monossacarídeo com cinco carbonos/pentoses) e uma base nitrogenada (purina ou pirimidina), constituindo o material genético de todos os seres vivos. Nos



eucariontes ficam armazenados no núcleo das células e nos procariontes dispersos no hialoplasma. Podem ser de dois tipos: ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA), ambos relacionados ao mecanismo de controle metabólico celular (funcionamento da célula) e transmissão hereditária das características (RIBEIRO, 2021). O DNA, exibido na figura 10, codifica a informação hereditária de um organismo e controla o crescimento e a divisão das células (BARREIROS, 2012).



Figura 10 – DNA.

Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/acidos-nucleicos>

Os nucleotídeos podem ser classificados do seguinte modo: um dinucleotídeo contém duas subunidades de nucleotídeo, um oligonucleotídeo contém de três a dez subunidades e um polinucleotídeo contém muitas subunidades (BARREIROS, 2012). Além do peso molecular, relativa à quantidade de nucleotídeos (tamanho da molécula), existem outras diferenças estruturais entre o RNA e DNA, como por exemplo: a diferença das bases nitrogenadas, púricas e pirimídicas (no DNA uma das bases pirimidinas é a timina, no RNA é uracila); a essencial disposição (a sequência) dos nucleotídeos, implicando na diferença mantida entre os genes no filamento de DNA e no filamento de RNA; a conformação linear



ou circular dos filamentos e a duplicidade complementar (fita dupla) observada no DNA, diferenciada da unicidade (fita única/simples) do RNA (RIBEIRO, 2021).

Mas afinal por que tamanha revisão da estrutura, classificação, função e metabolismo destas macromoléculas? Será que o estudo delas pode contribuir para entendermos a relação entre o homem e o ambiente?

Bem, em nossa escolarização aprendemos a isolar os objetos de seu ambiente, a reduzir o complexo ao simples e a separar o que está ligado, e por isso, dificilmente percebemos as interações que existem entre as partes e a sua totalidade (MACÊDO, 2014). Entretanto, é possível articularmos os níveis macro e micro de interação entre os conceitos que explicam determinadas relações, a exemplo da relação discutida por esta Unidade Curricular.

Ninguém duvida que exista uma relação direta entre nutrição, saúde e bem-estar físico e mental do indivíduo. As pesquisas comprovam que a boa alimentação tem um papel fundamental na prevenção e no tratamento de doenças. Há milhares de anos, Hipócrates já afirmava: “que teu alimento seja teu remédio e que teu remédio seja teu alimento”. É isso mesmo. O equilíbrio na dieta é um dos motivos que permitiu ao homem ter vida mais longa neste século (MARZZOCO; TORRES, 1999). Essa é a principal relação entre o homem e os macronutrientes discutido nesta Unidade Curricular, e atualmente, nossa maior preocupação é atender de maneira equilibrada a demanda por alimentação, pensando sempre na subsistência e na preservação ambiental.



## *Orientações para realização de atividades*

Esta Unidade Curricular pertence aos Eixos Estruturantes de Investigação Científica e Mediação e Intervenção Sociocultural, pois bem, considerando isso, sugerimos que os estudantes sejam estimulados a fazer um levantamento do plano alimentar seguido pela comunidade escolar, a fim de identificar se as pessoas estão fazendo uma alimentação saudável e equilibrada, rica em macronutrientes e balanceada pelos micronutrientes, e posteriormente, elaborar um plano de reeducação alimentar coletivo que possa ser iniciado a partir das refeições feitas na própria escola.

Na tentativa de fornecer possibilidades, orientamos a seleção ou construção coletiva, feita por professores e estudantes, de um instrumento para ser empregado no levantamento da alimentação da comunidade escolar, a exemplo das entrevistas, questionários, rodas de conversa, formulários eletrônicos, enquetes, entre outros.

Corroborando com o exposto, apontamos como fonte de pesquisa o Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (<https://www.fsp.usp.br/nupens/>), criado em 1990 com a finalidade de estimular e desenvolver pesquisas populacionais em nutrição e saúde. Nessa linha questionamos: *O que estamos comendo?* (<https://youtu.be/ct2IcLHV6SY>), assim, elegemos essa sugestão de vídeo para mediar a apresentação da proposta.

Como alternativa de atividade também sugerimos uma pesquisa do perfil alimentar da comunidade escolar através de entrevistas, questionários, rodas de conversa, formulários eletrônicos, enquetes, entre outros. Na sequência, a construção de um instrumento analítico e comparativo que proporcione condições de averiguar qual a composição dos alimentos em termos de carboidrato, lipídios, aminoácidos, peptídeos, proteínas, enzimas, vitaminas, coenzimas e ácidos nucleicos.



Para essa verificação, esperamos que os estudantes também investiguem como estimar o conteúdo desses macronutrientes em um alimento, o que, em alguns momentos, poderá ser feito observando o próprio rótulo, porém, em outros momentos, exigirá diversos mecanismos de descoberta.

### *Orientações para a Avaliação*

É muito significativo para a formação dos estudantes que eles tenham entendimento de que existe uma relação entre a subsistência humana e o impacto disso no ambiente. O estudante precisa ser incentivado a fazer uma análise crítica do perfil alimentar da comunidade escolar, reconhecendo a importância da alimentação saudável para saúde, mas sem perder de vista questões como desperdício de alimento e o cuidado com o solo destinado à agricultura.

Nesse sentido, uma boa estratégia avaliativa do percurso é acompanhar o envolvimento dos estudantes nesse levantamento, quais instrumentos de pesquisa eles utilizaram, ou mesmo, que instrumentos de observação criaram, na sequência, qual alternativa de mudança de hábitos alimentares eles sugeriram. Enfim, a avaliação é aquele momento de verificação da aprendizagem para reiniciar o ciclo.



### 3. Fatores bióticos e abióticos que se relacionam com o homem

Compreendendo que no ambiente, o homem interage social e historicamente com os indivíduos da mesma espécie, assim como interage com outras espécies em uma teia de relações ecológicas, numa perspectiva sistêmica que transita entre os universos macro e micro, fica evidente a imbricada relação entre o homem e os fatores bióticos e abióticos do ambiente (MACÊDO, 2014).

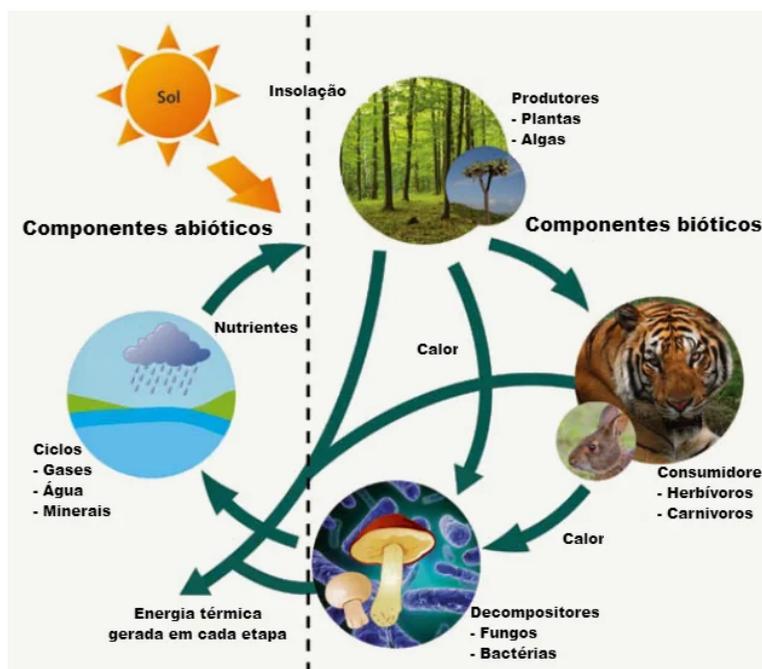
A biosfera é a camada de vida que envolve a Terra, inclui a superfície com seus oceanos e mares, com suas montanhas e planícies, com suas vegetações e atmosfera. Esta camada é fortemente influenciada por fatores abióticos e bióticos. Nela, esses fatores (abióticos e bióticos) interagem através do fluxo de energia e de matéria, desdobrando-se em uma série de processos nas cadeias alimentares e nas múltiplas relações entre várias cadeias que se entrecruzam formando a teia alimentar (MACÊDO, 2014).

Os fatores abióticos representam o conjunto de características físicas e químicas do ambiente, tais como temperatura, água, luz, solo, radiação, pressão, temperatura, entre outros. Os fatores bióticos caracterizam-se pelo conjunto de interações ecológicas que ocorrem entre indivíduos da mesma espécie ou espécies diferentes (plantas, animais, bactérias, fungos) (MACÊDO, 2014; DEXTRO, 2022).

Nesse ambiente, o homem está sujeito à influência de ambos os fatores, mas também atua modificando-o, inserindo um ambiente “artificial” (prédios, casas, indústrias, estradas, entre outros) e isso tem consequências morfológicas, fisiológicas e de comportamento para ambas as relações. Além disso, o próprio homem é um sistema complexo formado por diferentes sistemas orgânicos (MACÊDO, 2014;



DEXTRO, 2022). Além disso, o próprio homem é um sistema complexo formado por diferentes sistemas orgânicos . Essa perspectiva pode ser resumida na Figura 11.



Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/fatores-bioticos-e-abioticos/#:~:text=Os%20fatores%20bi%C3%B3ticos%20e%20abi%C3%B3ticos,%2C%20animais%2C%20fungos%20e%20bact%C3%A9rias.>

## Fatores Bióticos

Como já foi dito anteriormente, os fatores bióticos dizem respeito a todos os elementos associados à interação dos organismos vivos presentes em um ecossistema, como os animais e vegetais. Essas relações constituem uma comunidade biológica, influenciando as populações por meio das interações ecológicas — como a predação, o parasitismo ou a competição. O principal efeito dos fatores bióticos pode ser visto nas cadeias alimentares, formadas pelos vínculos



entre os organismos autótrofos, que produzem o próprio alimento, e os heterótrofos — que não conseguem produzir seus alimentos e precisam ingerir outros organismos (FRAGMAQ, 2016).

Em uma comunidade biológica, as interações entre os organismos podem ser: intra-específicas (interações entre os organismos de mesmo espécie), inter-específicas (entre espécies diferentes), harmônicas ou positivas (em que há benefício mútuo entre as espécies ou para uma delas, mas sem prejuízo do outro) e desarmônicas ou negativas (caracterizadas pelo prejuízo de um de seus participantes em benefício de outro) (MACÊDO, 2014).

Um ecossistema possui basicamente três tipos de componentes bióticos: os organismos produtores, que sintetizam seu próprio alimento e são a base da cadeia alimentar, os consumidores, que precisam se alimentar de matéria orgânica de outros organismos para sobreviver (seja de um produtor ou de um outro consumidor) e os decompositores, responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica dos tecidos mortos de produtores e consumidores (DEXTRO, 2022).

### **Fatores Abióticos**

Como supra indicado, os fatores abióticos são os elementos físicos, químicos ou geológicos do ambiente, responsáveis por determinar, em larga escala, a estrutura e funcionamento das comunidades biológicas, a exemplo de: água, solo, ar e calor (BATISTA, 2022). Esses fatores são capazes de influenciar os seres vivos presentes no ecossistema de modo que as plantas e os animais tenham que se adaptar para sobreviver e se desenvolver (FRAGMAQ, 2016).

Os fatores físicos constituem o clima, determinado principalmente pela radiação solar que chega à terra, e a temperatura — que influencia outros aspectos



climáticos, como a umidade relativa do ar e a pluviosidade. Os fatores químicos, como os nutrientes minerais e os ciclos biogeoquímicos (do nitrogênio, do oxigênio, do carbono), são importantes para garantir a sobrevivência dos organismos e manter o equilíbrio dos ecossistemas (FRAGMAQ, 2016).

As radiações, além de proporcionarem a luz, fundamental para que ocorra fotossíntese (produção de alimento pelos organismos autótrofos), também influenciam na temperatura, que é uma condição ecológica decisiva para a vida na superfície terrestre. E os ciclos biogeoquímicos, do nitrogênio, do oxigênio e do carbono contribuem com a ciclagem dos nutrientes e o fluxo de energia para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (BATISTA, 2022).

### *Orientações para realização de atividades*

Só para lembrar, esta Unidade Curricular pertence aos Eixos Estruturantes de Investigação Científica e Mediação Sociocultural, e de acordo com o Foco Pedagógico pertinente a ela, apontamos como estratégia prática para consolidar o estudo dos Fatores Bióticos e Abióticos do Ambiente e a Relação com o Homem, a construção de mapas conceituais que expressem as interações existentes entre os conceitos desenvolvidos.

Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, ou mesmo quando usarem essa técnica para analisar artigos, textos de capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem (MOREIRA, 2012).



## *Orientações para a Avaliação*

É muito significativo para a formação dos estudantes que eles tenham entendimento de que existe uma relação entre os fatores bióticos, abióticos e antropológicos do ambiente. Nesse sentido, é importante incentivar os estudantes a fazerem uma análise crítica e reflexiva sobre esse cenário, principalmente, no aspecto relativo à atuação humana, para fazer nascer o sentimento de pertencimento que pode provocar mudanças individuais e coletivas.

Assim, uma boa estratégia avaliativa do percurso é acompanhar o envolvimento dos estudantes na construção dos mapas conceituais. Esse instrumento, como ferramenta de avaliação da aprendizagem, pode contribuir na visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (MOREIRA, 2012).



## 4. Práticas sustentáveis que fortaleçam o equilíbrio da relação homem-ambiente

As relações homem-natureza vêm passando por mudanças que acompanham o próprio desenvolvimento da sociedade, principalmente as de cunho econômico e industrial, são esses setores da sociedade que ditam como os recursos naturais são explorados. Atualmente, tal exploração utilitarista é inflamada pelo capitalismo, que está interligado às ações econômicas, e ao consumismo doentio (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017).

No processo de utilização dos recursos naturais, guiado principalmente pelo trabalho, o homem deixou um rastro de destruição em grande escala, apresentando grandes casos de degradação ambiental. A forma como a natureza é categorizada, servindo como base utilitária para a satisfação humana maximiza a sua exploração, sem uma gestão a nível nacional satisfatória, ampliando o descaso ambiental (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017).

Por essas e outras razões, a conservação do meio ambiente e a sustentabilidade se tornaram duas demandas essenciais para a sociedade e para as empresas, de modo geral (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022). Nesse sentido, as organizações que relacionam a inovação à questão ambiental podem promover o aparecimento de novas e importantes tecnologias e realizar grandes mudanças nos seus produtos e processos, visando usufruir dos recursos naturais presentes no planeta sem comprometer o uso dos mesmos para as gerações futuras (CALAZANS; SILVA, 2016).

Assim, por mais incrível que pareça, a mudança de atitude é benéfica, e entre outras vantagens têm gerado melhoria na competitividade, redução de custos,



expansão de mercado, novas parcerias, melhoria contínua e elevação da qualidade de produtos e serviços, além de melhoria nos critérios de seleção e desenvolvimento de fornecedores (CALAZANS; SILVA, 2016). No entanto, a mudança de atitude precisa começar por nós, por cada um, nos pequenos movimentos que refletem preocupação e cuidado com o ambiente.

Em função disso, para arrematar as discussões desse Material de Apoio Docente, apresentaremos alguns exemplos de atitudes sustentáveis a nível doméstico e também a nível industrial.

Em um grau mais familiar, doméstico e porque não escolar, impregnar práticas sustentáveis no cotidiano pode até ser simples. Com o manejo de lâmpadas, papéis, alimentos, resíduos, água e afins podemos contribuir para uma sólida mudança planetária (ICMBIO, 2022):

- 1.** Racione o uso do ar-condicionado. Na maior parte das vezes, uma janela aberta resolve o incômodo do calor. Quando for usar o ar condicionado aumente em 2 graus. Com essa atitude se evita que 900 kg de dióxido de carbono por ano, subam para atmosfera;
- 2.** Troque as lâmpadas incandescentes por versões fluorescentes mais econômicas. Elas podem gastar até 65% menos energia e durar até 10 vezes mais do que as lâmpadas de filamento, reduzindo, assim, a geração de resíduos;
- 3.** Mais da metade do lixo da sua casa pode ser reciclado. Separe os materiais recicláveis do lixo orgânico e do que não pode ser reciclado. Consulte a prefeitura para saber mais sobre os horários e condições da Coleta Seletiva na sua cidade.

Quando ampliamos a inclusão de práticas sustentáveis na produção de bens e serviços, pensamos na adoção de princípios como ética, transparência e respeito à sociedade e ao meio ambiente. Em linhas gerais, os negócios buscam maior eficiência e relações de qualidade com as partes envolvidas, com o objetivo de



reduzir riscos e custos, além de transformar os desafios da sustentabilidade em oportunidades de mercado (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022). Como exemplos dessas iniciativas, podemos citar:

1. Agenda 21 Global: um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”, com a participação de governos e instituições da sociedade civil de 179 países (MMA, 2022; CALAZANS; SILVA, 2016).
2. Bioeconomia: envolvem os aspectos das inovações relacionadas ao uso sustentável da biodiversidade e são conduzidas pela indústria de biocombustíveis e na fabricação de insumos aos setores como o alimentício, químico, têxtil, farmacêutico e cosmético (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022).
3. Economia circular: associa desenvolvimento econômico ao melhor uso de recursos naturais, por meio de novas oportunidades de negócios e da otimização na fabricação de produtos, a ideia é depender menos de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022).

Muitas vezes esquecemos que uma prática, uma mudança de hábito, precisa do primeiro passo, precisa que nos demos conta que, primeiramente, nossa “lição de casa” deve ser feita e o exemplo deve ser dado e reafirmado diariamente. É claro, e até óbvio, que nesse movimento, ora avançaremos e ora retrocedemos, faz parte da desorganização própria da mudança, mas também, é importante destacar que assim estaremos no caminho favorável ao equilíbrio entre uma sobrevivência confortável e a saúde do ambiente.



## *Orientações para realização de atividades*

Esta Unidade Curricular está associada aos eixos de Investigação Científica e Mediação e Intervenção Sociocultural, portanto, as sugestões de atividade estarão voltadas para eles. Assim sendo, uma proposta que coroa o desenvolvimento de práticas sustentáveis pode passar por investigar qual a postura ou perfil da escola e/ou comunidades escolar diante dessa temática, e após o diagnóstico da realidade, apontar estratégias que visem o equilíbrio da relação entre as atividades exploratórias que sustentam a qualidade de vida que alcançamos e a preservação do meio ambiente.

Nessa perspectiva, emergem algumas possibilidades que podem subsidiar o trabalho do professor no desenvolvimento da Unidade Curricular discutida nesta seara. Podemos partir da identificação de uma dúvida, questão ou problema em relação ao tema abordado, relacionando-os aos conhecimentos e conceitos do cotidiano do estudante, por meio da observação, do registro dessas observações, de entrevistas e rodas de diálogo com a comunidade escolar.

Outra estratégia é selecionar informações de fontes confiáveis que abordem o estudo das macromoléculas responsáveis pelo metabolismo e equilíbrio corpóreo na perspectiva da compreensão entre os fatores bióticos e abióticos. Refletindo como estes fatores influenciam a relação homem - natureza, quais as responsabilidades do homem sobre os impactos no ambiente e que rotinas do nosso cotidiano é possível modificar a fim de explorarmos menos o meio ambiente.



## *Orientações para a Avaliação*

Podemos instigar as práticas sustentáveis até com a nossa postura durante a avaliação do processo, quero dizer, criando instrumentos de acompanhamento que poluam menos.

Também podemos elaborar um planejamento para execução e avaliação de uma ação social e/ou ambiental que responda às necessidades e interesses dos estudantes e da comunidade escolar, transformando o modo de ser e agir dos envolvidos para atuarem diretamente na sua formação cidadã em favor das práticas sustentáveis voltadas para o desenvolvimento de pesquisas científicas que fortaleçam o equilíbrio da relação homem e ambiente.



## 5. Referencial Bibliográfico

ALBUQUERQUE, M. A. C.; AMORIM, Â. H. C.; FERREIRA, J. R.; COELHO, R.; SILVEIRA, L. de M. F. G.; NERI, D. F. de M. Bioquímica como Sinônimo de Ensino, Pesquisa e Extensão: um Relato de Experiência. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 36, n. 1, p. 137-142; 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/JpyX75YDhXKstxscJmYmzq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 mar. 2022.

ALVES, V. M. Entendendo o metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. **PDE - Produções Didático-Pedagógicas**, Vol. II, 2014. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_uepg\\_bio\\_pdp\\_vandercy\\_de\\_meira\\_alves.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uepg_bio_pdp_vandercy_de_meira_alves.pdf). Acesso em: 02 mar. 2022.

ARAÚJO, S. M. C.; RODRIGUES, J. H. F.; CAVALI, J. ; BULCÃO, L. F. de A. Lipídios: classificação e principais funções fisiológicas REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria**, vol. 18, núm. 8, agosto, 2017, pp. 1-14 Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63652581012.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.

BARREIROS, A. L. B. S.; BARREIROS, M. L. **Química de Biomoléculas**. Aula 6 - Carboidratos. 2012. 07-33p. Disponível em: [https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/10092409052012Quimica\\_Biomoleculas\\_Aula\\_01.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/10092409052012Quimica_Biomoleculas_Aula_01.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022

\_\_\_\_\_. **Química de Biomoléculas**. Aula 6 - Catálise Enzimática. 2012. 137-157p. Disponível em: [https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12231110072012Quimica\\_Biomoleculas\\_aula\\_6.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12231110072012Quimica_Biomoleculas_aula_6.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022

\_\_\_\_\_. **Química de Biomoléculas**. Aula 7 - Coenzimas e Vitaminas. 2012. 159-195p. Disponível em: [https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11342027032012Quimica\\_Biomoleculas\\_Aula\\_07.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11342027032012Quimica_Biomoleculas_Aula_07.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022

\_\_\_\_\_. **Química de Biomoléculas**. Aula 9 – Lipídios. 2012. 209-237p. Disponível em:



[https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12265410072012Quimica\\_Bio\\_moleculas\\_aula\\_9.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12265410072012Quimica_Bio_moleculas_aula_9.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022

\_\_\_\_\_. **Química de Biomoléculas**. Aula 14 – Ácidos Nucleicos.. 2012. 346-362p. Disponível em:

[https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12302610072012Quimica\\_Bio\\_moleculas\\_aula\\_14.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12302610072012Quimica_Bio_moleculas_aula_14.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022.

BARRETO, J. **Macronutrientes e Micronutrientes**. 2018. Disponível em:

<https://www.centralnacionalunimed.com.br/viver-bem/alimentacao/o-que-sao-micro-e-macro-nutrientes->. Acesso em: 11 abr. 2022

BRASIL. Portaria nº 1.432, de 18 de dezembro de 2018. **Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 05 de abril de 2019. Disponível em:

[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199). Acesso em: 04 mar. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Referenciais Curriculares para elaboração dos Itinerários Formativos**. 2019. Disponível em:

<https://novo-ensino-medio.saseducacao.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Referenciais-Curriculares-para-elaboracao-dos-Itinerarios-Formativos.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

BATISTA, C. Toda Matéria. **Fatores Bióticos e Abióticos**. 2022.

Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/fatores-bioticos-e-abioticos/#:~:text=Os%20fatos%20bi%C3%B3ticos%20e%20abi%C3%B3ticos,%2C%20animais%2C%20fungos%20e%20bact%C3%A9rias>. Acesso em: 27 abr. 2022

CALAZANS, L. B. B.; SILVA, G. Inovação de processo: uma análise em empresas com práticas sustentáveis. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**. Vol. 5, N. 2. Maio./ Agosto. 2016.

CASTRO, H. F. de. Óleos e Gorduras. **Processos Químicos Industriais II**. Apostila 5. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de Lorena – EEL. 2014, 22p. Disponível

em:<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/Apostila5TecnologiaddeOleoseGorduras.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2022



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

CHAVES, A. **Vitaminas e Coenzimas**. Ministério da Educação. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Química e Geociências. Departamento de Bioquímica. Disciplina de Bioquímica. 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/aquitembioquimica/files/2018/06/Vitaminas-e-Coenzimas.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

CIDREIRA-NETO, I. P. G.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento sustentável. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, Recife, v. 6, n. 2, p. 142-156, 2017.

DALPAI, D.; BARSCHAK, A. G. **Bioquímica médica para iniciantes** [recurso eletrônico. Porto Alegre: Ed. da UFCSPA, 2018. 133 p. Disponível em: [https://www.ufcspa.edu.br/editora\\_log/download.php?cod=003&tipo=pdf](https://www.ufcspa.edu.br/editora_log/download.php?cod=003&tipo=pdf). Acesso em: 07 mar. 2022.

DEXTRO, R. B. **InfoEscola. Fatores Bióticos**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/fatores-bioticos/>. Acesso em: 27 abr. 2022

ENLAZADOR, T. **Almanaque para práticas sustentáveis** (2º edição – revisada e ampliada). Disponível em: [https://www1.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/praticas\\_sustentaveis.pdf](https://www1.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/praticas_sustentaveis.pdf). Acesso em: 09 maio 2022.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Os lipídeos e suas principais funções. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 37, p. 55-61, 2016. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060492601001465239502.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060492601001465239502.pdf). Acesso em: 09 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Dossiê: Proteínas. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 28, p. 30-58, 2014. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf). Acesso em: 08 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Guia de Fornecedores. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 28. Disponível em: <https://revista-fi.com/edicoes/28/guia-de-fornecedores-2014>. Acesso em: 09 mar. 2022.

FRAGMAQ. **O que são fatores bióticos e abióticos e qual a diferença entre eles?** 2016. Disponível em:



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

<https://www.fragmaq.com.br/blog/sao-fatores-bioticos-abioticos-diferenca/>.

Acesso em: 27 abr. 2022

LIBERATO, M. C. T. C.; OLIVEIRA, M. S. C. **Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE**, 2019, 203 p. Disponível em:

<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433407>. Acesso em: 09 mar. 2022.

MACÊDO, P. B. Investigando as relações sistêmicas homem-ambiente-teia alimentar à luz do modelo das múltiplas perspectivas. **Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2014. Disponível em:

<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/7478/2/Patricia%20Barros%20de%20Macedo.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2022

MAGALHÃES, L. Toda Matéria. **Enzimas**. 2022. Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/enzimas/#:~:text=As%20enzimas%20s%C3%A3o%20formadas%20por,fator%2C%20%C3%A9%20chamado%20de%20holoenzima>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MARQUES, M. R. F. **Bioquímica**. 1. ed. revisada - Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC, 2014.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 2º ed. 1999.

MOREIRA, C. Enzima, **Rev. Ciência Elem.**, V3 (3):162. 2015. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/162/>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Cadernos do Aplicação**, 11(2): 143-156, 2012.

NÚTERO NUTRIÇÃO GESTACIONAL. **O que são macro e micronutrientes na alimentação?** Disponível em:

<https://nutricaoigestacional.com.br/o-que-sao-macro-e-micro-nutrientes-na-alimentacao/>. Acesso em: 11 abr. 2022

PASSOS, T. S.; OLIVEIRA, C. C. da C. Relação homem-natureza e seus impactos no ambiente, saúde e sociedade: uma problemática interdisciplinar. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, 9(9), 2016. Disponível em:

<https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/2229>. Acesso em: 03 mar. 2022.



PORTAL DA INDÚSTRIA. **Meio Ambiente e Sustentabilidade:** desafios e soluções. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/meio-ambiente-e-sustentabilidade/> Acesso em: 09 maio 2022.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações.

**Revista Analytica.** Fevereiro/Março 2007, n. 27, p. 66-67. Disponível em:

<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/disciplinas/files/2008/04/art07.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022

RIBEIRO, K. D. K da F. **Mundo Educação. Ácidos Nucleicos.** 2021. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/acidossnucleicos.htm#:~:text=Os%20%C3%A1cidos%20nucleicos%20s%C3%A3o%20mol%C3%A9culas,de%20todos%20os%20seres%20vivos>. Acesso em: 4 abr. 2022.

SANARMED. **Enzimas e Coenzimas: importância, propriedades e ações.** 2019

Disponível em: <https://www.sanarmed.com/enzimas-e-coenzimas>. Acesso em: 4 abr. 2022.

SANTOS, V. S. [2022a]. **Peptídeos.** Brasil Escola. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/peptideos.htm> . Acesso em: 04 mar. 2022

SANTOS, H. S. [2022b]. **Peptídeos.** Biologianet. Disponível em:

<https://www.biologianet.com/biologia-celular/peptideos.htm>. Acesso em: 07 mar. 2022

SILVA, A. L. S. [2022a]. **Aminoácidos como formadores de peptídeos a proteínas.** Infoescola. Disponível em:

<https://www.infoescola.com/bioquimica/aminoacidos-como-formadores-de-peptideos-a-proteinas/> . Acesso em: 07 mar. 2022

SILVA, S. N.; SILVA, C. R. R. **Bioquímica. Recife: EDUFRPE,** 2010, 144p.

Disponível em:

<http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Bioquimica.pdf> . Acesso em: 04 mar. 2022.



## SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

SOUZA, L. A. **Classificação dos lipídios**. Mundo Educação UOL. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/classificacao-dos-lipidios.htm>. Acesso em: 07 mar. 2022

STOODI ENSINO E TREINAMENTO A DISTÂNCIA S. A. **Lipídios: o que são, funções e tipos!** Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/quimica/lipidios-o-que-sao-funcoes/>. Acesso em: 08 mar. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). **Aminoácidos e Proteínas**. 20p. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/edfis/ismael/nutricao/Amino%E1cidos%20e%20prote%EDnas%20pgs%209%20a%2013%20e%2017.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.