

ITINERÁRIO FORMATIVO || 2025

ENSINO MÉDIO REGULAR NOTURNO

1º Ano | 2º Trimestre

Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

Secretaria
de Educação



Secretário Executivo do Ensino Médio e Profissional
Paulo Fernando de Vasconcelos Dutra

Equipe de Elaboração

*Clebson Firmino da Silva
Milton Matos Rolim
Francyana Pereira dos Santos
Leandro Severino de Oliveira*

Equipe de coordenação

Ana Laudemira de Lourdes de Farias Lages Alencar Reis
Gerente Geral de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGPEM/SEMP)

Reginaldo Araújo de Lima
Superintendente de Ensino (GGPEM//SEMP)

Rômulo Guedes e Silva
Gestor de Formação e Currículo (GGPEM//SEMP)

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza
Chefe da Unidade de Currículo (GGPEM//SEMP)

Revisão

*Andreza Shirlene Figueiredo de Souza
Márcia Vandineide Cavalcanti*

Para início de conversa

Olá estudante,

Este caderno foi escrito especialmente para você, estudante do Ensino Médio Noturno, que tem uma rotina peculiar, muitas vezes necessita conciliar estudo e trabalho. Neste material, você encontrará um Aprofundamento na área de Ciências da Natureza, que será vivenciado no decorrer do segundo trimestre, por meio de temáticas que abordam os Objetos do Conhecimento. Essas temáticas foram divididas por **Componente Curricular (Biologia, Física e Química)** e estão acompanhadas de um roteiro de atividades. Assim, o material tem o objetivo de aprofundar conhecimentos que você já estudou ou está estudando na Formação Geral Básica (FGB) do Currículo de Pernambuco nos Componentes e seus respectivos **Objetos de Conhecimento**. Dessa forma, este caderno propõe que o estudante adquira uma percepção abrangente sobre a interconexão entre as ciências da natureza, podendo enxergar como se pode ver o mesmo problema por ângulos diferentes, e, assim, não apenas ampliar, mas também aprofundar a sua compreensão dos temas apreciados.

Vamos iniciar nossos estudos para aprofundar os conhecimentos, aumentando nossa bagagem intelectual! O professor irá orientar seus estudos durante todo o trimestre, contribuindo para um excelente desempenho no seu processo de aprendizagem.

Objetos do Conhecimento que serão aprofundados:

Biologia: Metabolismo energético (Fermentação).

Química: Estações de tratamento de água e esgoto.

Física: Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Elástica e Energia Mecânica. Teorema do Trabalho e Energia Cinética. Impulso e Quantidade de movimento.

BIOLOGIA

Conceitos Fundamentais 1

Fermentação

É um fenômeno químico, sem a presença de oxigênio, que transforma matérias orgânicas em outras, liberando energia.



O crescimento da massa do pão decorre de uma fermentação. Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

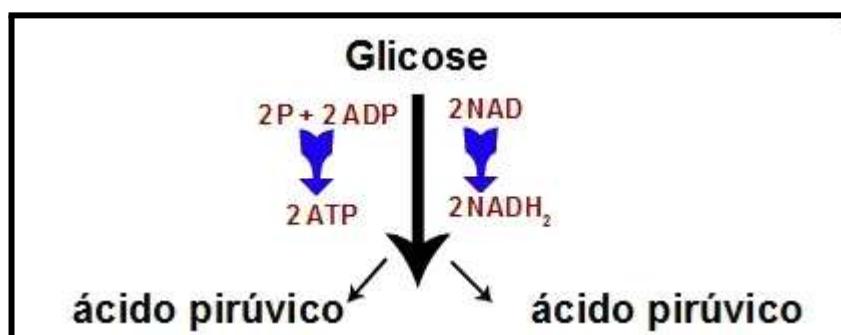
Fermentação é um processo químico, com a ausência de gás oxigênio (O_2), no qual fungos e bactérias realizam a transformação de matéria orgânica em outros produtos e energia. É a forma que esses seres encontram de produzir energia para o desempenho de suas funções biológicas.

Independentemente do ser vivo que está realizando a fermentação, ela sempre ocorre no **citoplasma** (ou citosol) da célula e com o auxílio de enzimas, as quais atuam como catalisadores.

Assim sendo, podemos dizer que a fermentação é uma via de produção energética que utiliza uma matéria orgânica, como a glicose. Antes da fermentação ocorrer, um processo denominado de glicólise é realizado.

Glicólise

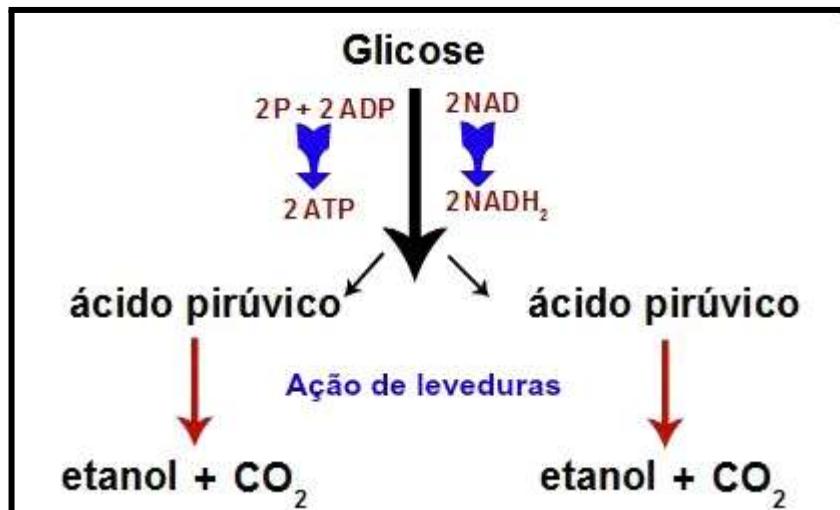
A glicólise é um processo químico no qual fosfatos (P) são incorporados à molécula de glicose, favorecendo a sua **quebra em duas moléculas de ácido pirúvico**, como na equação representada a seguir.



Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

Fermentação alcoólica

Trata-se de uma fermentação realizada por alguns tipos de bactérias e alguns fungos (como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*). Nessa reação, o **ácido pirúvico** (cuja fórmula é C_3) é descarboxilado (perde sua hidroxila), gerando acetaldeído por meio da ação da enzima piruvato descarboxilase (ausente em animais). Observe a figura a seguir:



Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

Como resultado dessa fermentação, o NADH produz a redução do acetaldeído a moléculas de etanol (C_2H_6O), produzindo ainda o dióxido de carbono (CO_2). Essa fermentação é muito comum na produção de pães, vinhos, cervejas e etanol. Observe a figura a seguir:



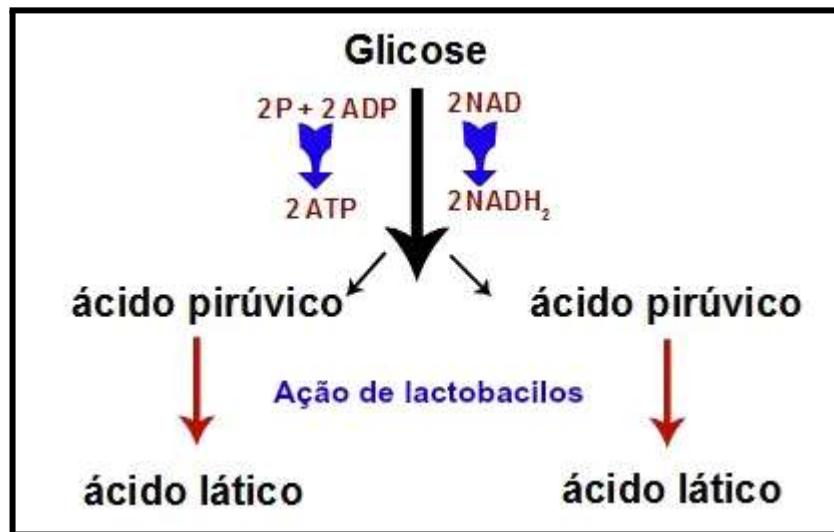
Produção de gás carbônico durante uma fermentação

Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

Fermentação lática

A fermentação lática, realizada exclusivamente por ação bacteriana (os lactobacilos), ocorre quando a glicólise tem como carboidratos a glicose ou a galactose, obtidas a partir da quebra de uma molécula de lactose (açúcar presente no leite). Na glicólise com os derivados da

lactose, temos a formação de ácido pirúvico, ATP e NADH₂, em vez de NADH. Observe a figura a seguir:

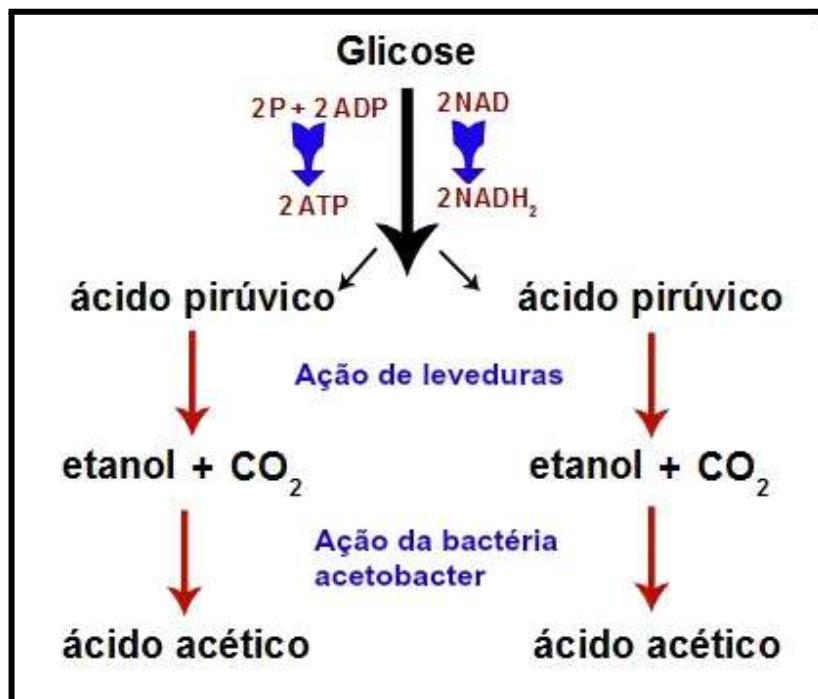


Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

Por meio da ação da enzima desidrogenase láctica, o ácido pirúvico é convertido (por meio de uma reação de redução) a ácido lático (C₃H₆O₃), quando a carbonila torna-se uma hidroxila. Essa fermentação é muito comum na produção dos iogurtes e queijos.

Fermentação acética

A fermentação acética ocorre quando o etanol, obtido a partir da fermentação alcoólica, entra em contato com bactérias da família *Pseudomonaceae*, como a *Acetobacter* ou *Gluconobacter*. Observe a figura a seguir:



Fonte: [O que é fermentação? - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

Essas bactérias transformam o etanol em moléculas de ácido acético ($C_2H_4O_2$) por meio de um processo de oxidação. O ácido acético é o principal componente do vinagre.

Você sabia?

Seres **aeróbicos** e **anaeróbicos** são classificados com base em sua necessidade de oxigênio para sobreviver e realizar atividades metabólicas. Seres **aeróbicos** necessitam de oxigênio, enquanto seres **anaeróbicos** podem viver e crescer sem ele.

Roteiro de atividades

1. Organismos anaeróbicos obrigatórios são aqueles que

- a) vivem apenas na presença de oxigênio.
- b) utilizam oxigênio para respiração celular.
- c) realizam fermentação ou respiração anaeróbia, mas também utilizam oxigênio presente no meio.
- d) realizam apenas fermentação ou respiração anaeróbia.
- e) realizam respiração aeróbia na presença de oxigênio.

2. A fermentação é um processo realizado por organismos anaeróbios. Analise as alternativas e marque o processo que ocorre na fermentação, mas também está presente na respiração aeróbia e anaeróbica.

- a) Ciclo de Calvin.
- b) Ciclo de Krebs.
- c) Fosforilação oxidativa.
- d) Glicólise.
- e) Cadeia respiratória.

3. (UEPB) Na produção industrial de vinagre a partir do álcool, utilizam-se bactérias que participam do processo:

- a) Através da respiração aeróbica.
- b) Convertendo o ácido pirúvico em ácido lático.
- c) Produzindo ácido acético na ausência de oxigênio.
- d) Através da fermentação láctica.

e) Através da respiração anaeróbica do tipo alcoólico.

4. (UEG) Em um experimento para demonstrar a fermentação, adicionou-se fermento biológico ao caldo extraído da cana-de-açúcar, obtendo-se como produto final o álcool, o dióxido de carbono e a água. Com relação ao que foi exposto, é correto afirmar:

- a) A molécula de água é apolar com ligações polares.
- b) O dióxido de carbono é uma molécula com geometria angular.
- c) O fermento biológico contém leveduriformes unicelulares.
- d) O fermento biológico possui leveduras pluricelulares e autotróficas.
- e) nenhuma das respostas.

5. A fermentação é um processo importante para a indústria alimentícia, uma vez que possibilita a fabricação de produtos como pães, cervejas, iogurtes e queijos. Esses produtos são formados por diferentes modos de fermentação, sendo o iogurte e o queijo, por exemplo, formados a partir da

- a) fermentação alcoólica.
- b) fermentação simples.
- c) fermentação glicosídica.
- d) fermentação complexa.
- e) fermentação lática.

QUÍMICA

Conceitos Fundamentais 1

Estações de Tratamento de Água

As estações de tratamento são grandes concentradores de água residuais e/ou fluviais com instalações apropriadas para realizar as etapas de limpeza e purificação da água, a fim de torná-la potável para o consumo humano.

Na verdade, cada atividade ou uso exige uma água com determinado padrão de qualidade. O quadro 1 abaixo resume alguns usos da água e seus principais requisitos.

Quadro 1. Parâmetros de qualidade para os diversos usos da água

USOS DA ÁGUA	PRINCIPAIS REQUISITOS
Agricultura (dessedentação de animais)	Igual ao do consumo humano.
Irrigação de vegetais para consumo cru	Menos de 1000 coliformes/100mL, menos de um ovo de nematóide intestinal por litro.
Indústria	Igual ao da água potável ou tratamento específico ao uso.
Recreação e estética	Ausência de materiais flotantes, sedimentáveis ou que produzam odor, cor e turbidez. Ausência de substâncias tóxicas para a vida aquática e silvestre.
Recreação com contato	Além dos requisitos estéticos, deve apresentar menos de 1000 coliformes por mL, além de obedecer aos limites para substâncias tóxicas.
Aquacultura	Semelhante aos requisitos estéticos.
Outras espécies e vidas silvestres	Menos de 1000 coliformes fecais por 100mL, em tanques de peixes; eliminação de nematóides; mínimo de 5 mg/L de oxigênio dissolvido; ausência de petróleo e seus derivados.

Fonte: Souza, Walterler Alves de. Tratamento de água. – Natal : CEFET/RN, p. 12, 2007.

Bem, o tratamento de água é um conjunto de medidas necessárias para tornar a água potável ao consumo e atividades humanas. Assim, tomando Souza (2007) como referência, definimos:

Estação de Tratamento de Água (ETA) : É a unidade do sistema de abastecimento de água responsável pelo enquadramento da água a ser fornecida à população nos padrões de potabilidade.

Nesse sentido, é relevante elencar as principais características analisadas numa ETA. Segundo a Portaria N° 518 (2004) do Ministério da Saúde e a Resolução N° 357 (03/2005) do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os parâmetros indicativos da qualidade da água são organizados em três grupos:

Parâmetros físicos: cor, turbidez, sabor e odor, temperatura.

Parâmetros químicos: pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e orgânicos.

Parâmetros biológicos: organismos indicadores (coliformes fecais), algas, etc.

O quadro 2 a seguir lista as substâncias químicas empregadas nos tipos de tratamentos pelos quais a água pode passar antes de ser consumida.

Quadro 2. Produtos químicos empregados no tratamento de água

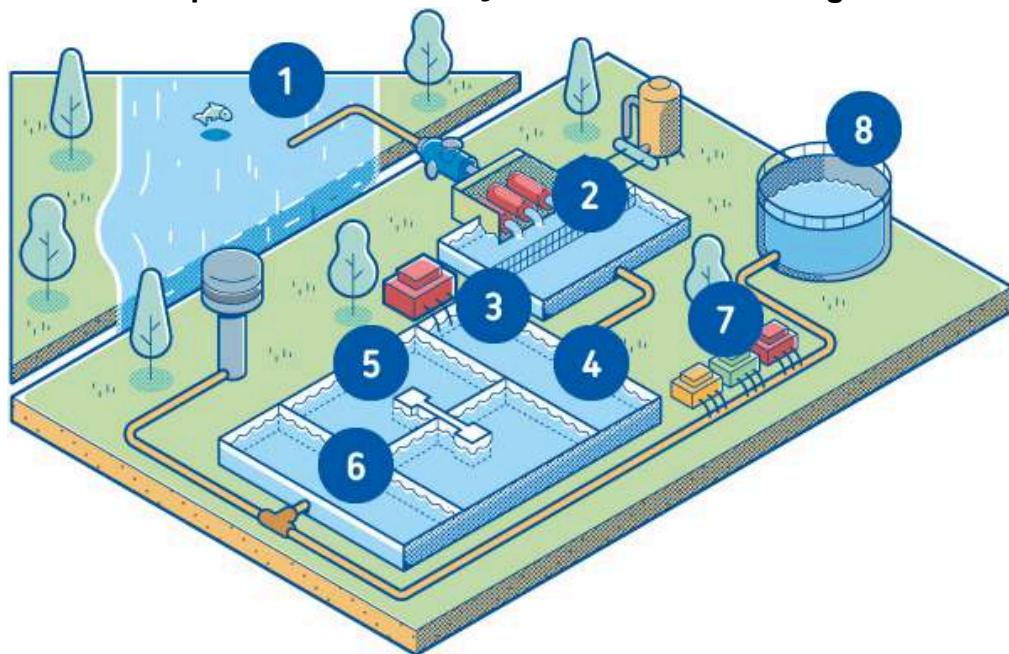
TIPOS DE TRATAMENTO	PRODUTOS QUÍMICOS EMPREGADOS
Coagulação	Sulfato de Alumínio Sulfato Ferroso Sulfato Ferroso Clorado Sulfato Férrico Cloreto Férrico Aluminato de Sódio
Auxiliares da coagulação	Bentonita Carbonato de Cálcio Gás Carbônico Polieletrólitos Silicato de Sódio
Abrandamento	Cal hidratada Carbonato de Sódio Cloreto de Sódio Gás Carbônico
Controle da corrosão	Cal Hidratada Carbonato de Sódio Hidróxido de Sódio Polifosfatos de Sódio
Ajuste do pH	Cal hidratada Carbonato de Cálcio Carbonato de Sódio Hidróxido de Sódio Ácido Clorídrico Ácido Sulfúrico Gás Carbônico
Oxidação	Cloro Hipoclorito de Cálcio Hipoclorito de Sódio Dióxido de Cloro Ozônio Permanganato de Potássio
Desinfecção	Cloro Gasoso Hipoclorito de Cálcio Hipoclorito de Sódio Amônia Anidra Hidróxido de Amônia

	Permanganato de Potássio Sulfato de Amônia Ozônio
Correção de odor e sabor	Carvão Ativado Dióxido de Cloro Cloro
Ajuste do teor de flúor	Fluorsilicato de Sódio Fluoreto de Sódio Fluoreto de Cálcio Ácido Fluorsilícico
Controle de substâncias orgânicas	Dióxido de Cloro Cloraminas
Remoção do excesso de cloro	Carvão Ativado Dióxido de Enxofre Sulfito de Sódio Bisulfito de Sódio

Fonte: Souza, Walterler Alves de. Tratamento de água. – Natal : CEFET/RN, p. 12, 2007.

Por meio de diversas reações, cada uma dessas substâncias vai tornando a água apropriada para o consumo. Agora chegou o momento de conhecermos os módulos de uma **ETA** e, resumidamente, entendermos o que acontece em cada um deles. A figura 1 abaixo ilustra esses compartimentos.

Esquema de uma estação de tratamento de água



Fonte: [Conheça as etapas do processo de tratamento da água](#). Acesso em 31.07.2025.

Bem, cada cidade, a depender da fonte e/ou origem da água, adota diferentes etapas para realizar o tratamento da água. A escolha de cada etapa e da sequência delas depende das

características da água que chega à estação e das necessidades específicas da rede de abastecimento. Por exemplo, quando a captação acontece em poços, o tratamento tem menos etapas e por isso é mais simples, bastando apenas a adição de **flúor** e **cloro**. O primeiro para a prevenção de cárie e o segundo para destruir microrganismos causadores de doenças.

No entanto, quando a captação de água é realizada em rios e lagos, o mais comum é direcionar para uma estação de tratamento semelhante à figura 1, que contém as seguintes etapas:

1. CAPTAÇÃO: nessa primeira etapa, a água é retirada de alguma fonte ou manancial como rios, lagos, nascentes ou aquíferos e é direcionada a um sistema de grades para reter os resíduos sólidos maiores, como galhos, entulhos, entre outros.

2. ADUÇÃO: nessa segunda etapa a água bruta é bombeada e conduzida de fato a ETA por meio de bombas, tubulações e canais.

3. COAGULAÇÃO: nessa etapa, adiciona-se à água uma substância coagulante (observar no quadro 2 as principais substâncias) para que partículas muito pequenas se agreguem, formando os coágulos e possam decantar. A figura 2 ilustra um tanque de coagulação com alguns coágulos que ainda não decantaram e por isso estão suspensos na água.

Figura 2. Tanque de coagulação



Fonte: [Coagulação em Tratamento de Água: O que é e Para que Serve](#). Acesso em 31.07.2025.

A coagulação é fundamental para remover partículas suspensas como sujeira, argila, vírus e metais pesados.

4. FLOCULAÇÃO: após a coagulação, a água em tratamento é agitada lenta e continuamente a fim de que os coágulos da fase anterior se aglutinem em pequenas massas, com peso maior, chamadas de flocos. Assim, as impurezas aglutinadas, agora maiores e mais pesadas, se depositam no fundo do tanque, facilitando a remoção na etapa seguinte. A figura 3 ilustra um

tanque de floculação.

Figura 3. Tanque de floculação

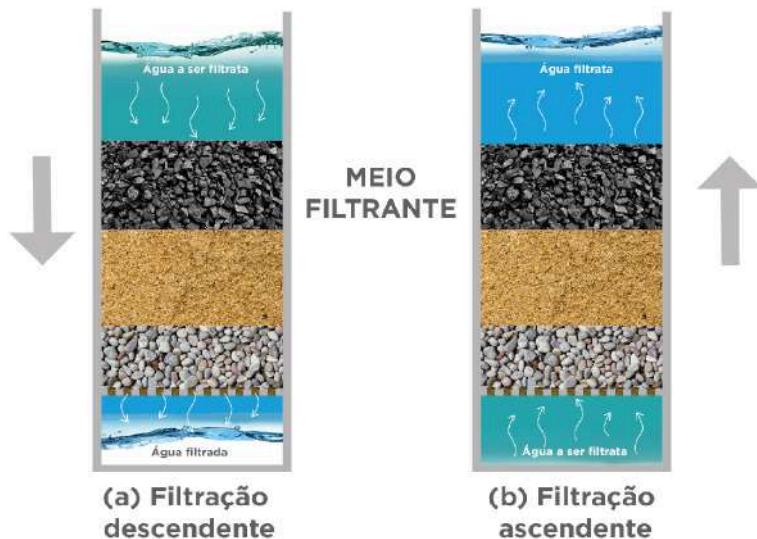


Fonte: [Separação de misturas - 3ª Parte :: www.profrfaelcoutinho.com.br](http://www.profrfaelcoutinho.com.br). Acesso em 31.07.2025.

5. DECANTAÇÃO: na sequência, chegamos à decantação, na qual ocorrerá a separação de sólidos e líquidos ou de líquidos que não se misturam. Os flocos de impurezas formados na etapa anterior tendem a cair, se depositando no fundo dos tanques, em função do seu peso.

6. FILTRAÇÃO: nesta etapa, a água passa por filtros com camadas de areia grossa, areia fina, cascalho, pedregulho e carvão. Tais agentes filtrantes retêm os sólidos suspensos ou decantados, além de remover completamente resíduos menores. O sentido da filtração pode ser descendente (de cima para baixo), ascendente (de baixo para cima) ou uma combinação de ambos, conforme a figura 4, tudo dependente do porte da ETA, do tamanho e densidade das impurezas e nível de limpeza que se pretende obter.

Figura 4. Sentido da filtração, em (a) descendente e em (b) ascendente



Fonte: [2 Tecnologias sociais de saneamento rural](#). Acesso em 31.07.2025.

7. PÓS-ALCALINIZAÇÃO, DESINFECÇÃO e FLUORETAÇÃO: essas três etapas são fundamentais para garantir a potabilidade da água. A pós-alcalinização, também conhecida por neutralização, tem por objetivo ajustar o pH para um valor próximo ao neutro, que é em torno de 7. Durante a desinfecção, os microrganismos patogênicos são eliminados, principalmente, por uma cloração, ozonização e exposição da água à radiação ultravioleta. Por fim, ocorre o processo de complementação do teor de flúor na água, com o objetivo de atingir as concentrações ideais, visando a redução das cáries dentárias na população.

8. RESERVAÇÃO: com a finalização do processo de tratamento, a água é armazenada em reservatórios espalhados pela cidade para iniciar a distribuição. Esse processo garante que o abastecimento ocorra de forma regular, além de permitir a liberação em horários de maior demanda.

Não é de hoje que sabemos a importância e a escassez de água potável num ambiente tão poluído quanto o nosso. No entanto, recordar ou conhecer as etapas de tratamento ilustram o quanto é longo e, logicamente, dispendioso limpar água para consumimos. Dos mananciais até as torneiras da nossa casa, há muito trabalho, pesquisa e tecnologia envolvidos. Análises de qualidade da água são realizadas em todo o processo, da captação até a saída da estação de tratamento. Por isso que atualmente muito se fala em consumo consciente e sustentável de água, porque é cada um de nós, todos os dias, carregando nossa própria garrafinha de água, reutilizando a água da chuva e etc, que podemos contribuir para a saúde hídrica do nosso Planeta Terra.

No entanto, além de conhecermos as ETAs, esse tópico também se propõe a tratar das Estações de Tratamento de Esgoto. Vamos lá?

Estações de Tratamento de Esgoto

Não é de hoje que a população brasileira sofre com a falta de saneamento básico. Em algumas regiões, assim como na Região Metropolitana do Recife (RMR), basta chover por algumas horas que tudo fica alagado e as águas sujas invadem as ruas. Você sabia que isso

também tem a ver com a falta de tratamento do esgoto?

Atualmente a população brasileira encontra-se em um momento de carência do saneamento básico, principalmente no que diz respeito ao serviço de coleta e de tratamento do esgoto. Referente ao tratamento sanitário, apenas 40% do esgoto coletado do país são tratados. Em função disso, enfrentamos problemas graves, como alagamentos e os prejuízos que os acompanham e proliferação de diversas doenças (CHIAVELLI et al., 2019).

São diversos os tipos de efluentes, possibilitando assim, uma ampla opção de tratamento. Para isso é necessário compreender um pouco a natureza do esgoto, sua origem, composição, estado físico, por exemplo, para prever as etapas de tratamento necessárias antes do lançamento final do efluente nos corpos hídricos, sem que estes prejudiquem o ecossistema local (CHIAVELLI et al., 2019).

Segundo a **Resolução CONAMA nº 430/2011, Art. 2º, inciso I**: “Efluente líquido: lançamento de qualquer líquido que tenha sido utilizado em atividades humanas e que contenha substâncias ou características diferentes das encontradas na água em seu estado natural”. Embora o termo “**efluente**” seja mais técnico, na prática esgoto doméstico, sanitário ou industrial é considerado um efluente líquido proveniente de atividades humanas.

A **Lei nº 11.445/2007** (Marco do Saneamento Básico) define, no Art. 3º, inc. I:

“Saneamento básico: conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: [...]”

II – manejo de águas pluviais urbanas, esgotamento sanitário, [...]”

E, em seu § 1º:

“Esgotamento sanitário compreende as atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o lançamento final no meio ambiente.”

Portanto, a classificação do esgoto se desdobra, diante da Lei nº 11.445/2007, em **Doméstico**: originado de residências (banheiros, pias, lavanderias)

Industrial: oriundo de processos industriais (pode conter substâncias tóxicas)

Pluvial: água da chuva, pode ser contaminada ao escoar por superfícies urbanas

Quanto à composição:

Física: água + sólidos suspensos e dissolvidos

Química: matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio, fósforo), detergentes, metais pesados (em esgoto industrial)

Biológica: microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, protozoários)

Os parâmetros de qualidade avaliados mediante resolução CONAMA 430/2011, envolvem, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), pH, sólidos totais, óleos e graxas, Nitrogênio Amoniacal e presença de coliformes fecais.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são fundamentais para proteger a saúde pública e o meio ambiente, garantindo que o esgoto gerado nas residências, indústrias e

comércios seja tratado antes de ser devolvido à natureza. O processo de tratamento convencional do esgoto é geralmente dividido em **quatro** grandes etapas: **tratamento preliminar, primário, secundário e terciário**. Cada uma dessas fases tem funções específicas e complementares, buscando remover gradualmente os poluentes presentes na água residual.

O **tratamento preliminar** é a primeira etapa que se dá pela remoção de sólidos grosseiros. Nessa fase, utiliza-se o **gradeamento**, que retém objetos maiores como plásticos, folhas e panos. Em seguida, o esgoto passa por uma caixa de areia onde partículas mais pesadas, como areia e cascalho, se sedimentam no fundo. Também nesta etapa pode ser realizado o **desengorduramento**, um processo que separa óleos e graxas flutuantes.

Na fase seguinte, o **tratamento primário**, ocorre a separação dos sólidos mais finos e da matéria orgânica em suspensão. O processo mais comum é a **decantação**, em que o esgoto permanece em repouso em grandes tanques, permitindo que os sólidos mais densos se depositem no fundo, formando o chamado **lodo primário**, enquanto materiais mais leves flutuam e são removidos da superfície.

O **tratamento secundário**, também conhecido como tratamento biológico, é responsável por remover a matéria orgânica dissolvida que ainda permanece na água após a fase anterior. Isso é feito com o uso de micro-organismos aeróbicos, que consomem essa matéria como fonte de alimento. Os sistemas mais comuns incluem os lodos ativados, em que o ar é injetado em tanques para manter os microrganismos ativos, além de reatores anaeróbicos como o **UASB**, muito utilizados no Brasil por sua eficiência em climas tropicais. Outros sistemas como **biodiscos e filtros biológicos** também podem ser empregados.

O **tratamento terciário** é uma etapa mais avançada e opcional, voltada à melhoria da qualidade final do efluente tratado, especialmente quando se deseja reutilizar a água ou lançá-la em corpos d'água sensíveis. Essa fase pode envolver a **remoção de nutrientes**, como nitrogênio e fósforo, que causam eutrofização em rios e lagos. Também são utilizadas técnicas de **desinfecção**, como aplicação de cloro, ozônio ou radiação ultravioleta, para eliminar microrganismos patogênicos e contaminantes emergentes. Filtragens adicionais com carvão ativado ou outro tipo de material adsorvente também podem ser empregadas para refinar ainda mais o efluente.

Durante todo o processo, gera-se uma quantidade considerável de **lodo**, que é uma mistura de sólidos sedimentados e micro-organismos mortos. Esse lodo precisa ser tratado separadamente por meio de **espessamento, digestão** (anaeróbica ou aeróbica) e **secagem**, antes de seu destino final, que pode incluir aterros sanitários, incineração ou uso agrícola, dependendo da legislação e da qualidade do material.

Assim, o tratamento convencional de esgoto em uma ETE é um processo complexo e essencial para reduzir os impactos ambientais do esgoto, proteger os recursos hídricos e promover a saúde coletiva. A eficiência dessas estações está diretamente ligada à correta operação das etapas e ao monitoramento contínuo da qualidade do efluente tratado. Um resumo das etapas convencionais pode ser observado no fluxograma abaixo:

Imagen x: Etapas do tratamento de Esgoto



Fonte: [ETE e ETA: Um cuidado indispensável com a água - P&Q Engenharia Jr.](#) Acesso em 31.07.2025.

Como já citado, para os processos relacionados à água, existem normas impostas que estabelecem padrões para a qualidade da água e para as estações de tratamento nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são estruturas fundamentais para a preservação da saúde pública, dos recursos hídricos e do equilíbrio ambiental. Por meio de processos físicos, químicos e biológicos, elas removem poluentes do esgoto doméstico e industrial, tornando a água tratada mais segura para o descarte no meio ambiente ou para eventual reuso.

Compreender o funcionamento das ETEs, desde o tratamento preliminar até as etapas de desinfecção e disposição final dos resíduos, permite refletir sobre o impacto do nosso consumo diário e a importância do saneamento básico como um direito essencial. Além disso, o conhecimento sobre os diferentes tipos de tratamento (primário, secundário e terciário) e suas tecnologias nos capacita a valorizar políticas públicas que priorizem o desenvolvimento sustentável e a justiça ambiental.

Diante disso, promover a educação ambiental e a conscientização sobre o destino dos resíduos que produzimos é um passo decisivo para construirmos cidades mais limpas, saudáveis e sustentáveis. As ETEs são parte dessa transformação e seu funcionamento adequado depende não apenas da tecnologia, mas também do compromisso da sociedade com o cuidado coletivo com a água e o meio ambiente.

Roteiro de atividades

1. O que é o tratamento de água e qual a sua principal importância?

- A) Um processo industrial para produzir energia a partir da água.
- B) Um conjunto de etapas que transforma esgoto em adubo.
- C) Um processo que retira impurezas da água para torná-la potável e segura para o consumo humano.
- D) Um método usado para resfriar máquinas em indústrias.

2. Quais são as principais etapas do tratamento de água em uma estação de tratamento convencional?

- A) Captação, armazenamento, fervura e engarrafamento.
- B) Decantação, floculação, cloração e pasteurização.
- C) Coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.
- D) Oxidação, combustão, compressão e filtração.

3. Por que o cloro é adicionado à água no final do tratamento?

- A) Para dar sabor à água.
- B) Para deixá-la com cor cristalina.
- C) Para matar microrganismos patogênicos e garantir a desinfecção da água.
- D) Para acelerar a evaporação da água no encanamento.

4. Qual é o principal objetivo do tratamento de esgoto em uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto)?

- A) Produzir água potável para consumo humano.
- B) Eliminar resíduos sólidos para transformá-los em adubo.
- C) Remover poluentes físicos, químicos e biológicos do esgoto antes do lançamento no meio ambiente.
- D) Resfriar a água para uso em processos industriais.

5. Qual das etapas a seguir ocorre geralmente no início do tratamento de esgoto e tem a função de remover materiais sólidos grosseiros, como plásticos e areia?

- A) Decantação
- B) Cloração
- C) Gradeamento e desarenação
- D) Flotação

6. Por que é importante o tratamento biológico no processo de tratamento secundário do esgoto?

- A) Para reduzir o volume da água.

- B) Para eliminar bactérias benéficas da água.
- C) Para decompor a matéria orgânica presente no esgoto com a ajuda de microrganismos.
- D) Para remover metais pesados por processos físicos.

FÍSICA

Conceitos Fundamentais 1

Abaixo apresentamos um extrato da apresentação submetida ao prêmio Professor Autor do Estado de Pernambuco, com algumas alterações para complementar o tema deste caderno.

Contextualizando: Cuidados de segurança

Cuidados no trabalho, no lazer e no trânsito são de extrema importância para evitar acidentes e prejuízos à saúde. Estudaremos como a física pode ajudar em soluções que minimizem os efeitos de impactos contra o corpo humano.



Disponível em: [Cidadania: o Trabalho e o Lazer: novembro 2018](https://cidadaniaotrabalhoelazer.blogspot.com/2018/11/). Acesso em: 20 mar 2025.

Crianças gostam de correr em volta da mesa. Principalmente as menores podem bater com a cabeça nas quinas e se ferirem.



Disponível em: [Menino e menina dançando com balões vermelhos forma coração casa](https://www.dreamstime.com). Acesso em: 20 mar 2025.

Proteção contra impacto

Em sites de vendas encontramos protetores de quina de mesa que são importantes para evitar ferimentos, especialmente em crianças, ao se chocarem com esses cantos.



Disponível em: [Protetor de Quina Adesivo Multikids Baby - BB252 4 Peças - Trava e Protetor de Casa para Criança - Magazine Luiza](https://www.magazineluiza.com.br/protecao-de-quina-de-mesa-para-crianca-4-peças-protetor-de-quina-adesivo-multikids-baby-bb252/). Acesso em: 20 mar 2025.

Nos números de trapézio em circos, é utilizada uma **rede de proteção** para o caso de queda do trapezista.



<https://www.noticiasaoominuto.com/mundo/54562/trapezista-fura-rede-cai-25-metros-e-h%C3%A1-suspeita-de-sabotagem>

Disponível em: [No topo do trapézio com arranha-céus ao fundo | Fotografia | PÚBLICO](https://www.publico.pt/cultura/no-topo-do-trapezio-com-arranha-céus-ao-fundo-fotografia). Acesso em 20 mar 2025.

Nas cenas de queda de prédios, dos filmes, é utilizado um colchão de ar ou caixas de papelão como na foto para que o ator ou o dublê não se machuque.



<https://caras.uol.com.br/images/large/2012/08/18/img-421904-robbie-williams-grava-cenas-de-queda-para-o-seu-novo-clipe.jpg>

Disponível em: [Robbie Williams se transforma em cavaleiro com asas em novo clipe](https://caras.uol.com.br/images/large/2012/08/18/img-421904-robbie-williams-grava-cenas-de-queda-para-o-seu-novo-clipe.jpg). Acesso em: 20 mar 2025.

Os diversos tipos de **capacetes** como de uso em empresas, na construção civil, em motocicletas, em bicicletas, etc têm um papel importante na diminuição dos danos causados por acidentes que atingem a cabeça da pessoa.



<https://br.pinterest.com/pin/786933734870418568/>

Disponível em: <https://isadorav.blogspot.com/2010/10/percepcao-de-riscos.html>. Acesso em 20 mar, 2025.

Um importante item de segurança nos veículos é o “**Airbag**”, que pode ser traduzido como bolsa de ar, na proteção do motorista e passageiro. Muitas mortes ou ferimentos graves são evitados com este equipamento de segurança dos veículos.



<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/airbags.htm>

Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/airbags.htm>. Acesso em: 20 mar 2025.

Refletindo: O QUE OS DISPOSITIVOS CITADOS TÊM EM COMUM?

- 1) Buscam diminuir os danos amortecendo o impacto!
- 2) São explicados pelos mesmos princípios da Física!

Conceitos Fundamentais 2

Dialogando - Conteúdos base

COMO A FÍSICA EXPLICA O AMORTECIMENTO DESTES IMPACTOS?

Teorema do Trabalho e da Energia cinética:

$$F_R \cdot d = \epsilon_f - \epsilon_i$$

Onde, $F_R \cdot d$ é o trabalho da força resultante e $\epsilon_f - \epsilon_i$ é a variação da energia cinética, ou seja energia cinética final menos a inicial.

Teorema do Impulso:

$$F_R \cdot \Delta t = m(v_f - v_i)$$

Onde $F_R \cdot \Delta t$ é o impulso da força resultante e $m(v_f - v_i)$ é a variação da quantidade de movimento.

COMO A FÍSICA EXPLICA O AMORTECIMENTO DESTES IMPACTOS PELO TEOREMA DO TRABALHO E DA ENERGIA?

Vamos considerar o exemplo do Airbag, amortecendo o impacto da pessoa contra o carro em uma colisão. Com ou sem airbag a variação da energia cinética, até o carro parar, será a mesma.

- 1) Segundo o Teorema do trabalho e da energia: o trabalho da força resultante é igual a variação de Energia Cinética.

$$\tau_R = \Delta \epsilon_C \quad F_R \cdot d = \frac{m}{2} (v_f^2 - v_i^2)$$

Obs: No caso de um acidente o trabalho necessário para o veículo parar o corpo da pessoa é o mesmo, com ou sem o airbag:

$$F_R \cdot d = \text{Constante}$$

- 2) Como o trabalho de frenagem é constante, a variação da distância percorrida durante o impacto, faz variar a força média exercida contra o corpo do ocupante do veículo.

$$F_R = \frac{\text{Constante}}{d}$$

Obs: Como a distância percorrida durante a ação do airbag é maior do que sem este equipamento, a força média aplicada ao corpo da pessoa é menor, reduzindo os efeitos do impacto.

$$F_R \downarrow = \frac{\text{Constante}}{d \uparrow}$$

O **Teorema do trabalho** permite entender como o amortecimento acontece, mas não temos como medir a distância média, logo não temos como fazer o cálculo da força.

Para calcular a força utiliza-se o **Teorema do Impulso** onde aparece o aumento do tempo de contato, que pode ser medido, permitindo calcular a força média.

- 1) Segundo o teorema do Impulso temos que o impulso da força é igual a variação da quantidade de movimento:

$$I_R = \Delta Q \Rightarrow F_R \cdot \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$F_R \cdot \Delta t = \text{Constante}$$

- 2) Como o impulso é constante ($F_R \cdot \Delta t = \text{Constante}$), variando o tempo de duração do impacto, fará variar a força média resultante contra o corpo.

$$F_R = \frac{\text{Constante}}{\Delta t}$$

Obs: uma vez que a variação da quantidade de movimento é constante, o airbag aumentando o tempo, durante o contato do corpo com o carro, reduz a força média contra o corpo.

$$F_R \downarrow = \frac{\text{Constante}}{\Delta t \uparrow}$$

Exemplo resolvido 1

Considere um carro se chocando contra uma parede com velocidade de 15 m/s (54 km/h). O tempo de contato do corpo do motorista, de 70 kg, com o carro, é de 0,05 segundos sem o Airbag e 0,5 segundos com o Airbag.

Determine e compare a força média com e sem Airbag.

Resolução

- 1) Segundo o teorema do Impulso temos que o impulso da força é igual a variação da quantidade de movimento, então:

Sem airbag:

$$I = \Delta Q \Rightarrow F_R \cdot \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$F_S \cdot 0,05 = 70(0 - 15) \Rightarrow F_S = -21.000 \text{ N}$$

- 2) Como a variação da quantidade de movimento é constante, o airbag aumenta o tempo, durante o contato do corpo com o carro, reduzindo a força média contra o corpo.

$$I = \Delta Q \Rightarrow F_R \cdot \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$F_A \cdot 0,5 = 70(0 - 15) \Rightarrow F_A = -2.100 \text{ N}$$

Obs: conforme calculado, aumentando o tempo de contado de 0,05 s, para 0,5 s. A força reduz de - 21.000 N para - 2.100 N. **Isto é aumentando o tempo em dez vezes, a força reduz em dez vezes.**

O sinal negativo indica que a força é contra o movimento.

$$\frac{F_A}{F_S} = \frac{-2.100}{-21.000} \Rightarrow F_A = \frac{F_S}{10}$$

Obs: a relação entre **força** e **área** de aplicação no estudo da pressão, e de como ela varia nesses casos, também tem importância no exemplo visto aqui, porém este é um assunto para o 3 trimestre.

Conceitos Fundamentais 3

Revisão

Trabalho e energia são conceitos fundamentais da física e estão intimamente ligados pelo teorema do trabalho e da energia cinética. A quantidade de energia é dada pelo trabalho que pode realizar.

De onde surge o teorema do trabalho e da energia cinética? Ele pode ser deduzido, a partir da equação de Torricelli, vista no primeiro trimestre.

$$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta s \Rightarrow a\Delta s = \frac{1}{2}(v^2 - v_o^2)$$

Multiplicando-se ambos os lados da equação pela massa (m), teremos:

$$ma\Delta s = \frac{1}{2}m(v^2 - v_o^2) \Rightarrow F_R\Delta s = \Delta \varepsilon$$

Chegamos então ao teorema do trabalho e da energia cinética, que diz que o trabalho da força resultante ($F_R\Delta s$) é igual a variação da energia cinética ($\Delta \varepsilon$).

$$\tau_R = (1/2)m(v_f^2 - v_i^2)$$

Energia Cinética

A definição de energia cinética surge da dedução que fizemos acima, do princípio do trabalho e da energia cinética, onde a energia cinética pode ser representada pela equação.

$$\varepsilon_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Onde m é a massa do móvel e v a sua velocidade.

Energia Potencial

Vimos antes que um corpo tem energia cinética, quando está em movimento. Outro tipo de energia é a energia potencial, que é dada em função da posição do objeto. Por exemplo, um corpo elevado a uma determinada altura em relação ao solo tem uma energia potencial em relação ao nível do solo, pois ao ser abandonado ele cai devido ao trabalho que é realizado sobre este corpo. **Esta energia é chamada de energia potencial gravitacional.** No exemplo, a energia potencial gravitacional é dada por:

$$\varepsilon_p = mgh$$

Onde, m é a massa do corpo, g a aceleração da gravidade e h a altura em relação ao solo.

No exemplo citado acima, durante a queda do corpo, o trabalho realizado pela força peso, transforma a energia potencial em energia cinética.

Energia potencial elástica

Outro tipo de energia potencial é a energia potencial elástica. Por exemplo, quando um corpo está pressionando uma mola, dizemos que ele tem energia potencial, devido a força elástica da mola, sobre o corpo. Quando um arco de flecha é esticado para arremessar a flecha, dizemos que o conjunto tem energia potencial. Ao ser liberada a mola, ou a corda do arco de flecha, será realizado um trabalho sobre o corpo, igual a energia potencial elástica que o corpo tinha ao comprimir a mola ou o arco.

A energia potencial elástica é dada pela equação:

$$\varepsilon_{elast} = \frac{1}{2}kx^2$$

Onde k é a constante elástica da mola e x é a deformação sofrida pela mola ou corpo elástico.

Vídeos Recomendados:

[Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Potencial Elástica](#)
[Energia potencial gravitacional e cinética](#)

Conservação da energia

Um sistema conservativo é um sistema em que não há dissipação de energia. Um exemplo de força dissipativa é a força de atrito que age, em maior ou menor intensidade, em todos os mecanismos móveis. Apesar de ser um sistema ideal, isto é, na realidade pode ser apenas aproximado, pela redução do atrito, ele é importante para que se calcule, inclusive, a energia dissipada.

Em um sistema conservativo (sem considerar o atrito) a energia mecânica total, se não houver realização de trabalho, não varia e é dada pela equação.

$$\varepsilon_M = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}kx^2$$

□

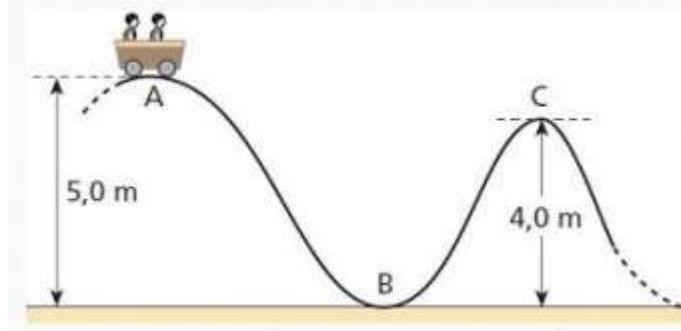
Ou seja, a energia mecânica é igual a soma das energias cinética e potencial (gravitacional e elástica).

Vídeo recomendado:

[Princípio da Conservação da Energia Mecânica](#)

Na prática

Por exemplo, em uma montanha russa o carrinho parte de uma altura que tenha uma energia potencial gravitacional capaz de ultrapassar todas as outras elevações que tem energia potencial menor. A energia potencial no ponto A, da figura abaixo, é toda transformada em energia cinética no ponto B. Parte desta energia cinética é transformada em energia potencial no ponto C



Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbra.ifsp.edu.br%2Fdocumentos%2Fcategory%2F177-2020%3Fdownload%3D2495%3Arevisão-de-física-00-dinâmica&psig=AOvVaw1ldstxCyqvJZ-XDiJ4UcWQ&ust=1742300870132000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCMCDheiOkYwDFQAAAAAdAAAAABA>
E. Acesso em 18 mar 2025.

Exemplo resolvido 2

Numa montanha russa, a mostrada na figura acima, um carrinho com dois passageiros, de 300 kg de massa total, é abandonado do repouso de um ponto A, que está a 5,0 m de altura. Supondo-se que o atrito seja desprezível, determine: a) a velocidade do conjunto no ponto B; b) a energia cinética do conjunto no ponto C, que está a 4,0 m de altura.

Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$

Resolução

A energia cinética no ponto B será igual a energia potencial no ponto A, então, pela conservação da energia a energia potencial vai a zero e é totalmente transformada em energia cinética:

$$\varepsilon_{cB} = \varepsilon_{pA} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}300 \cdot v_B^2 = 300 \cdot 10.5$$

$$v_B^2 = 100 \Rightarrow v_B = 10 \text{ m/s}$$

A energia cinética no ponto C, será igual a energia potencial no ponto A menos a energia potencial do ponto C.

$$\varepsilon_{cC} = \varepsilon_{pA} - \varepsilon_{pC} \Rightarrow \varepsilon_{cC} = 300 \cdot 10.5 - 300 \cdot 10.4 \Rightarrow \varepsilon_{cC} = 3,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Resp.: a) 10 m/s; b) $3,0 \cdot 10^3$ J.

Exemplo resolvido 3

Em um movimento circular, a força centrípeta de 50 N forma um ângulo de 90° em relação ao deslocamento de um corpo que se move uma distância de 2,0 m. Assinale a alternativa que apresenta o módulo do trabalho exercido sobre esse corpo.

- a) 100 J
- b) 0 J
- c) 25 J
- d) -100 J
- e) -25 J

Resolução:

Para resolvermos esse exercício, precisamos nos lembrar da definição de trabalho:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

Para que o trabalho exercido pela força seja não-nulo, é necessário que o ângulo formado entre a **força F** e o **deslocamento d** seja diferente de 90° , dessa forma, a força centrípeta descrita no exercício não realiza trabalho sobre o corpo, já que o cosseno de 90° vale 0. Portanto, a alternativa correta é a letra B.

Disponível em: [Lista de Exercícios sobre trabalho e energia cinética - Mundo Educação](#) Acesso em: 11 mar. 2025.

Exemplo resolvido 4

Em alguns países da Europa, os radares fotográficos das rodovias, além de detectarem a velocidade instantânea dos veículos, são capazes de determinar a velocidade média desenvolvida pelos veículos entre dois radares consecutivos.

Considere dois desses radares instalados em uma rodovia retilínea e horizontal. A velocidade instantânea de certo automóvel, de 1 500 kg de massa, registrada pelo primeiro radar foi de 72 km/h. Um minuto depois, o radar seguinte acusou 90 km/h para o mesmo automóvel.

O trabalho realizado pela resultante das forças agentes sobre o automóvel foi, em joules, mais próximo de

- a) $1,5 \cdot 10^4$.
- b) $5,2 \cdot 10^4$.
- c) $7,5 \cdot 10^4$.
- d) $1,7 \cdot 10^5$.
- e) $3,2 \cdot 10^5$.

Resposta: letra d

Resolução

Sabendo que o trabalho é definido como a variação da energia cinética, podemos escrever que:

$$\tau = E_{\text{FINAL}} - E_{\text{INICIAL}} \Rightarrow \tau = \left(\frac{m \cdot V^2}{2} \right) - \left(\frac{m \cdot V_0^2}{2} \right)$$

$$\tau = \frac{m}{2} (V^2 - V_0^2) \Rightarrow \tau = \frac{1500}{2} (25^2 - 20^2)$$

$$\tau = 750 (625 - 400)$$

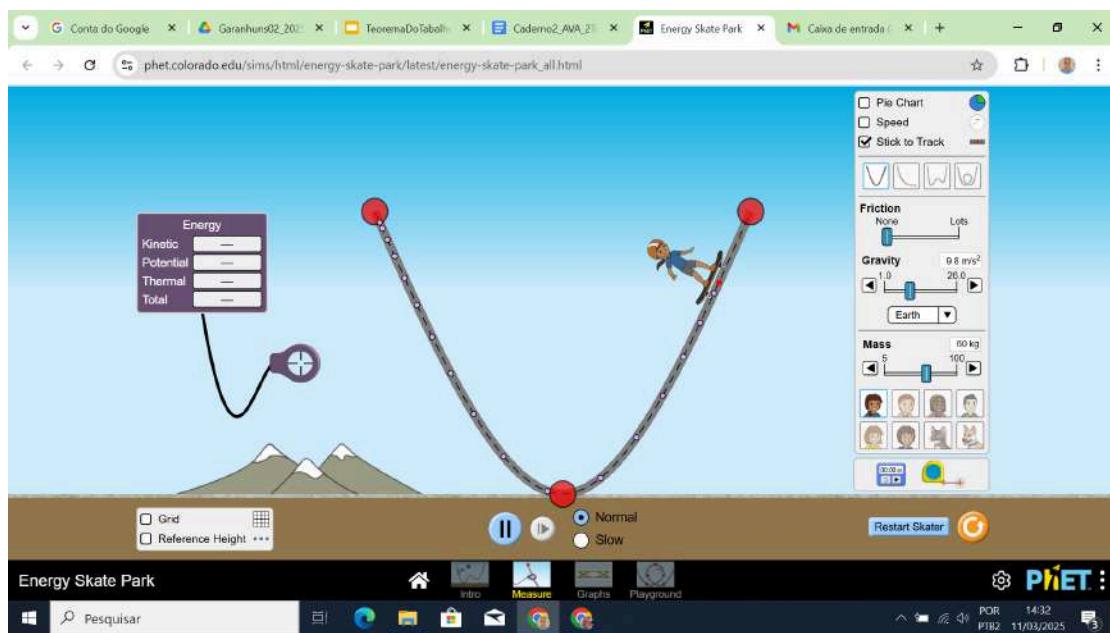
$$\tau = 750 \cdot 225 = 168750 = 1,68 \times 10^5$$

Disponível em: [Exercícios sobre trabalho e energia - Brasil Escola](#) Acesso em: 11 mar. 2025.

Atividade sugerida

Conservação da energia mecânica

Acesse o site abaixo e faça a simulação, mexendo nos botões “Friction” (atrito) e “Gravity” (gravidade) e observe o que ocorre com a simulação.



[Energy Skate Park](#). Acesso em 31.07.2025.

Roteiro de atividades

Questão 1 - Sobre um objeto de 10 kg em repouso, é realizado um trabalho de 320 J. Determine o módulo da velocidade final desse objeto após a aplicação dessa força e assinale a alternativa correspondente.

- a) 10 m/s
- b) 2 m/s
- c) 4 m/s
- d) 8 m/s
- e) 15 m/s

Questão 2 - Se o trabalho de uma força resultante sobre um corpo for positivo, podemos dizer que

- a) sua energia cinética permanece constante.
- b) sua energia potencial aumenta.
- c) sua energia cinética aumenta.
- d) sua velocidade diminui.
- e) sua aceleração diminui.

Disponível em: [Lista de Exercícios sobre trabalho e energia cinética - Mundo Educação](#) Acesso em: 11 mar. 2025.

Questão 3 - (Enem 2005) Observe a situação descrita na tirinha abaixo.



Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

- a) potencial elástica em energia gravitacional.
- b) gravitacional em energia potencial.
- c) potencial elástica em energia cinética.
- d) cinética em energia potencial elástica.
- e) gravitacional em energia cinética

Questão 4 - Um móvel de 100 kg se desloca com velocidade de 10 m/s. Qual o valor da energia cinética deste móvel.

- a) 10.000 J
- b) 5.000 J
- c) 1.000 J
- d) 500 J
- e) 250.000 J

Questão 5 - Um corpo de massa igual a 50 kg está elevado a 5 m do solo. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s², calcule a energia potencial gravitacional do corpo em relação ao solo.

- a) 2.500 J
- b) 250 J
- c) 25 J
- d) 25.000 J
- e) 250.000 J

Referência

DIAS, Diogo Lopes. "O que é fermentação?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-fermentacao.htm>. Acesso em 02 de maio de 2025.

ORGANIZADOR CURRICULAR POR TRIMESTRE - Formação Geral Básica (FGB). Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Disponível em: [ORGANIZADOR CURRICULAR POR TRIMESTRE Formação Geral Básica \(FGB\)](#). Acesso em 25 Fev. 2025.

ORGANIZADOR CURRICULAR POR TRIMESTRE - Formação Geral Básica (FGB). Secretaria

de Educação do Estado de Pernambuco. Disponível em: [ORGANIZADOR CURRICULAR POR TRIMESTRE Formação Geral Básica \(FGB\)](#) . Acesso em 03 Maio 2025.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Airbags"; Brasil Escola. Disponível em: [Airbag. O airbag e a quantidade de movimento - Brasil Escola](#). Acesso em 17 de janeiro de 2022.

Revista Crescer. 43 dicas para deixar sua casa segura para crianças. Disponível em: [43 dicas para deixar sua casa segura para crianças - Revista Crescer | Segurança](#). Acesso em: 17/01/2022.

[Exercícios sobre o anaerobismo - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

[Lista de Exercícios sobre fermentação - Mundo Educação](#). Acesso em 31.07.2025.

[Tratamento de água: o que é, formas, processo - Brasil Escola](#). Acesso em 31.07.2025.

[Conheça as etapas do processo de tratamento da água](#). Acesso em 31.07.2025.

[Coagulação em Tratamento de Água: O que é e Para que Serve](#). Acesso em 31.07.2025.

[Separação de misturas - 3ª Parte : www.profrfaelcoutinho.com.br](#). Acesso em 31.07.2025.

CHIAVELLI, Henrique Gabriel Rovigatti et al. Etapas de um sistema de tratamento de efluente e processos convencionais de tratamento: uma revisão de literatura. In: **IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. 2019.

Souza, Walterler Alves de. **Tratamento de água**/ Walterler Alves de Souza. – Natal : CEFET/RN, 2007.

BRASIL, Portaria N°. 518/2004, do Ministério da Saúde. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigência de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, v. 13.

BRASIL. Resolução N° 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, v. 53.