

ITINERÁRIO FORMATIVO

2025

ENSINO MÉDIO REGULAR NOTURNO

3º Ano | 3º Trimestre

Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

Secretaria
de Educação



GOVERNO DE
**PER
NAM
BUCO**
ESTADO DE MUDANÇA

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

Equipe de Elaboração

*Clebson Firmino da Silva
Francyana Pereira dos Santos
José altenis Santos*

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
Rosimere Pereira de Albuquerque*

Para início de conversa

Olá estudante,

Este caderno foi escrito especialmente para você, estudante do ensino médio noturno, que tem uma dinâmica diferente em seu cotidiano. Aqui, você encontrará um aprofundamento na área de Ciências da Natureza de maneira diversa do ensino médio diurno, que deverá ser utilizado neste terceiro trimestre, com atividades e formas de discussão dos objetos de conhecimento de maneira mais próxima, mediadas por este material. Dúvidas podem ser tiradas com seus professores, sejam eles os tutores ou não.

Assim, este material, tem o objetivo de aprofundar conhecimentos que você já estudou ou está estudando na Formação Geral Básica (FGB) do nosso currículo, em **Biologia, Física e Química** conforme indicado no item **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 trilhar os caminhos do conhecimento, aumentando nossa bagagem intelectual!

Objetos do Conhecimento que serão aprofundados:

Biologia: Tecnologias Ambientais e práticas sustentáveis; Recursos naturais renováveis e não renováveis.

Física: Nascimento, Vida e Morte das Estrelas.

Química: Tecnologias limpas, reaproveitamento e reciclagem.

Biologia

Conceitos Fundamentais 1

Tecnologias Ambientais

Tecnologias ambientais são técnicas e processos que visam reduzir o impacto negativo das atividades humanas no meio ambiente, promovendo o desenvolvimento sustentável. Elas se aplicam em diversas áreas, como produção de energia renovável (solar, eólica), gestão de resíduos (reciclagem, compostagem), tratamento de água e materiais e eficiência energética, buscando proteger a natureza, a biodiversidade e mitigar as mudanças climáticas. As tecnologias ambientais incluem, também, veículos elétricos, iluminação eficiente, produtos biodegradáveis, sistemas de captura de carbono, e o uso de sensores e softwares para a gestão ambiental, dentre outros.

Características e Objetivos

Sustentabilidade: desenvolvem produtos e processos que causam menos poluição e impactos ambientais.

Conservação: protegem e conservam a natureza, o espaço natural e a biodiversidade.

Prevenção e Mitigação: evitam ou reduzem os impactos negativos do homem no ambiente.

Eficiência: otimizam o uso de recursos naturais e energia, diminuindo o desperdício.

Inovação: abrangem um conjunto de inovações científicas, digitais e tecnológicas para solucionar problemas ambientais.

Exemplos em Diversos Setores

Energia: painéis solares, turbinas eólicas e armazenamento de energia, como em sal fundido, que reduzem a dependência de combustíveis fósseis.

Agricultura: a agricultura de precisão otimiza o uso de recursos e minimiza o impacto ambiental da produção de alimentos.

Gestão de Resíduos: Tecnologias de reciclagem e compostagem que diminuem a quantidade de resíduos em aterros, além da biodigestão que pode gerar biometano para veículos.

Transporte: veículos elétricos que eliminam a emissão de gases poluentes e o uso de combustíveis bio renováveis, como o etanol e o biogás.

Tratamento de Água: processos de dessalinização e filtragem avançada para garantir o acesso à água potável.

Tecnologia Digital: internet das Coisas (IoT) para monitorar processos ambientais e a computação em nuvem (cloud computing) para reduzir o consumo de equipamentos.



Ações que contemplam Tecnologias Ambientais

<https://ecoassist.com.br/tecnologia-e-sustentabilidade-entenda-como-se-potencializam/>. Acesso em: 22/09/2025.

Práticas sustentáveis

Práticas sustentáveis são ações que buscam usar os recursos naturais de forma responsável para minimizar o impacto ambiental, promovendo o equilíbrio ecológico e social. Incluem o consumo consciente, a redução do desperdício, a eficiência energética e a gestão correta de resíduos, podendo ser aplicadas no dia a dia de pessoas e no funcionamento de empresas.

Sustentabilidade se refere ao princípio da busca pelo equilíbrio entre a disponibilidade dos recursos naturais e a exploração deles por parte da sociedade. Ou seja, visa ao equilíbrio e à preservação do meio ambiente e o que ele pode oferecer em consonância com a qualidade de vida da população.

O termo sustentabilidade surge da necessidade de discussão a respeito da forma como a sociedade vem explorando e usando os recursos naturais, pensando em alternativas de preservá-lo, evitando, assim, que esses recursos se esgotem na natureza. A definição de sustentabilidade está atrelada ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Atualmente, muito é comentado sobre desenvolvimento sustentável, como sendo o despertar de consciência da sociedade como um todo para a ideia de que os recursos naturais não são infinitos como muitos pensavam. As inúmeras discussões por parte da comunidade científica acerca das questões relacionadas ao meio ambiente e sua intensa degradação por parte da ação antrópica também colocaram esse termo em evidência.

Desenvolvimento sustentável se refere ao desenvolvimento socioeconômico, político e cultural atrelado à preservação do meio ambiente. Sendo assim, as práticas capitalistas associadas ao consumo devem estar em equilíbrio com a sustentabilidade, visando aos avanços no campo social e econômico sem prejudicar a natureza. É a garantia do suprimento das necessidades da geração futura por meio da conservação dos recursos naturais.

O conceito de sustentabilidade surgiu oficialmente em 2002, na Conferência conhecida como Rio+10 ou Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, que aconteceu em Joanesburgo, na África do Sul. Esse termo abrangia não somente a questão do desenvolvimento econômico, mas se preocupava com as perspectivas ecológicas e sociais, apontando para a busca da igualdade social. Sendo assim, podemos dizer que a sustentabilidade é a meta e o desenvolvimento sustentável é o meio para que ela seja alcançada.

Ações Individuais

Consumo Consciente: escolher produtos locais e de empresas com responsabilidade ambiental, priorizar o que realmente é necessário e apoiar marcas que se preocupam com a sustentabilidade.

Redução de Resíduos: diminuir o uso de plásticos e descartáveis, fazer a compostagem de resíduos orgânicos, reciclar e descartar o lixo corretamente.

Economia de Energia e Água: desconectar aparelhos eletrônicos da tomada quando não estão em uso e usar dispositivos de baixo consumo energético e de fluxo de água.

Transporte: optar por caminhar, usar bicicleta ou transportes coletivos e praticar a carona solidária para reduzir a emissão de gases poluentes.

Práticas em Empresas

Eficiência Operacional: implementar processos mais eficientes que utilizem menos recursos e gerem menos resíduos, impactando positivamente tanto o ambiente quanto os lucros.

Gestão de Recursos: reduzir o consumo de energia e água, e otimizar o uso de recursos naturais em todas as etapas da produção.

Sustentabilidade na Cadeia Produtiva: adotar medidas para que as atividades não causem danos ambientais, desde a extração de matéria-prima até o descarte final dos produtos.

Cultura Organizacional: integrar a responsabilidade social e ambiental na essência da empresa, envolvendo todos os departamentos e colaboradores.

A Importância da Sustentabilidade

Preservação Ambiental: reduzir a degradação do meio ambiente e proteger a biodiversidade para garantir um planeta saudável para as próximas gerações.

Equilíbrio Social: atender às necessidades humanas sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.

Benefícios Econômicos: empresas que adotam práticas sustentáveis podem ter mais eficiência, aumentar a lucratividade e fortalecer a sua imagem perante o mercado.

As tecnologias ambientais são cruciais para enfrentar desafios globais como a poluição, o esgotamento dos recursos naturais e as mudanças climáticas, contribuindo para um futuro mais verde e sustentável para o planeta.



Objetivos de desenvolvimento sustentável.

<https://portallubes.com.br/2017/10/praticas-sustentaveis-precisam-ser-viaveis-economicamente/> Acesso em: 22/09/2025.

Recursos naturais renováveis e não renováveis

Recursos naturais são todos os elementos da natureza utilizados pelos seres humanos para a sua subsistência e para seu desenvolvimento socioeconômico. Podem ser classificados em renováveis e não renováveis, de acordo com a sua capacidade de reposição na natureza. São provenientes da biosfera, da hidrosfera, da litosfera e da atmosfera.

São os elementos da natureza utilizados pelos seres humanos para suprirem suas necessidades pessoais ou econômicas. Eles atendem às demandas antrópicas de diversas maneiras, servindo como alimento, combustível ou, ainda, como matéria-prima para a fabricação de mercadorias e de ferramentas, além de serem fundamentais para a geração de eletricidade.

Apesar da sua ocorrência no meio ambiente, os recursos naturais não se encontram distribuídos de maneira homogênea pelo planeta Terra. Ainda que existam muitos países que concentram elevados volumes de recursos naturais, muitos outros necessitam recorrer a outros territórios para a sua obtenção. Por essa razão, os recursos naturais são, também, elementos centrais na geopolítica internacional, haja vista o exemplo do petróleo.

Origem dos recursos naturais

Os recursos naturais têm origem dos processos inerentes à natureza, os ciclos biogeoquímicos. Uma parte significativa dos recursos naturais utilizados hoje em dia pela humanidade começou a se desenvolver há milhões de anos, muito antes do surgimento dos seres humanos e de outras espécies animais conhecidas. Aliás, muitos dos recursos naturais que são essenciais para a nossa sobrevivência surgiram em um passado muito antigo na escala de tempo geológico.

Classificação dos recursos naturais

Apesar dos recursos naturais estarem no meio ambiente, eles detêm capacidades de recuperação distintas. Isso significa que determinados recursos naturais são restabelecidos pela natureza de tempos em tempos, ao passo que existem outros, cujas reservas são finitas, isto é, limitadas. Levando isso em consideração, podemos classificar os recursos naturais em dois tipos: renováveis e não renováveis.

Recursos naturais renováveis

São os recursos naturais cujas reservas são repostas pelos próprios ciclos naturais. Eles estão disponíveis na natureza em abundância, e seus estoques não se esgotam. Ainda assim, recomenda-se o uso racional deles. São principalmente aqueles oriundos da hidrosfera, da atmosfera e da biosfera, como: água, vento, luz solar, calor interno do planeta Terra, solo, animais e plantas.

Recursos naturais não renováveis

São os recursos naturais cujas reservas não se renovam naturalmente dentro da escala de tempo cronológico. A reposição desse tipo de recurso acontece apenas em uma escala de tempo geológico, o que não garante sua reutilização pelos seres humanos. Portanto, entende-se que os recursos não renováveis são limitados e devem ser utilizados de maneira racional para que eles possam ser aproveitados tanto pelas gerações atuais quanto pelas futuras. Os combustíveis fósseis, originados da decomposição de matéria orgânica em subsuperfície, são os principais exemplos desse tipo de recurso natural.

Tipos de recursos naturais

Os recursos naturais são classificados, de acordo com o seu material de composição e a sua origem, em quatro diferentes categorias, as quais descreveremos a seguir:

- **Recursos naturais biológicos** - São provenientes diretamente da fauna e da flora, o que inclui desde o material genético coletado dos animais e das plantas até parte de organismos e organismos vivos que apresentam utilidade para os seres humanos na geração de energia e na obtenção de matérias-primas e alimentos. Os recursos naturais biológicos são coletados por meio de atividades como a agropecuária, a caça, a pesca, a silvicultura e outras do setor primário da economia.
- **Recursos naturais minerais**- São todos os materiais inorgânicos — as rochas e os minérios — presentes na litosfera terrestre e que são úteis para diversas atividades econômicas desenvolvidas no mundo. Os recursos minerais desempenham papel central em uma série de disputas econômicas e geopolíticas pelo domínio de mercados em escala internacional e pelo controle de territórios que apresentam vastas reservas e jazidas minerais. Sua obtenção se dá através da mineração.
- **Recursos naturais hídricos** - São todos os conjuntos de água presentes na superfície e na subsuperfície terrestre. Considera-se como recurso natural hídrico desde os lagos de água doce até os extensos aquíferos existentes no subsolo, desde que sirvam como fonte para os seres humanos obterem água para o consumo próprio, para a geração de energia ou para a incorporação em processos agrícolas e industriais. A exploração dos recursos hídricos é feita por meio da coleta direta, da perfuração de poços artesianos, ou, ainda, mediante a construção de infraestruturas em meio aos corpos hídricos para o seu aproveitamento, a exemplo das hidrelétricas e das usinas maremotrizes.
- **Recursos naturais energéticos** - São todos os recursos naturais dos quais é possível gerar energia, seja elétrica, seja cinética. As demais categorias de recurso anteriormente descritas podem fazer parte dos recursos energéticos, como é o caso de elementos

como a água, o petróleo, o carvão mineral, o gás natural, a cana-de-açúcar, a biomassa etc.

Resumo sobre recursos naturais

- Recursos naturais são elementos da natureza usados pelos seres humanos para suprirem as suas necessidades pessoais e econômicas.
- Originam-se em processos da natureza. Muitos dos recursos usados hoje surgiram há milhões de anos, no passado geológico.
- Estão presentes em todas as esferas da estrutura terrestre: biosfera, hidrosfera, litosfera e atmosfera.
- São classificados, de acordo com a sua capacidade de reposição na natureza, em dois tipos: renováveis e não renováveis.
- Os recursos naturais renováveis têm suas reservas restabelecidas pelos próprios ciclos naturais, o que faz com que sejam recursos abundantes.
- Os recursos naturais não renováveis têm suas reservas não restabelecidas rapidamente, mas sim dentro de uma escala de tempo geológico, portanto, eles são limitados.
- Podemos classificar os recursos naturais em: biológicos, minerais, hídricos e energéticos.
- O Brasil é um dos maiores detentores de recursos naturais, especialmente em se tratando de recursos biológicos e hídricos. Mais de 12% de toda a água doce do mundo se encontra no território brasileiro, que abriga, também, a maior biodiversidade do planeta.
- A exploração dos recursos naturais é essencial para a subsistência humana e para o desenvolvimento socioeconômico. No entanto, a superexploração da natureza causa a degradação do meio ambiente e ameaça a manutenção dos recursos naturais não renováveis.



Os recursos naturais são todos os elementos do meio ambiente utilizados pelos seres humanos para suprirem as suas necessidades.

Crédito da Imagem: [Shutterstock.com](https://www.shutterstock.com). <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/os-recursos-naturais.htm>. Acesso em: 22/09/2025.

Vídeo explicativo



https://www.youtube.com/watch?v=QM_y9T6sP6E.

Roteiro de atividades

1. O termo sustentabilidade emerge das discussões sobre a necessidade de preservação do meio ambiente. Nesse sentido, ele está atrelado à/ao

- A) delimitação de pequenas zonas indicadas para a preservação do espaço natural.
- B) relação entre preservação ambiental e predação desenfreada dos recursos ambientais.
- C) demarcação de hábitos sociais considerados insatisfatórios para o meio ambiente.
- D) equilíbrio entre a preservação ambiental e o suprimento das necessidades humanas.
- E) conservação dos aspectos naturais somente em paisagens consideradas singulares.

2. Assinale a alternativa que **NÃO** indica um objetivo do desenvolvimento sustentável defendido pela Organização das Nações Unidas (ONU):

- A) Acabar com as formas de pobreza.
- B) Assegurar às pessoas uma vida sustentável.
- C) Alcançar a segurança alimentar.
- D) Incentivar a ação de mineradoras.
- E) Promover a agricultura sustentável.

3. Atualmente, em virtude do comprometimento da vida no planeta, cresceu o debate, a nível internacional, sobre as questões ambientais mundiais. É cada vez mais comum o estudo sobre os impactos ambientais para que haja conscientização da população e de governantes sobre a necessidade de se praticar um _____, que promova o desenvolvimento econômico sem comprometer o meio ambiente e a oferta de recursos naturais para o futuro.

SILVA, Thamires Olimpia. "O que é impacto ambiental?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-impacto-ambiental.htm>. Acesso em 18 de fevereiro de 2021.

O termo que completa corretamente o texto acima é:

- A) estudo de impacto ambiental.
- B) desenvolvimento econômico.
- C) crescimento demográfico.
- D) aumentos das florestas.
- E) desenvolvimento sustentável.

4. Os recursos naturais renováveis, como o próprio nome indica, são aqueles que podem renovar-se naturalmente mesmo após terem sido utilizados nas atividades humanas. Isso não significa, porém, que eles durem para sempre, pois o uso predatório de tais recursos pode levá-los à extinção.

Assinale a alternativa que indica uma medida de preservação e manutenção dos recursos naturais renováveis.

- a) Ampliação das áreas de cultivo do solo.
- b) Implantação de sistemas de irrigação sem controle.

- c) Uso de agrotóxicos e fertilizantes com muita intensidade nas lavouras.
- d) Diminuição do consumo e reaproveitamento dos materiais recicláveis.
- e) Expansão das áreas de ocupação humana sobre ambientes naturais.

5. Alguns recursos naturais são considerados estratégicos tanto por sua utilização econômica quanto por sua escassez em algumas partes do mundo. Assim, aquele país que possui uma maior quantidade ou acesso a tais recursos pode melhor utilizá-los tanto para a sua população quanto para a sua exploração comercial.

Assinale a alternativa que apresenta os dois recursos naturais que, atualmente, são considerados os mais estratégicos do mundo:

- a) madeira e algodão
- b) água e petróleo
- c) látex e carvão mineral
- d) ouro e diamante
- e) solo e florestas

6. O processo de devastação do Cerrado é um exemplo de como o uso não controlado dos recursos naturais pode causar profundos impactos naturais, tais como a extinção de espécies vegetais e animais, além de uma menor disponibilidade de recursos e matérias-primas. A principal causa para a destruição de grande parte do Cerrado foi:

- a) a expansão das áreas de cultivo agrícola.
- b) o crescimento das cidades do Centro-Oeste.
- c) a diminuição das políticas de controle de pragas naturais.
- d) a maior presença de indústrias em áreas de preservação florestal.
- e) a fragilidade do Cerrado diante das transformações climáticas.

Física

Conceitos Fundamentais 1

Nascimento, Vida e Morte das Estrelas

Berçário Estelar

Berçário estelar é o local no espaço que contém nebulosas, que são nuvens gigantes de gases como o hidrogênio e poeira onde as estrelas nascem. Esses berçários cósmicos são locais no qual novas estrelas são formadas a partir da atração gravitacional desses gases e poeira, possibilitando às nebulosas colapsarem em estrelas.

Exemplos de berçários estelares são: a Nebulosa de Órion (M42) e a Nebulosa da Águia (M16), onde estão os famosos "Pilares da Criação", uma imagem icônica capturada pelo telescópio Hubble.



Foto dos Pilares da Criação, um berçário estelar. À esquerda, foto retirada pelo telescópio Hubble em 2014 e à direita a foto foi retirada pelo telescópio James Webb em 2022. Imagem acessada em 03/09/2025 em:

<https://science.nasa.gov/asset/webb/pillars-of-creation-hubble-and-webb-images-side-by-side/>

O processo de formação de uma estrela começa em uma nebulosa, que é uma nuvem de gás e poeira no espaço. Essas nebulosas podem ser formadas por restos de estrelas que já morreram.

Estas nuvens ficam por milhões e até bilhões de anos inativas, pois, apesar da força gravitacional, a densidade da nuvem pode não ser suficiente para formação estelar, até que a explosão, por exemplo, de uma supernova próxima possa acelerar esse processo ao atingir a nuvem de gás, exercendo pressão e aumentando a densidade dessa nuvem. Essas mudanças e a força de atração gravitacional geram as condições para formação estelar.

Nascimento das Estrelas

À medida que a gravidade faz com que a matéria na nebulosa comece a se aglomerar, o material se acumula, a pressão e a temperatura no núcleo aumentam.

Quando a temperatura atinge cerca de 10 milhões de graus Celsius, a fusão nuclear começa. O hidrogênio se transforma em hélio, liberando uma enorme quantidade de energia. Isso marca o nascimento da estrela.

A partir desse ponto, a estrela entra na fase de sequência principal, onde passa a maior parte de sua vida. Durante essa fase, a estrela mantém um equilíbrio entre a pressão interna (devido à fusão nuclear do hidrogênio) e a gravidade. Será uma “luta”, pois, a fusão gera pressão para a estrela se expandir e a gravidade gera pressão para a estrela se contrair. Enquanto esse equilíbrio se mantém, a estrela está na chamada sequência principal. O nosso Sol também está nessa fase de equilíbrio, o que permite uma quantidade de energia solar chegando à Terra, relativamente estável.

Sequência Principal

Durante milhões ou bilhões de anos, a estrela queima hidrogênio em seu núcleo. O tempo que uma estrela permanece nesta fase depende de sua massa. Estrelas mais massivas têm força gravitacional maior, maior pressão e maior temperatura e, assim, queimam seu combustível mais rapidamente, passando milhões de anos. O Sol, que é uma estrela de pouca massa, já tem 5 bilhões de anos e terá ao todo 10 bilhões de anos, na sequência principal.

Na maior parte de sua existência, a estrela permanece na chamada sequência principal. Nessa fase, o que acontece é a fusão de núcleos de hidrogênio (H) em núcleos de hélio (He), liberando uma enorme quantidade de energia. Essa energia é resultado da famosa relação de Einstein, $E=mc^2$, na qual uma pequena fração da massa do hidrogênio se converte em energia luminosa e térmica. Essa produção constante de energia compensa a força da gravidade que tende a comprimir a estrela, mantendo-a em equilíbrio. É por isso que o Sol, por exemplo, pode brilhar, estável, por bilhões de anos.

Entretanto, o combustível de hidrogênio não dura para sempre. Quando ele se esgota, a evolução da estrela depende de sua massa inicial.

Morte das Estrelas

As estrelas evoluem a partir de sua massa em três possibilidades básicas. Quando a estrela tem massa menor que dez vezes a massa solar

Quando o hidrogênio no núcleo de uma estrela se esgota, ela começa a evoluir. Para estrelas de baixa massa, como o Sol, isso significa expandir-se e se tornar uma gigante vermelha. O Sol poderá ficar até 300 vezes maior que o atual, e “engolirá” os primeiros planetas do sistema solar. Para estrelas mais massivas, o processo é muito mais dramático.

Em estrelas mais massivas, a fusão nuclear continua formando elementos mais pesados, como carbono, oxigênio, até ferro, em camadas ao redor do núcleo.

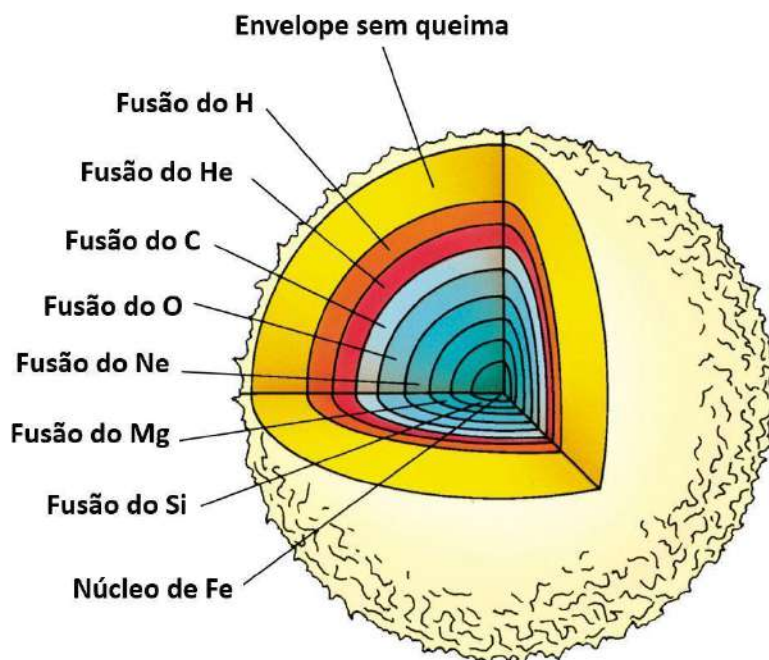


Figura da estrutura de camadas de uma estrela. Imagem acessada em 08/09/2025: https://tse1.mm.bing.net/th/id/OIP.ESv_WTfo73BVEaScb5NMYQHaGM?cb=thfvnext&pid=ImgDet&ucfimg=1&w=200&h=167&c=7&dpr=1,5&o=7&rm=3

Estrelas de massa semelhante ou até cerca de oito (8) vezes a massa do Sol passam por uma fase em que se expandem e se tornam gigantes vermelhas. Nessas condições, começam a fundir o hélio em elementos um pouco mais pesados, como carbono e oxigênio. No fim desse processo, suas camadas externas são expelidas para o espaço, formando estruturas belas conhecidas como nebulosas planetárias. O núcleo que sobra, extremamente denso e quente, transforma-se em uma anã branca, que ao longo de bilhões de anos vai esfriar e se apagar lentamente.

Já as estrelas com massa maior que aproximadamente oito (8) massas solares vivem destinos muito mais violentos. Quando o hidrogênio e o hélio acabam, elas continuam fundindo elementos cada vez mais pesados, até chegar ao ferro (Fe). Neste ponto, a fusão já não libera energia suficiente para sustentar a estrela. O núcleo colapsa em frações de segundo, e a estrela explode numa supernova, um dos fenômenos mais energéticos do Universo.

O que resta, após a supernova, depende novamente da massa da estrela. Se o núcleo final tiver entre 1,4 e 3 massas solares, forma-se uma estrela de nêutrons, um objeto incrivelmente compacto em que prótons e elétrons se combinam em nêutrons. Caso o núcleo seja ainda mais massivo, com mais de três (3) massas solares, a gravidade vence todas as forças conhecidas e dá origem a um buraco negro, uma região do espaço onde nada, nem mesmo a luz, consegue escapar.

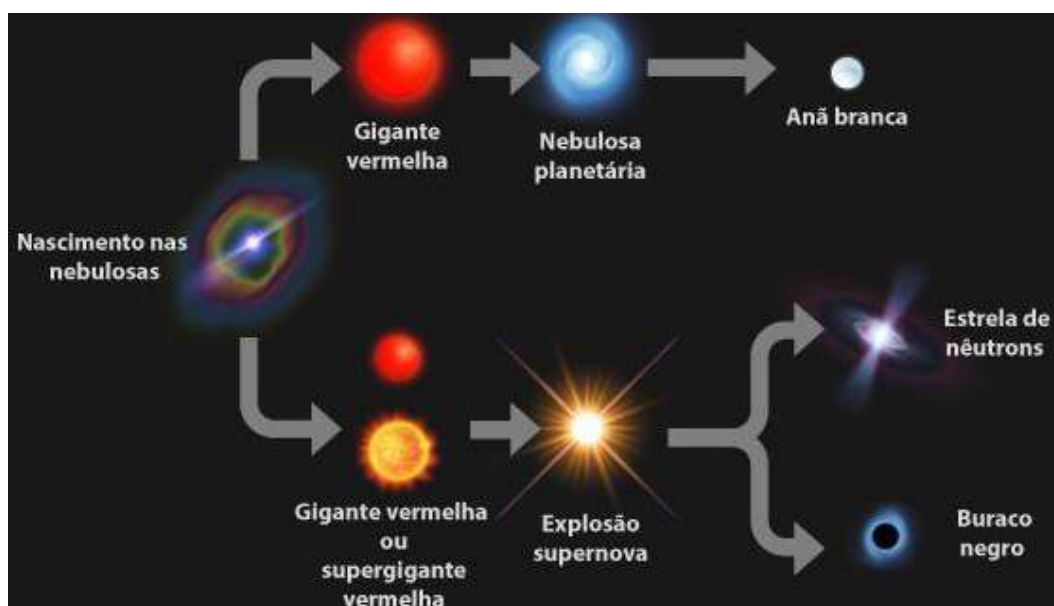


Figura com desenvolvimento das estrelas a partir de sua massa. Imagem acessada em 08/09/2025.

<https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/2025/04/1-ilustracao-mostrando-todas-as-etapas-do-ciclo-de-vida-das-estrelas.jpg>

O Limite do Ferro e a Supernova

O ferro (Fe) é um ponto de parada no processo de fusão. Diferente dos elementos mais leves, sua fusão não libera energia — pelo contrário, consome energia. Isso significa que, quando o núcleo da estrela é formado principalmente de ferro, a produção de energia cessa. Sem a pressão da radiação sustentando suas camadas, a estrela entra em colapso gravitacional.

Esse colapso é extremamente rápido: o núcleo da estrela, com dezenas de milhares de quilômetros de diâmetro, pode se reduzir em segundos a apenas alguns quilômetros. O resultado é uma supernova, uma explosão tão poderosa que, por alguns instantes, pode brilhar mais do que uma galáxia inteira.

A onda de choque da supernova arremessa para o espaço as camadas externas da estrela, enriquecendo o meio interestelar com elementos químicos criados durante sua vida. É nesse momento que a natureza realiza um feito ainda mais impressionante: a criação dos elementos mais pesados que o ferro.

Nucleossíntese dos Elementos Pesados

Até o ferro, os elementos foram criados dentro das estrelas pela fusão nuclear. Mas os elementos mais pesados, como ouro, platina, urânio e chumbo, só podem se formar em eventos extremamente violentos. Durante a explosão da supernova, a energia e a densidade são tão intensas que ocorre a captura rápida de nêutrons, chamada processo-r, nesta reação nuclear, um núcleo atômico absorve um ou mais nêutrons, tornando-se um isótopo mais pesado do mesmo elemento.

Nesta reação, núcleos atômicos absorvem nêutrons em grande velocidade. Depois, esses nêutrons se transformam em prótons por decaimento beta, criando novos elementos pesados.

Assim, os átomos que hoje compõem nosso corpo, nossas joias de ouro e até o cálcio dos ossos foram forjadas em estrelas que morreram há bilhões de anos.

Sendo assim, a morte das estrelas enriquece o meio interestelar com elementos pesados, que podem se aglomerar para formar novas estrelas e planetas, reiniciando o ciclo.

O destino final: Estrelas de Nêutrons ou Buracos Negros

O que sobra no centro da estrela após a supernova depende da massa do núcleo remanescente:

- Se o núcleo tiver entre 1,4 e 3 massas solares, a pressão é suficiente para fundir elétrons e prótons em nêutrons, formando uma estrela de nêutrons. Esses objetos têm apenas cerca de 20 km de diâmetro, mas sua densidade é absurda: uma colher de chá de matéria de estrela de nêutrons pode pesar bilhões de toneladas.
- Se o núcleo tiver mais de três (3) massas solares, nem mesmo a pressão dos nêutrons consegue conter a gravidade. O colapso continua até formar um buraco negro, uma região do espaço em que a gravidade é tão intensa que nada, nem mesmo a luz, consegue escapar. O limite ao redor do buraco negro, a partir do qual não há retorno, é chamado de horizonte de eventos.
- Esses objetos, além de fascinantes, desempenham papel fundamental na evolução do Universo, pois interagem com outras estrelas, emitem radiação intensa e podem até fundir-se, produzindo ondas gravitacionais detectáveis aqui na Terra.

Conclusão

A vida de uma estrela é, ao mesmo tempo, uma história de equilíbrio e transformação. Durante bilhões de anos, ela mantém o frágil balanço entre gravidade e pressão da radiação, enquanto transforma hidrogênio em elementos cada vez mais pesados. Sua morte, seja tranquila como uma anã branca ou explosiva como uma supernova, espalha pelo cosmos os elementos que mais tarde se juntarão para formar novos sistemas estelares, planetas e até a vida.

Podemos dizer, sem exagero, que somos filhos das estrelas: cada átomo de carbono no nosso corpo, o ferro em nosso sangue e o oxigênio que respiramos foram criados no coração de estrelas que viveram e morreram muito antes do surgimento do Sol e da Terra.

Roteiro de atividades

Questões

01) O nascimento de uma estrela é o resultado do colapso gravitacional de uma nuvem molecular gigante. Qual evento marca o momento em que a protoestrela se torna uma estrela de fato?

- a) A protoestrela alcança o tamanho de Júpiter, tornando-se visível no espectro óptico.
- b) A nuvem se fragmenta em pedaços menores, cada um formando um planeta.
- c) A temperatura e a pressão no núcleo atingem níveis suficientes para iniciar a fusão nuclear do hidrogênio em hélio.
- d) O núcleo da protoestrela começa a se expandir devido à pressão da gravidade.

02) A maior parte da vida de uma estrela é passada na chamada 'sequência principal'. O que mantém uma estrela nessa fase estável?

- a) A pressão de radiação gerada pela fusão nuclear de hidrogênio em hélio, que equilibra a força da gravidade.
- b) A atração magnética gerada por correntes de plasma em movimento, que impede a estrela de se expandir.
- c) O colapso contínuo devido à gravidade, que gera calor e luz.
- d) O equilíbrio entre a força de repulsão nuclear e a força de atração eletromagnética.

03) Após a exaustão do hidrogênio em seu núcleo, uma estrela de baixa massa como o Sol entra em uma fase de expansão. Qual é a ordem correta dos estágios que levam à sua morte?

- a) Supergigante Vermelha → Estrela de Nêutrons.
- b) Gigante Vermelha → Supernova → Buraco Negro.
- c) Anã Branca → Gigante Vermelha → Supernova.
- d) Gigante Vermelha → Nebulosa Planetária → Anã Branca.

04) Uma estrela de alta massa tem um destino muito mais dramático do que o Sol. Qual é o evento que marca a morte de uma estrela massiva, liberando uma vasta quantidade de energia e sintetizando elementos mais pesados que o ferro?

- a) Uma supernova.
- b) Uma nova.
- c) Uma nebulosa planetária.
- d) A transição para um quasar.

05) O que acontece com o núcleo de uma estrela de alta massa se, após uma supernova, sua massa remanescente for maior do que aproximadamente 3 vezes a massa do Sol?

- a) Ele se desintegra completamente, sem deixar remanescente.
- b) Ele se expande em uma anã branca.
- c) Ele colapsa para formar um buraco negro.
- d) Ele se contrai e se torna uma estrela de nêutrons.

06) O Sol é uma estrela de baixa massa na 'sequência principal'. Qual a principal fonte de energia que o mantém brilhando?

- a) A contração gravitacional, que converte energia potencial em calor e luz.

- b) A fusão nuclear de hidrogênio em hélio no seu núcleo.
- c) A combustão do carbono em seu núcleo.
- d) A fusão nuclear de hélio em hidrogênio.

07) As nebulosas planetárias são objetos astronômicos muito bonitos. Elas são formadas pelo seguinte processo:

- a) O colapso de uma nuvem de gás e poeira que não tem massa suficiente para formar uma estrela.
- b) A expulsão das camadas externas de uma estrela de baixa massa, deixando um núcleo exposto que se torna uma anã branca.
- c) O remanescente de uma supernova que formou uma estrela de nêutrons.
- d) A colisão entre duas galáxias que cria um buraco negro supermassivo.

08) A morte de estrelas massivas é um evento crucial para a vida na Terra. Por quê?

- a) Elas transformam hidrogênio em hélio, que é o principal elemento para a vida.
- b) A explosão de supernova dispersa elementos pesados (como carbono, oxigênio e ferro) pelo espaço, que são essenciais para a formação de novos sistemas solares e da vida.
- c) Apenas as anãs brancas liberam elementos pesados que são necessários para a formação de novos planetas.
- d) Elas se tornam buracos negros, que 'reciclam' matéria e energia de outras estrelas.

09) A idade e a massa de uma estrela são os fatores mais importantes que determinam seu ciclo de vida. O que faz com que uma estrela de alta massa tenha uma vida muito mais curta do que uma estrela de baixa massa?

- a) As estrelas de alta massa precisam de menos energia para se manterem em equilíbrio contra a gravidade.
- b) Sua gravidade é tão intensa que acelera a fusão nuclear no núcleo, consumindo seu combustível muito mais rapidamente.
- c) As estrelas de alta massa têm uma quantidade menor de combustível nuclear em seu núcleo.
- d) Elas perdem massa muito rapidamente por meio de ventos estelares, esgotando seu combustível.

10) A 'nucleossíntese estelar' é o processo de criação de novos elementos químicos no interior das estrelas. A partir do que uma estrela de alta massa produz elementos mais pesados que o hélio?

- a) Ela funde hidrogênio e hélio para criar carbono e oxigênio em uma única reação.
- b) Ela usa o colapso gravitacional para fundir elétrons e prótons em novos elementos pesados.
- c) A partir de uma série de fusões nucleares em camadas concêntricas, onde a estrela funde elementos cada vez mais pesados até o ferro no seu núcleo.
- d) Ela consome hidrogênio para produzir todos os elementos até o urânio.

QUÍMICA

Conceitos Fundamentais

Tecnologias Limpas

O termo **Tecnologia Limpa** (também chamada de *cleantech*, tecnologia “verde” ou sustentável) se refere a tecnologias, inovações, processos, sistemas ou produtos que minimizam impactos ambientais e usam recursos de modo mais eficiente, com o objetivo principal de reduzir emissões, resíduos e consumo de energia não renovável. As *Cleantech* estão cada vez mais presentes no cotidiano, sendo consideradas importantes políticas de governo e de estado em diversos países desenvolvidos, como por exemplo Estados Unidos, Canadá, Suíça, Alemanha, Irlanda, entre outros (FasterCapital; UFSM).

Devido à natureza dinâmica do progresso, têm sido buscadas soluções técnicas prontamente replicáveis e investigados programas e projetos que promovam a melhoria do desempenho ambiental das instituições, culminando na adoção de tecnologias limpas. A partir disso, têm sido buscados conceitos como Prevenção à Poluição (P2), Produção Mais Limpa (P+L), *Ecodesign*, Ecoeficiência e *Design* para Reciclagem (DfR), entre outros, os quais estão consolidados em países desenvolvidos, porém ainda requerem aprimoramento no Brasil. Exemplos disso incluem a energia solar fotovoltaica, turbinas eólicas, veículos elétricos, reciclagem industrial, captura de carbono, redução de operações unitárias, redução do consumo de água e de energia, bem como, redução na geração de efluentes; emprego de tecnologias alternativas como ultrassom, micro-ondas e ultravioleta para a melhoria de processos, materiais ou produtos; garantia da confiabilidade dos métodos de análise para o controle de qualidade de produtos e processos, por meio da certificação de laboratórios e ensaios, entre outras ações (FasterCapital; UFSM). A Figura 1 ilustra de maneira simbólica alguns destes elementos.

As tecnologias limpas não são importantes apenas para o ambiente, mas também para a sociedade, uma vez que podem enfrentar alguns dos desafios globais mais prementes, como as alterações climáticas, a segurança energética, a escassez de água, a poluição, economia de recursos naturais, a gestão de resíduos, geração de empregos verdes, melhoria da qualidade do ar e da saúde pública, além de inclusão em modelos de produção sustentável. Por outro lado, enfrentam desafios como alto custo inicial de implantação, falta de infraestrutura adequada, resistências culturais e regulatórias, limitações tecnológicas e dificuldades de financiamento (FasterCapital; UFSM).

Figura 1. Ilustração da tecnologia limpa



Fonte:

<https://www.verdadessustentaveis.com/como-as-start-ups-de-tecnologia-limpa-podem-mudar-nosso-futuro/>

Reaproveitamento

O dicionário da língua portuguesa define **Reaproveitamento** como ato ou efeito de reaproveitar, e este, por voltar a aproveitar. Neste sentido, quando voltamos a utilizar algum material, seja de origem orgânica ou não, estamos reaproveitando. Sendo assim, ilustramos duas possibilidades.

Reaproveitamento de alimentos

Anualmente, as famílias brasileiras desperdiçam cerca de 7,5 milhões de toneladas de alimentos, de acordo com o Relatório sobre o Desperdício de Alimentos no Brasil em 2022, realizado pelo Pacto Contra a Fome. Entretanto, boa parte da comida que vai parar no lixo poderia se transformar em refeições saborosas por meio do reaproveitamento de alimentos. Além de reduzir o desperdício, essa prática é saudável e sustentável (Pacto contra a fome).

Por isso, de forma geral, para reaproveitar alimentos o negócio é ser criativo. Existem alguns tipos de reaproveitamento de alimentos, como o uso de partes não convencionais e sobras em receitas de fermentações, farinhas e petiscos, reutilização da água de cozimento, entre outros. O quadro 1 traz algumas sugestões.

Quadro 1. Sugestões para reaproveitar alimentos

Ideias de receitas para reaproveitar alimentos	
Arroz cozido	Bolinhos de arroz, arroz de forno, risoto, sopa de arroz
Feijão cozido	Tutu, bolinho, sopa e feijão tropeiro
Carne assada	Croquete, omelete, tortas, recheios para sanduíches e pastéis
Legumes cozidos	Sopa de legumes, purê, torta de legumes, refogado e salada
Massa cozida	Salada de macarrão, gratinado, frittata de massa e sopa de macarrão
Cascas de batata	Chips assados, sopa de casca de batata, tortilla ou omelete
Folhas e talos de vegetais	Salada de talos, refogado de folhas, pesto de folhas e suco verde
Frutas maduras	Vitaminas, compotas, geleias, bolos e sorvetes caseiros
Cascas de frutas	Chá, suco, geleia e chips assados
Sementes de abóbora	Patê e sementes torradas
Leite talhado	Queijo caseiro, iogurte doce de leite
Pão amanhecido	Pudim de pão, rabanada, croutons, torradas e farofa
Ossos de carne	Caldo caseiro, sopa de ossos, base para risotos e molhos

Fonte: <https://pactocontrafome.org/reaproveitamento-alimentos/>

Reaproveitamento de resíduos de construção e demolição civil

O setor da construção civil, responsável por até 40% das emissões globais de CO₂, enfrenta grandes desafios ambientais por conta do aumento dos resíduos de construção e demolição (RCDs). No nosso país, o reaproveitamento desses resíduos pode se tornar uma alternativa sustentável para minimizar tais impactos, embora existam barreiras significativas na área. O quadro 2 cita algumas sugestões desse reaproveitamento (Domingues, 2024).

Quadro 2. Sugestões para reaproveitar resíduos de construção e demolição (RCDs)

Tipo de Resíduo	Possibilidades de Reaproveitamento
Concreto	- Triturado e usado como agregado em bases e sub-bases de pavimentação; - Reaproveitamento em blocos e pré-moldados;
Tijolos e blocos cerâmicos	- Britagem para uso como material de enchimento ou sub-base - Produção de argamassas não estruturais;
Madeira	- Reutilização direta (caso em bom estado); - Produção de cavacos, painéis ou briquetes energéticos;
Metais (ferro, alumínio, cobre)	- Reciclagem total em siderúrgicas e fundições;
Vidro	- Reciclagem para fabricação de novos vidros ou agregados em concretos especiais;
Plásticos (PVC, PEAD, PET, etc.)	- Reciclagem para novos produtos plásticos; - Produção de madeira plástica;
Gesso	- Reprocessamento para novo gesso; - Uso como corretivo agrícola (em pequena escala);
Solo e terra	- Reutilização em nivelamentos, aterros e paisagismo;
Asfalto	- Reutilização como RAP (Recycled Asphalt Pavement) em novas camadas asfálticas;
Papéis, papelões e embalagens	- Reciclagem em papel reciclado; - Reutilização em proteção de materiais;

Fonte: adaptado de <<https://abrecon.org.br/>>

Reciclagem

De maneira resumida e simplificada, separa-se Reaproveitar de Reciclar se o material passar por alguma transformação física e/ou química. Assim, o **reaproveitamento** ocorre quando continuamos o uso de um produto, seja na mesma função ou não. Já a **reciclagem** é a transformação física e/ou química de um material descartado, com o intuito de se obter um novo material ou produto.

Por isso, a reciclagem tem um importante papel no bem-estar do meio ambiente, pois à medida que reciclamos um material, evitamos a necessidade de buscar na natureza a matéria prima de que ele é constituído. Comumente, encontramos exemplos de reciclagem de papel,

plástico, vidro, metal (alumínio e aço). Entretanto, existem algumas reciclagens que são menos convencionais, seja porque o material tem difícil coleta, separação ou o processo de reciclagem é caro, entre elas, selecionamos as listadas abaixo (Algeri, 2024).

a) Eletrônicos (E-lixo)

- Exemplos: celulares, computadores, placas-mãe, baterias.
- Processo: desmontagem, separação de metais preciosos (ouro, cobre, prata, paládio) e plásticos.
- Produto final: metais recuperados, componentes reaproveitados.
- Desafio: necessidade de tecnologia e segurança no manejo de metais pesados.

Figura 2. E-lixo: para onde vai seu lixo eletrônico



Fonte: <https://impactounesp.com.br/e-lixo-para-onde-vai-seu-lixo-eletronico/>

Observe que a Figura 2 ilustra uma pessoa manuseando itens do que parece um celular, mas está sem máscara e luvas. O celular tem alguns metais pesados, na composição da bateria, que fazem mal à saúde.

b) Pneus

- Processo: trituração e transformação em pó de borracha.
- Produto final: pisos esportivos, asfalto-borracha, tapetes, solados.
- Desafio: difícil transporte e alto volume.

Figura 3. Reciclagem de Pneus e Resíduos de Borrachas



Fonte: <https://www.utep.com.br/empresa-de-reciclagem-de-pneus-e-residuos-de-borrachas.php>

O processo de transformar pneus usados em asfalto começa com a trituração dos pneus, como ilustra a Figura 3, separando o aço e o tecido da borracha. A borracha triturada vira um pó de borracha, que é misturado com o betume (material que liga o asfalto). Essa mistura forma o asfalto-borracha, que é mais resistente, reduz o ruído nas estradas e ajuda a reciclar pneus que iriam para o lixo (Silva e Souza, 2020).

c) Vidros especiais

- Exemplos: espelhos, vidros temperados e laminados (de automóveis).
- Desafio: possuem camadas metálicas ou plásticas que dificultam a fusão.

- Produto final: em alguns casos, são usados como agregado na construção civil.

Figura 4. Reciclagem de vidro no Brasil: iniciativas para aumentar a reciclagem de um dos materiais mais desperdiçados

O vidro é um material altamente reciclável e pode ser reaproveitado infinitamente sem perda de qualidade. No entanto, no Brasil, ele é um dos itens menos reciclados. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (Abividro), apenas cerca de 50% do vidro produzido no país é reciclado, uma taxa muito inferior à observada em países europeus, onde a média ultrapassa 70% (ABIVIDRO, 2025).

Fonte: <https://revistaamazonia.com.br/reciclagem-vidro-brasil-novas-iniciativas/>



d) Plásticos de engenharia

- Exemplos: ABS (eletroeletrônicos), policarbonato, nylon.
- Processo: moagem, extrusão e remoldagem.
- Produto final: peças industriais, componentes de automóveis.
- Desafio: precisam ser separados por tipo exato de polímero.

Figura 5. Plástico de engenharia: conheça o substituto dos metais industriais



Fonte: <https://www.neuplast.com.br/blog/plastico-de-engenharia-conheca-o-substituto-dos-metais-industriais/>

Apesar do desafio da separação mais precisa, o plástico de engenharia é uma das principais inovações da indústria de transformação plástica. Pois, devido à sua grande resistência, o material substitui o metal em diversas aplicações e vem sendo utilizado principalmente na produção automotiva, em diversas peças externas, internas ou nas chamadas under-the-hood (sob o capô) (NEUPLAST, 2025).

Roteiro de atividades

1. O que caracteriza uma tecnologia limpa?

- a) Utiliza grandes quantidades de recursos naturais.
- b) Gera muitos resíduos e poluentes.
- c) Busca reduzir impactos ambientais e o consumo de energia.

d) É usada apenas na indústria automobilística.

2. Um exemplo de tecnologia limpa é:

- a) O uso de termelétricas a carvão.
- b) A produção de energia solar em painéis fotovoltaicos.
- c) A queima de lixo a céu aberto.
- d) O uso de combustíveis fósseis.

3. O reaproveitamento de materiais significa:

- a) Transformar o material usado em um novo produto, diferente do original.
- b) Jogar fora o material após o primeiro uso.
- c) Utilizar o mesmo material novamente, sem passar por processos industriais.
- d) Derreter o material para criar outro produto.

4. Qual das alternativas apresenta um exemplo de reaproveitamento?

- a) Usar garrafas PET para fazer vassouras.
- b) Utilizar potes de vidro de conserva como recipientes para mantimentos.
- c) Transformar papel usado em novo papel.
- d) Derreter alumínio para fabricar novas latas.

5. A reciclagem consiste em:

- a) Reutilizar produtos sem modificá-los.
- b) Transformar materiais usados em novos produtos por meio de processos industriais.
- c) Queimar resíduos para gerar energia.
- d) Enterrar o lixo em aterros sanitários.

6. Qual das ações a seguir é um exemplo de reciclagem?

- a) Usar uma garrafa de vidro como vaso de planta.
- b) Recarregar uma pilha comum.
- c) Fundir latas de alumínio para produzir novas latas.
- d) Doar roupas usadas.

REFERÊNCIAS

Tecnologia limpa: como reduzir o impacto ambiental e promover a sustentabilidade.

Disponível em:

https://fastercapital.com/pt/contente/Tecnologia-limpa--como-reduzir-o-impacto-ambiental-e-promover-a-sustentabilidade.html?utm_source=chatgpt.com#O-que---tecnologia-limpa-e-por-que-el-a---importante-para-o-meio-ambiente-e-a-sociedade- Acesso em: 23/10/25

Tecnologias Limpas. Disponível em:

<https://www.ufsm.br/projetos/institucional/capes-print/tecnologias-limpas> Acesso em: 23/10/25

Reaproveitamento de alimentos. Disponível em:

<https://pactocontrafome.org/reaproveitamento-alimentos/> Acesso em: 24/10/25

DOMINGUES, Roberta Sales; NUNES, Viviane dos Guimarães Alvim. **Perspectivas e desafios para o reúso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição: o contexto brasileiro.** Plural Design, v. 7, n. 2, p. 99-108, 2024.

ALGERI, C. **Reciclagem e reutilização: é possível transformar o lixo em lucro?** IFSC, 2024.

Disponível em:

<https://www.ifsc.edu.br/web/ifsc-verifica/w/reciclem-e-reutilizacao-e-possivel-transformar-o-lixo-em-lucro-> Acesso em: 29/10/25

SILVA, Lara Suzana; SOUZA, Roberto Vinícius de Lima Oliveira de. **O uso da borracha de pneu na produção de asfalto borracha: uma solução ambiental.** 2020.

ABIVIDRO, 2025. Disponível em:

<https://revistaamazonia.com.br/reciclagem-vidro-brasil-novas-iniciativas/> Acesso em: 30/10/25.

NEUPLAST, 2025. Disponível em:

<https://www.neuplast.com.br/blog/plastico-de-engenharia-conheca-o-substituto-dos-metais-industriais/> Acesso em: 30/10/25

Tecnologia ambiental. https://pt.wikipedia.org/wiki/Tecnologia_ambiental. Acessado em: 19/09/2025.

Meio ambiente. <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/meio-ambiente.htm>. Acessado em: 22/09/2025.

Desenvolvimento sustentável.

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>. Acesso em: 22/09/2025.

Recursos naturais. <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-recursos-naturais.htm>. Acesso em: 22/09/2025.

ORGANIZADOR CURRICULAR POR TRIMESTRE - Formação Geral Básica (FGB). Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Disponível em:

https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2025/01/Organizador_Curricular_Trimestral_da_FGB_Biologia.pdf . Acesso em 16 Maio 2025.

GUITARRARA, Paloma. **Recursos naturais**; Brasil Escola. Disponível em:
<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-recursos-naturais.htm>. Acesso em 22 de setembro
de 2025.