

ENERGIA

E SUAS REVOLUÇÕES

ENERGIAS

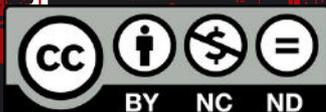
AS PRINCIPAIS FONTES
DE CADA ÉPOCA

PETRÓLEO

DESCOBERTA, USOS E
CONSEQUÊNCIAS

INOVAÇÃO

O QUE FAZER QUANDO
O PETRÓLEO ACABAR?



A EVOLUÇÃO D

Durante a Pré-História, os humanos dependiam de sua energia somática para a sobrevivência básica e usavam o fogo para se aquecer e cozinhar. No entanto, com a intensificação da agricultura, os **animais de tração** foram domesticados para fornecer energia mecânica e aumentar a produtividade. Na Antiguidade europeia, motores primários movidos a **água** foram introduzidos para a moagem de grãos.

Ao longo da Idade Média, os motores primários animados continuaram a dominar, mas gradualmente conversores mais poderosos de água corrente e vento foram desenvolvidos. As **máquinas movidas a vento** foram mencionadas pela primeira vez aproximadamente 1000 anos após as rodas d'água e foram amplamente utilizadas para moagem de grãos, bombeamento de água e algumas operações industriais.

A transição de fontes de energia tradicionais para **combustíveis fósseis** e motores que consomem combustível foi um processo gradual que variou de país para país devido a diferenças de acessibilidade e custo. A industrialização das Ilhas Britânicas é um caso bem conhecido de uma transição precoce da madeira para o carvão. Nesse sentido, a Inglaterra foi o primeiro país a realizar essa mudança durante os séculos 16 e 17 e o processo começou como uma substituição direta de combustível em uma sociedade onde a demanda combinada de construção de navios e casas, aquecimento e cozimento levou a um extenso desmatamento.

Depois de 1700, o uso de **carvão** como combustível para um novo motor principal mecânico começou com o ineficiente motor a vapor de Thomas Newcomen na Inglaterra e no País de Gales. No entanto, o condensador separado de James Watt e outras melhorias, patenteadas em 1769, transformaram o motor até então de uma máquina de utilidade limitada, utilizada principalmente no bombeamento de água em minas de carvão, em um motor principal de potência sem precedentes, adequado para muitas tarefas diferentes. Para o restante do mundo, o início do processo de transição e a sua duração são específicos de cada país e foram determinados por uma série de fatores, incluindo disponibilidade de recursos e pressões econômicas e sociais.

O início do século 21 mostrou que a transição energética que teve maior impacto nas vidas individuais, economias e nações durante o século 20 foi o processo de eletrificação e a crescente dependência de **hidrocarbonetos**. O desenvolvimento de um sistema comercialmente viável de geração, transmissão e uso de eletricidade foi liderado por Thomas A. Edison e seus associados durante o início da década de 1880, começando com a iluminação incandescente. No final da década de 1890, todo o **sistema elétrico** foi aperfeiçoado e padronizado de uma forma que ainda é usada hoje, com o desafio de aumentar o tamanho das unidades e melhorar a eficiência.

AS ENERGIAS

A consequência mais revolucionária da eletrificação foi na produção industrial. Antes da invenção de motores elétricos baratos, os motores a vapor dependiam de eixos e correias rotativas, resultando em atrito, perda de tempo, acidentes e controle limitado de energia em locais de trabalho individuais. Com motores elétricos, não havia eixos ou correias, nenhum ruído ou acidentes perigosos e controles de potência individuais precisos e flexíveis. As melhorias contínuas na tecnologia de energia elétrica abriram caminho para muitos avanços impressionantes.

A década de 1890 viu o surgimento da era do **petróleo** bruto e o uso generalizado da eletricidade, bem como o desenvolvimento do automóvel moderno com a introdução do motor de combustão interna de Rudolf Diesel. Embora tenha havido avanços significativos nas décadas desde então, os fundamentos essenciais do motor primário permaneceram inalterados. A demanda por petróleo bruto tem sido impulsionada principalmente pelo transporte, mas também tem sido importante para o aquecimento e como matéria-prima para a síntese química.

Outrossim, os combustíveis fósseis dominaram o fornecimento comercial de energia primária, respondendo por cerca de 90%, enquanto o restante vem da eletricidade primária gerada por **energia hidrelétrica** e **nuclear**. Apesar da extensa pesquisa e do interesse público, as fontes de energia renováveis, como **turbinas eólicas** e **fotovoltaicas**, têm desempenhado um papel insignificante e as células de combustível, que oferecem uma maneira mais eficiente e livre de poluição de converter combustíveis fósseis em energia cinética, ainda aguardam uma maior adoção.

Assim sendo, os combustíveis fósseis e a eletricidade desempenharam um papel crucial na formação do mundo moderno, aumentando a produtividade e reduzindo as populações agrícolas, mecanizando a produção industrial e permitindo que a força de trabalho se deslocasse para o setor de serviços. Isso também contribuiu para o crescimento de megacidades e conurbações, bem como para a globalização do comércio e do intercâmbio cultural, ao mesmo tempo em que impôs uniformidades estruturais em um mundo diverso.

Além disso, esses desenvolvimentos tiveram consequências pessoais e coletivas, pois libertaram milhões do trabalho físico árduo, melhoraram a saúde e a longevidade, aumentaram as taxas de alfabetização e levaram ao aumento da riqueza material. Além disso, essas mudanças quebraram os limites sociais e econômicos tradicionais, transformando os ideais ocidentais de liberdade pessoal e democracia em uma força global poderosa e atraente. Em suma, o uso de combustíveis fósseis e eletricidade desempenhou um papel fundamental na formação do mundo moderno, com repercussões generalizadas que persistem nos impactando hoje.

O PETRÓLEO

O QUE É?

Tal composto é um líquido oleoso oriundo da **decomposição de matéria orgânica** ao longo de milhões de anos, sob altas temperaturas e pressões em bacias sedimentares. É uma junção de **hidrocarbonetos** e outros compostos orgânicos e inorgânicos e é encontrado em reservatórios subterrâneos. A composição química do petróleo pode variar muito dependendo de sua origem geológica, e os derivados do petróleo são separados por meio de processos de refino, produzindo novos compostos, os quais exercem importantes funções. O petróleo, além de ser uma fonte de **energia não renovável**, ou seja, que acaba em determinado momento com o uso contínuo e exacerbado, possui diversos derivados com diversas funções, sendo combustíveis a principal delas. Isto enaltece a importância e variedade de tal composto para o mundo economicamente e socialmente. O mesmo possibilitou o avanço e diversas inovações tecnológicas para a humanidade. Alguns destes derivados que podem ser obtidos pela destilação do petróleo são:

- **GLP** (gás liquefeito de petróleo): Utilizado em residências, comércios e indústrias como fonte de calor e energia. Contém hidrocarbonetos leves, principalmente com 3 ou 4 átomos de carbono.
- **Gasolina**: Principal combustível para veículos motorizados. Sua composição se dá por hidrocarbonetos na faixa de 6 a 12 átomos de carbono.
- **Diesel**: Muito utilizado em motores a diesel, como caminhões, ônibus e geradores de energia. Seus hidrocarbonetos estão na faixa de 10 a 15 carbonos.
- **Querosene**: Um líquido incolor, é utilizado principalmente como combustível em aviões, aquecedores, lanternas e outros equipamentos que necessitam de uma chama limpa. Contém hidrocarbonetos na faixa de 12 a 15 carbonos.
- **Óleo combustível**: Utilizado em caldeiras industriais e navios. Possui hidrocarbonetos pesados na faixa de 15 a 25 carbonos. Vale ressaltar a importância de outros produtos provenientes da indústria petroquímica que, embora não estejam envolvidos com a produção de energia, são economicamente relevantes e de grande utilidade. Entre eles estão: asfalto, lubrificantes, parafina, solventes e plásticos.

A ascensão do petróleo como uma das fontes de energia mais utilizadas se dá, majoritariamente, pela **Revolução Industrial**, cujo início ocorreu na Inglaterra do século 18. Até então, o carvão mineral predominava como fonte de energia utilizada em máquinas que movimentavam as indústrias.

Porém, durante o início da Segunda Revolução Industrial ao final do século 19, tal fonte de energia que dominava o mercado passou a ficar cada vez mais obsoleta perante a então nova fonte, principalmente após diversas descobertas de reservas petrolíferas no Golfo Pérsico.

Com a ascensão da Primeira Guerra Mundial, passou-se a ter cada vez mais necessidade de combustíveis para as máquinas e tanques, o que se encaixava perfeitamente com o que o petróleo ofertava, tornando-se **cada vez mais importante** globalmente.

Além das máquinas, o início da ampla produção de carros com o **fordismo e toyotismo** passou a requisitar cada vez mais deste produto, intensificando sua comercialização e, também, sua exploração. Desde então, diversas descobertas de reservas de petróleo em outras regiões do mundo, como no Oriente Médio, na África e na América Latina, consolidou a importância do petróleo como fonte de energia global.

POR QUE SE TORNOU TÃO POPULAR?

Ao saber das características do petróleo e o que ele tem a oferecer, é possível notar o quanto ele impactou o mundo e alterou as dinâmicas tanto de consumo de energia, quanto de produção industrial durante sua ascensão, no qual estabeleceu-se como o principal combustível fóssil. No entanto, também tornou-se conhecido os problemas causados, principalmente ambientais, pela queima de seus derivados para o fornecimento de energia. Dessa forma, no contexto contemporâneo em que já se descobriu diversas fontes de energia limpas as quais não deixam tanto estrago sobre o meio ambiente, pode-se perguntar: **por que esse combustível fóssil ainda é protagonista no cenário energético mundial?**

O petróleo apresenta inúmeras vantagens que justificam seu papel vital como fonte de energia. Nesse contexto, é válido ressaltar a variedade de maneiras de utilizar os derivados desse óleo. Eles podem ser usados, por exemplo, para a propulsão de automóveis, para o aquecimento de prédios e casas e também para a provisão de energia elétrica. Ao compará-los com as fontes limpas e renováveis, é perceptível que a **potência** gerada na combustão dos derivados permite não só a produção de eletricidade como também seu

fornecimento de maneira consistente, que nem sempre é possível quando há dependência de fatores naturais como a incidência solar ou a atuação dos ventos.

Afirma-se, também, que esse óleo mineral natural pode ser transportado de um lugar para outro de maneira simples por meio de barris. Isso permite com que ocorra o comércio e o aproveitamento dessa matéria-prima no planeta inteiro, fato que auxilia na manutenção de seu protagonismo na formação de energia. Entretanto, já houve acidentes que envolviam a movimentação desse bem, os quais trouxeram terríveis prejuízos à natureza.

Além disso, Ceretta, Sari e Ceretta (2020) destacam a relação entre a emissão de gás carbônico, majoritariamente gerado pela queima de combustíveis fósseis, com o crescimento econômico dos países. Portanto, a transição para fontes energéticas mais limpas pode não ser benéfica monetariamente para as nações. “Nesse contexto, conclui-se que nos países que mais geram riqueza per capita a conversão de energia renovável em redução da emissão de CO2 é mais difícil se comparado aos demais países.” (CERETTA; SARI; CERETTA, 2020) Assim, enquanto essa **dificuldade de mudança** de matriz energética for mantida, o petróleo estará consolidado como o principal personagem da geração de energia

IMPACTOS NA GERAÇÃO DE ENERGIA

A geração de energia a partir de derivados do petróleo, como gasolina e diesel, é uma das principais fontes de energia do mundo, representando cerca de 31,5% da matriz energética mundial (EPE, 2022). No entanto, o uso dessa prática repercute de maneira **negativa para o meio ambiente**, sendo assim, responsável por diversos impactos ambientais que afetam os ecossistemas naturais e a saúde humana.

O uso desses combustíveis fósseis é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o **aquecimento global** e mudanças climáticas. Esses gases retêm o calor do sol na atmosfera, levando ao aumento das temperaturas globais, mudanças nos padrões climáticos e eventos climáticos extremos, como tempestades e secas.

Além disso, a queima de combustíveis fósseis libera outros **poluentes atmosféricos**, como compostos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e material particulado, que causam diferentes tipos de problemas de saúde e ambientais. O dióxido de enxofre, por exemplo, acarreta a produção de chuvas ácidas, que **danificam os ecossistemas aquáticos e terrestres**, prejudicando estruturas e edifícios. Já o óxido de nitrogênio contribui para a formação do ozônio troposférico, um perigoso poluente ambiental, que a priori prejudica sobretudo as plantas, principalmente o meio agropecuário, pois diminui sua produtividade (EMBRAPA, 2001). Por fim o monóxido de carbono é um gás inodoro e incolor que afeta a qualidade do ar, e em grandes quantidades é **tóxico** para humanos e animais.

IMPACTOS NA OBTENÇÃO DE PETRÓLEO

A obtenção do petróleo é um processo complexo que envolve diversas etapas, desde a prospecção até o refino. Durante essas etapas, podem ocorrer diversas ações prejudiciais ao ambiente, por exemplo:

- **Perfuração:** a perfuração é a primeira etapa na obtenção do petróleo e causa vários impactos, como: vazamentos de petróleo, contaminação do solo e do lençol freático, entre outros; gerando assim o deterioramento da flora e fauna local. Além disso, a perfuração também pode causar a liberação de gases, como o metano, que contribuem para o aquecimento global citado anteriormente.

- **Extração:** Assim como na perfuração, a fauna, a flora e o solo são prejudicados neste processo devido a demanda de construções necessárias para a extração. Além disso, nesta etapa é possível a presença de água em conjunto com o petróleo, água essa que passa a conter diversas substâncias tóxicas que se não tratada e em contato com os seres humanos tem grandes malefícios à saúde e à natureza. Um exemplo do prejuízo ambiental relacionado à extração é à poluição marinha pelo petróleo, que quando introduzido na água não permite que os raios solares penetrem-na, prejudicando a fotossíntese da vegetação oceânica, causando desequilíbrio na cadeia alimentar; e um alto nível de mortalidade da vida marinha.

- **Transporte:** o transporte de petróleo é uma etapa crucial para a sua comercialização, contudo, esta etapa, assim como as outras, também possui seus riscos. Um dos principais perigos é a possibilidade de contaminação do meio ambiente caso ocorra algum acidente em navios, oleodutos e caminhões que transportam petróleo.

- **Refino:** durante o processo de refino do petróleo, são gerados gases poluentes que contribuem para o aquecimento global. Além disso, o refino também gera resíduos sólidos, líquidos e gasosos que precisam ser tratados adequadamente para evitar a contaminação ambiental.

- **Problemas com a sociedade:** Um dos grandes problemas relacionados ao processo de formação do petróleo, desde a extração ao refinamento, é a exploração e a extração em locais inapropriados, gerando muitas vezes a perda de terra e propriedade, desapropriação de comunidades locais e conflito com povos nativos.

Em resumo, a obtenção e uso do petróleo e seus derivados geram impactos ambientais significativos em todas as etapas do processo, desde a perfuração até a geração de energia. Diante disso, é importante que haja esforços para **reduzir a dependência dos derivados do petróleo** como fonte de energia.

A GEOPOLÍTICA DO PETRÓLEO: UM PANORAMA MUNDIAL

Os recursos energéticos de um Estado são elementos de extrema importância na garantia de seu funcionamento e, assim, da manutenção de seu poder; dessa forma, o uso dos recursos naturais ainda disponíveis, as **características geográficas** dos meios em que os agentes fornecedores e consumidores se encontram, as oscilações de preços e as **rotas comerciais** são alguns dos fatores que influenciam a geopolítica mundial. Torna-se evidente, então, que o uso estratégico desses elementos são essenciais para a preservação de vantagens no âmbito político internacional.

Sob essa óptica, o **petróleo** - composto que se tornou a principal fonte de energia ao redor do globo logo após o fim da Segunda Guerra Mundial e, ao passar do tempo, começou a caracterizar um **produto indispensável na sociedade moderna**, sendo utilizado desde como combustível até como matéria-prima para plásticos e outros sintéticos - foi convertido a uma incrível **ferramenta de estratégia política**. Essa demanda insaciável do mercado energético aumenta as tensões políticas principalmente entre as grandes potências internacionais, uma vez que as fontes de energia são essenciais para o desenvolvimento de uma nação moderna, bem como são ferramentas de política externa que auxiliam também na manutenção de um grande nível de influência regional.

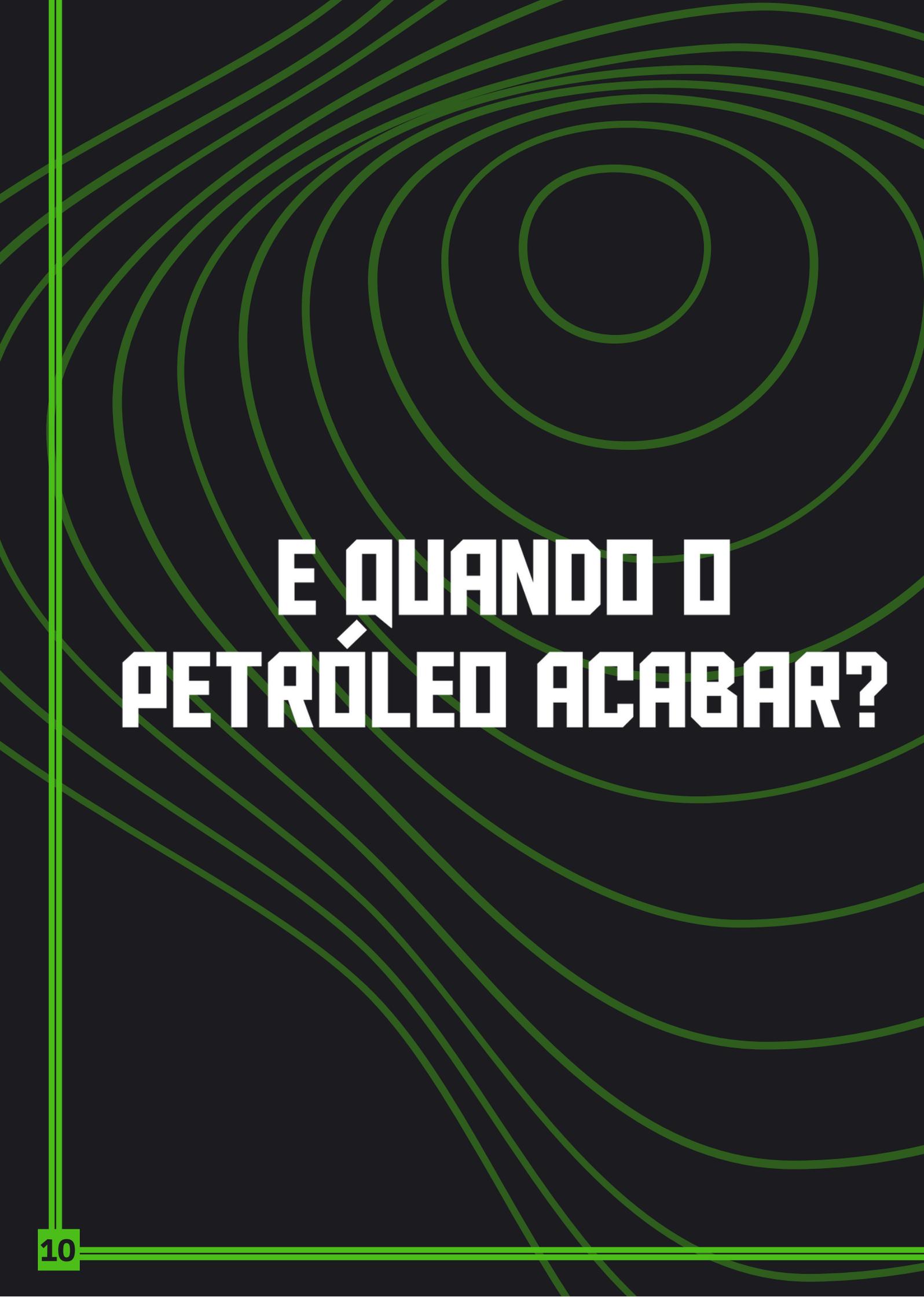
Com isso em vista, é notável que esses constantes e crescentes conflitos entre diferentes atores internacionais pelos remanescentes recursos naturais a fim de saciar a demanda energética caracteriza uma verdadeira **“guerra por recursos”**, que se manifesta pelos mais diversos meios: bélicos e militares, políticos, diplomáticos, econômicos e sociais, envolvendo desde governos e entidades estatais do meio energético até movimentos sociais e indivíduos específicos. Conforme Melvin Conant e Fern Gold, estudiosos centrais no âmbito da geopolítica energética, “O acesso às matérias-primas, especialmente o acesso à energia, é prioridade máxima nas relações políticas internacionais. A capacidade de obter esses bens essenciais não está mais sujeita às relações coloniais tradicionais ou à proteção militar, mas depende de fatores geográficos e da tomada de decisão política dos governos com base em diferentes condições políticas. O país que controla os recursos controlará aqueles que dependem desses recursos, o que levará a uma transformação profunda das relações internacionais.” (1978, p. 3).

Os Estados Unidos é potencialmente o principal país que utilizou o petróleo como aparato de manutenção de **poder e dominância política**, como aconteceu ao decorrer do século 20: durante a Guerra Fria, conflito protagonizado pelos EUA e pela então União Soviética, a política estadunidense teve um grande foco na contenção do avanço soviético e, dessa forma, o **controle do acesso do petróleo** foi essencial, uma vez que a falta desse recurso é um grande empecilho para a manutenção do funcionamento de uma sociedade da época, altamente dependente nesse combustível. Agora, no século 21, os EUA possuem uma forte presença no Oriente Médio - área com uma grande abundância de recursos naturais, com concentrações especificamente no Golfo Pérsico e na Mesopotâmia -, com um longo histórico de acordos e intervenções militares, sanções econômicas e criação de forças navais para garantir o suprimento de petróleo. Ademais, multinacionais estadunidenses atuam em ex-repúblicas soviéticas, bem como em países da África e da América Latina.

Dessa forma, é notável um certo “nacionalismo de recursos”, ou seja, uma proteção agressiva por parte do Estado do controle de seus próprios recursos energéticos a fim de administrar e utilizá-los de acordo com seus próprios interesses, visando à garantia da disponibilidade energética para uso nacional e, por conseguinte, à redução de vulnerabilidades políticas e econômicas.

Para além dos países dominantes, certas características tornam países alvos de **ataques** que visam à captura de seus recursos, sendo a principal delas sua concentração geográfica de recursos primários e energéticos. Ainda, uma desproteção da infraestrutura geral desse país a ataques estrangeiros bem como notáveis **vulnerabilidades** em sistemas interconectados responsáveis pela manutenção do funcionamento habitual da sociedade e do Estado, são fatores que facilitam o início de conflitos, como evidenciado por André Mansson (2014).

Assim, na análise de conflitos contemporâneos, é imprescindível o estudo da interação entre recursos e guerra: o petróleo, como observado, é um fator de extrema importância social e política e, assim, é frequentemente um precursor de conflitos: a perspectiva da obtenção de um recurso tão vantajoso é um grande incentivo financeiro às manutenções das **guerras por recursos**.



E QUANDO O PETRÓLEO ACABAR?

INOVAÇÕES

ENERGIAS (NÃO TÃO) LIMPAS

Também conhecidas como energias limpas, as matrizes energéticas renováveis são vistas como uma solução para os atuais problemas de sustentabilidade e esgotamento de recursos. De fato, bens naturais como água, vento e a luz do sol apresentam uma disponibilidade constante, o que intuitivamente nos leva a concluir que sua exploração pode ser feita sem quaisquer restrições. Entretanto, essa ideia não se mostra correta ao se considerar que a implantação e manutenção de usinas hidrelétricas, eólicas e fotovoltaicas causa **impactos ambientais, sociais e econômicos**. Faremos então uma breve análise desses conceitos.

Dando um primeiro destaque aos impactos ambientais, é válido mencionar o **desmatamento** e a alteração dos padrões do fluxo de água envolvidos na instalação de usinas. No Brasil, o recente plano de construção de hidrelétricas na Amazônia, acompanhado do desmatamento da floresta local, é uma das principais causas da redução da evaporação da água do solo e transpiração das plantas. Como consequência, o regime de chuva na região central do país é alterado, podendo levar a futuros problemas de escassez.

O espaço a ser ocupado por usinas de energia renovável causa também a **perda do habitat natural** das espécies. No caso da hidrelétrica, a vida do ecossistema aquático a ser utilizado para a produção energética e a fauna existente na região desmatada são afetadas. Para as usinas eólicas, a questão se estende também para as aves presentes na região. Quanto à energia solar, é importante enfatizar, ainda, que a produção de painéis solares depende da extração de materiais como o silício, havendo a **liberação de gases** de efeito estufa durante o processo. De um ponto de vista socioeconômico, a construção de grandes usinas pode ocasionar o deslocamento de comunidades inteiras, além de uma possível perda de terras cultiváveis.

Por fim, ainda deve-se considerar a **intermitência** das fontes renováveis. Cada uma das modalidades energéticas mencionadas exige uma série de fatores naturais para obter uma produção efetiva. Para a energia solar, por exemplo, é preciso que o clima esteja em condições favoráveis; a energia eólica depende da disponibilidade de vento; já a hidrelétrica precisa ser instalada onde houver um relevo que promova uma queda d'água. Isso pode tornar a integração dessas fontes de energia na rede elétrica um desafio.

Em resumo, as energias renováveis são uma parte importante da solução para o esgotamento de recursos, mas foi visto que é importante considerar todos os possíveis impactos para escolher sua localidade de implantação. Fica evidente também a atual impossibilidade de geração de energia sem causar algum tipo de impacto ao meio. Assim, é de suma importância **continuar a desenvolver e melhorar tecnologias renováveis** para alcançar um futuro energético mais sustentável.

FUSÃO NUCLEAR: O

Se a demanda energética é urgente, a **fusão nuclear** é uma aposta importante para o desenvolvimento de uma energia limpa e em larga escala, ainda que seu futuro como a energia eleita no mundo esteja um tanto distante. No dia 5 de dezembro de 2022, o Laboratório Nacional Lawrence Livermore (LLNL), na Califórnia, deu um grande passo na demonstração de que a fusão nuclear pode gerar mais energia do que consome para acontecer, o que é intitulado **ignição por fusão**. A tecnologia empregada (aquecimento por raios laser) não seria a escolhida caso o intuito fosse gerar grandes quantidades de energia, mas com certeza auxiliou no andamento das pesquisas nessa área.

A respeito do processo de fusão nuclear em si, pode-se observar seu funcionamento como sendo algo muito recente e complexo, além de **pouco reconhecido na sociedade**. Tudo começa colocando-se quantidades necessárias de Deutério e Trítio (isótopos de Hidrogênio, com, respectivamente, um e dois nêutrons em seu núcleo) para reagir num recipiente que os isole, o que não ocorre facilmente devido à Força Eletrostática de repulsão ocasionada pelos sinais iguais das cargas. Tal força é vencida através de altíssimas temperaturas (na casa dos 100 milhões de graus Celsius), as quais aumentam a energia cinética do sistema facilitando as **colisões entre as partículas**, a um ponto no qual a Força Nuclear Forte é favorecida (uma vez que ela atua a pequenas distâncias), o que une, por fim, um núcleo de Deutério com um de Trítio formando um núcleo de Hélio e um nêutron. Essa união é a responsável pela **alta quantidade de energia liberada**, e dá o nome à fusão nuclear.

PRÓXIMO PASSO

Atualmente, muitos cientistas, no Brasil e no mundo, acreditam que esse método de obtenção de energia é bastante **promissor**, suficiente para resolver a questão energética. Entretanto, deve-se considerar que o custo desse processo é elevado e suas pesquisas podem demorar ainda algum tempo para se concluírem, sem contar o tempo que as reações levam hoje para ocorrer (posto que não conseguimos realizar várias simultaneamente). Apesar disso, é uma fonte dita **renovável**, pois a obtenção das matérias primas **não polui ou afeta o meio ambiente**, além de elas serem facilmente encontradas ou produzidas; e o “lixo” gerado é o gás Hélio, inerte e não poluente. Ademais, a reação citada acima não gera gases do efeito estufa; a radioatividade produzida é pequena e passageira, não ocasionando problemas; e caso o processo saia do controle, as reações simplesmente param de ocorrer, diferente do acontece na fissão nuclear, na qual há grandes consequências nesse caso. Dessa forma, fica claro que a fusão pode, dentro de alguns anos, vir a substituir outras fontes de energia, sem qualquer prejuízo à natureza ou ao ser humano.

O experimento anteriormente citado, realizado no LLNL, utilizou raios laser para esquentar o sistema, mas caso a quantidade de energia seja pensada em larga escala, o aparato mais indicado é o chamado Tokamak, um reator parecido com um donut que funciona a altas temperaturas e pressão. A diferença é que esse procedimento é mais viável economicamente e a tecnologia envolvida é mais restrita para fins pacíficos em relação aos raios laser. É válido destacar que o projeto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), localizado no Sul da França e sendo referência na área, está produzindo o que será o maior Tokamak do planeta.

Posto todos os pontos destacados, é notório que **a fusão nuclear será o futuro da energia mundial**, dado que não agride o meio ambiente, pode se tornar financeiramente lucrativa e possui matéria prima abundante; sendo necessário apenas que as pesquisas nessa área continuem progredindo. Será então a forma **mais renovável** de se obter energia.

EM SÍNTESE

Em se tratando da energia através dos séculos, no início, por milhares de anos, a humanidade dependeu das fontes animal e humana para realizar o trabalho. Em seguida, a Revolução Industrial marcou uma mudança significativa nesse âmbito, com o carvão sendo amplamente utilizado para atender às demandas energéticas da época. Hoje, como vivemos na Era Moderna, temos uma ampla gama de fontes de energia disponíveis, com ênfase para o petróleo e os combustíveis fósseis.

Nesse sentido, a descoberta do petróleo teve um impacto significativo na indústria e na economia global. No entanto, seu uso tem consequências ambientais graves, incluindo a poluição do ar e da água e a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, sua dependência pode levar a instabilidade política e conflitos em todo o mundo.

Com o aumento da preocupação com a mudança climática e a necessidade de reduzir as emissões de poluentes, as fontes de energia renovável, como a solar, eólica e hidrelétrica, tornaram-se cada vez mais utilizadas. Isso porque são limpas, visto que têm um impacto ambiental significativamente menor do que as fósseis. Entretanto, possuem alta especificidade, pois necessitam de condições bastante particulares para serem possíveis.

Assim sendo, a fusão nuclear é uma alternativa promissora e limpa para as fontes de energia atuais, e sana a maior parte das desvantagens apresentadas por elas. Ela é, portanto, a energia que, embora ainda esteja em fase de desenvolvimento, pode se tornar uma das principais do mundo no futuro.

REFERÊNCIAS

[S.I.]. Empresa de Pesquisa Energética. Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 19 mar. 2023.

Aleksei Grivach (ed.). GEOPOLITICS OF ENERGY AND ENERGY SECURITY. 24. ed. Lisboa, 2017. 40 p. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/41897/1/cf_ac_tfr_geopoliticsofenergy_2017.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

ALISSON, Elton. Petróleo: o que é, como se forma e como é explorado. Agência FAPESP, 2019. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/petroleo-o-que-e-como-se-forma-e-como-e-explorado/29903/>. Acesso em: 9 mar. 2023.

ALVARENGA, Alexandre Andrade. Geopolítica de guerras híbridas por recursos: um estudo sobre métodos indiretos, disputas e conflitos no setor de petróleo do Brasil. 2022. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Relações Internacionais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Cap. 2. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/18876>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ALVARENGA, Alexandre Andrade. GUERRAS POR RECURSOS: O PETRÓLEO NO BRASIL. Mural Internacional, Rio de Janeiro, v. 11, p. 1-12, mar. 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/muralinternacional/article/view/47369>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BORGES, Ane Caroline Pereira et al. ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 10, n. 2, mar. 2017. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239>. Acesso em: 22 jan. 2023.

CERETTA, P. S., SARI, J. F., & CERETTA, F. C. da C. (2020). Relação entre Emissões de CO₂, Crescimento Econômico e Energia Renovável. Desenvolvimento Em Questão, 18(50), 268-286.

CHEN, James. What Is Petroleum? Why It's Important and How To Invest in It. Investopedia, 2022. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/p/petroleum.asp#:~:text=Pros%20and%20Cons%20of%20Petroleum&text=It%20is%20easy%20to%20extract,are%20toxic%20to%20the%20environment>. Acesso em: 9 mar. 2023.

CONANT, Melvin A; GOLD, Fern R. The Geopolitics Of Energy. Nova Iorque: Routledge, 1978. 244 p.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e et al. Poluição Marinha: a poluição marinha é caracterizada pela alteração das propriedades físico-químicas da água. São diversas as causas desse tipo de poluição.. A poluição marinha é caracterizada pela alteração das propriedades Físico-Químicas da água. São diversas as causas desse tipo de poluição.. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/poluiacao-marinha.htm#:~:text=Outro%20fator%20que%20agrava%20a,vazamentos%20desse%20tipo%20de%20navio>. Acesso em: 19 mar. 2023.

PIVETTA, Marcos. Pela primeira vez, experimento de fusão nuclear produziu mais energia do que consumiu - Revista Pesquisa - FAPESP - Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/pela-primeira-vez-experimento-de-fusao-nuclear-produziu-mais-energia-do-que-consumiu/>. Acesso em: 17 mar. 2023

PIVETTA, Marcos. Cerca de 90 reatores de fusão nuclear funcionam no mundo - Revista Pesquisa - FAPESP - Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/cerca-de-90-reatores-de-fusao-nuclear-funcionam-no-mundo/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

PONTES, Paula Penedo. Fusão nuclear e o futuro da energia limpa - Jornal da UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas - Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2022/12/22/fusao-nuclear-e-o-futuro-da-energia-limpa>. Acesso em: 18 mar. 2023.

[S.I.] - WHAT IS A TOKAMAK? - Disponível em: <https://www.iter.org/mach/Tokamak>. Acesso em: 18 mar. 2023.

Imagem de capa: GDJ. Oil Refinery Petroleum Industrial. 2017. 1 figura. 1920 x 960 pixels. Disponível em: <https://pixabay.com/vectors/oil-refinery-petroleum-industrial-2754223/>. Acesso em: 9 mar. 2023

Imagens das páginas 5 e 8 geradas por Inteligência Artificial "dream AI by Wombo" - Wombo. Disponível em: <https://dream.ai/create>. Acesso em: 18 mar. 2023

CRÉDITOS

Autores:

Carlos Miguel Pignataro Lange
Danilo Janini Pereira
Felipe Augusto Ribeiro
Gabrielle Benedicta Zacarias
Giovanna Guardia dos Santos Prado
Marcelo Luis Salla Filho
Maria Eduarda Lima Rodrigues da Silva
Marinna Carmine Lozilla
Vitor Machado Barbosa

Design:

Gabrielle Benedicta Zacarias
Giovanna Guardia dos Santos Prado
Maria Eduarda Lima Rodrigues da Silva

Docente:

Pedro Henrique Varoni de Carvalho

Projeto para a conclusão da disciplina de Português do curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos, 2023.