



Introdução ao Hidrogênio Verde



Autores:

Skye - Natural da Austrália. Mora há 23 anos no Brasil. Bacharel em Ciências - Física Nuclear/University of Melbourne/Austrália, 1970. Especialização em Astrofísica - University of Melbourne/Austrália, 1971; Mestrado em Design de Sistemas Ecosociais Integrados/E-Learning in Permaculture - Gaia University International em conjunto com a Revans University/USA, 2007. Possui mais de 30 anos de experiências com trabalhos e projetos Permaculturais (principalmente Austrália, México e Brasil) e de educação em Permacultura em universidades, escolas, assentamentos de reforma agrária e comunidades e indígenas. Co-fundador da Crystal Waters Permacultura Village, a primeira ecovila na Austrália. Diretor do Instituto de Permacultura do México. Sócio-fundador do Instituto de Permacultura Cerrado-Pantanal. Secretário Executivo do IPEMA/Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica. Atualmente é bolsista de extensão tecnológica do Programa Ceará Educa Mais/Professor Aprendiz, pela Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC) no âmbito do Projeto Permacultura e Resiliência nas Escolas.

Ivone Riquelme - Natural de Campo Grande-MS. Licenciatura em Ciências Biológicas pela UFMS/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 1991. Especialização em Educação e Permacultura para a Sustentabilidade nas Unidades de Conservação - UECE/Universidade Estadual do Ceará/2014. Permacultora, atua em projetos e cursos de Permacultura há 27 anos. Experiências em trabalhos com agricultores familiares, assentamentos de reforma agrária, comunidades indígenas e quilombolas. Atualmente é bolsista de extensão tecnológica do Programa Ceará Educa Mais/Professor Aprendiz pela Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC) no âmbito do Projeto Permacultura e Resiliência nas Escolas.





Isso é versão PDF desde

<https://tinyurl.com/hidroverde>

Nota:nesse documento os fotos são hyperlinks por seu proprio fonte (clique no foto a ver seu fonte original)

Sumário

Introdução ao Hidrogênio Verde	6
Transição Verde	14
Energia e a Economia	18
Lavagem Verde	21
Energia Solar	28
Energia Eólica	32
Energia Nuclear	35
Energia de Biomassa	36
Energia Hídrica	39
Outras Energias	41
Balanceando as Redes	43
Mobilidade	45
Hidrogênio	48
Outras Formas Armazenamento	66
O Projeto do Ceará	69
Adaptando ao Futuro	74
Apresentações	78
Apêndice	164
Refs - Artigo	169
Links Utilizados como Referências	171

A permacultura é um conceito de design de sistemas sustentáveis que integra práticas agrícolas, ambientais e sociais de maneira harmoniosa e regenerativa. Ela foi desenvolvida nos anos 1970 por dois australianos, Bill Mollison e David Holmgren, como resposta às crises ambientais e ao uso insustentável dos recursos naturais. A ideia central é imitar os padrões e interações encontrados nos ecossistemas naturais para criar sistemas humanos que sejam produtivos, resilientes e minimizem impactos ambientais. Princípios da Permacultura

A permacultura se baseia em três éticas principais: Cuidar da Terra: Preservar e regenerar os sistemas naturais e os ecossistemas. Cuidar das Pessoas: Promover o bem-estar humano através de sistemas sustentáveis. Partilha Justa: Redistribuir excedentes e limitar o consumo a fim de manter os recursos em equilíbrio.

Além dessas éticas, a permacultura inclui 12 princípios de design, como observar e interagir com a natureza, capturar e armazenar energia, utilizar recursos renováveis, e cultivar a diversidade. Origem e Desenvolvimento

O termo "permacultura" foi inicialmente uma combinação das palavras "permanent" (permanente) e "agriculture" (agricultura). Contudo, sua abordagem evoluiu para incluir todos os aspectos da sociedade humana sustentável, expandindo para sistemas sociais, econômicos e energéticos.

Mollison e Holmgren formularam a permacultura como uma alternativa ao modelo de produção agrícola intensivo e industrializado que degrada os solos, consome grandes quantidades de energia, e cria poluição. A permacultura busca minimizar o uso de insumos externos (como fertilizantes químicos e combustíveis fósseis), promovendo ciclos fechados de nutrientes e energia dentro dos sistemas. Questões Energéticas

A permacultura tem um forte foco na redução do consumo de energia e na utilização de fontes renováveis. Isso se reflete em práticas como:

Captação de energia solar: Desde o uso de painéis solares até o design de construções e paisagens que aproveitem a luz e calor naturais. Energia passiva: Projetos que utilizam a localização e a forma dos edifícios para maximizar eficiência energética, como ventilação natural e aquecimento solar passivo. Reciclagem de resíduos energéticos: Resíduos agrícolas, como esterco ou biomassa, são frequentemente usados para gerar biogás ou como adubo, criando um ciclo energético fechado.

Permacultura e Mudanças Climáticas

A permacultura também oferece soluções práticas para lidar com as mudanças climáticas. Ao promover a regeneração de solos, reflorestamento, e agricultura regenerativa, a permacultura pode capturar carbono atmosférico e mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, sistemas de cultivo diversificados e resilientes são mais adaptáveis às condições climáticas



variáveis, aumentando a segurança alimentar em tempos de crise climática.

Em suma, a permacultura não é apenas uma abordagem agrícola, mas um sistema de design que integra energia, água, solo, alimentos e comunidades em um modelo holístico, que visa à regeneração ecológica e à resiliência às mudanças climáticas.

Bons Estudos!

Skye e Ivone Riquelme



Introdução ao Hidrogênio Verde



Considerando que para manutenção da vida no planeta é necessário um equilíbrio climático, o que acontece devido à ação dos gases de efeito estufa/GEE. Mas, de acordo com alguns cientistas, atualmente a emissão desses gases está ocorrendo em um ritmo muito acelerado e em grandes proporções, se acumulando e causando desequilíbrios no clima. Segundo a professora de oceanografia Katherine Richardson, líder do Centro de Ciências da Sustentabilidade da Universidade de Copenhague, "a humanidade ultrapassou seis dos nove limites planetários para manter a estabilidade e resiliência na Terra, colocando em risco o próprio sistema que suporta a nossa vida"

O uso de combustíveis fósseis em suas diversas formas tem contribuído com as mudanças climáticas, principalmente, pela emissão de gases de efeito estufa liberados pela queima do carvão mineral, derivados de petróleo (gasolina, diesel) e gás natural, além do aumento de poluentes resultantes de resíduos de produtos baseados no petróleo.

Por algum tempo, especialmente, alguns cientistas estão falando da necessidade de desenvolver sistemas industriais e energéticos que sejam de fontes mais limpas, e, de preferência, renováveis.

Atualmente, observamos o crescimento de sistemas de energia eólica, com instalações de mais e mais torres eólicas nas regiões litorâneas, principalmente no nordeste do Brasil, e, também, certo aumento de sistemas de placas solares em coberturas de algumas edificações. Isso nos leva a entender que o processo de mudanças na matriz energética está iniciando.

Outra questão relevante e urgente são as mudanças climáticas, estas pareciam estar em um futuro distante, mas se prestarmos atenção nos noticiários e fatos atuais, observaremos que este futuro é agora! Devido às mudanças climáticas estão ocorrendo fortes mudanças, de dimensões diversas, que estão afetando diferentes ecossistemas e setores da sociedade com sérias consequências que afetam diversas formas de vida, principalmente os seres humanos, como por exemplo, as catástrofes que ocorreram devido as fortes chuvas e inundações no Rio Grande do Sul, as queimadas que estão destruindo o pantanal, amazônia, cerrado, ou os rios da Amazônia que estão secando e as comunidades sofrendo com falta de abastecimento de energia, transporte, alimentação e até acesso à água potável, e, também toda a perda de biodiversidade nos diversos ecossistemas locais. De novo, estão acontecendo fortes mudanças e desafios com sérias consequências que exigem maior atenção e cuidado com a vida.

Ementa da UCE .



Por outro lado, sabemos que petróleo e gás natural (petróleo líquido) são recursos não renováveis, o que significa que chegará um momento em que eles diminuirão cada vez mais, ficando difícil sua extração, até acabarem de fato. Se isso acontecerá em 10 ou 100 anos, não sabemos, mas temos a certeza de que ele vai acabar! E, depois disso, o que vamos fazer? Quais as possibilidades que existem de fato?

Nesta eletiva, vamos obter uma vista geral da situação atual que o planeta e a humanidade estão enfrentando, principalmente, com relação à matriz energética, e, obter conhecimento de opções e possibilidades que existem para gerar um futuro menos preocupante para nossos filhos e gerações futuras.

Consideraremos aqui algumas opções, especialmente na área de energia, e, ao final apresentaremos alguns elementos e breve detalhamento acerca da proposta do "Hidrogênio Verde", uma das possibilidades que tem sido apresentada e que poderá ser útil para o Ceará, considerando a parte de armazenamento de energia. Buscaremos entender se ele é verde de verdade, e quais são os reais benefícios e usos dessa tecnologia. Estudaremos isso no contexto da Transição Verde, um processo necessário e que tem sido muito falado pelos políticos. Mas qual é a realidade por trás dessa tecnologia e conceito?

Intro apresentação

Continuando a Estudar

Mudanças Climáticas

Estudando a ciência das mudanças climáticas, fica claro que esse é o desafio mais sério que a humanidade está enfrentando. Como citado pela ativista, Greta Thunberg, "essa é uma crise existencial". Está claro que mesmo que todos os governos iniciem hoje alguma ação séria, o impacto das mudanças climáticas levará à destruição total de nosso estilo de vida atual. Na realidade, quase nenhum país está fazendo o suficiente para diminuir as emissões de carbono (com única exceção do país Butão/Tibé). Alguns países estão falando e fazendo promessas mas na prática não estão fazendo quase nada (aliás, alguns até estão tomando ações contra os indicadores). Vários países, incluindo o Brasil, estão ativamente descreditando e ignorando a realidade das mudanças climáticas.

Por isso, precisamos sim, nos preocupar e nos ocupar em fazer alguma ação que auxilie a minimizar os efeitos das mudanças climáticas e da sobrevivência da humanidade!

Aqui, não vamos discutir de forma mais aprofundada este tema. Existem diversos artigos científicos documentando resultados de estudos a respeito do que está acontecendo de fato em



Porto Alegre, 2024



At least billionaires
are getting richer

No mínimo, os bilionários estão ficando mais ricos!

 [O Mundo está Queimando](#)

relação às mudanças climáticas e seus impactos. Mas também existe sim algumas fontes (principalmente financiadas por petroleiros de extrema direita) questionando a causa das mudanças climáticas. E mesmo, nossas ações estão demasiado tarde que não temos como evitar a destruição e colapso de nossa sociedade. Para aprofundar os estudos neste tema recomendamos um dos mais recentes livros que tem sido profundamente pesquisado que é [A Terra Inabitável](#) - será importante que TODOS baixem, leiam e estudem esse livro.

Agora, precisamos concentrar na possibilidade para que algumas ilhas da humanidade possam sobreviver. Nota, isso não é para uma geração no futuro, é para nós mesmos. A geração que deverá lutar e sobreviver é a nossa, na esperança de que algumas de nossas crianças sobrevivam de forma menos dolorosa. Agora em setembro de 2024, estamos começando a ver consequências das mudanças climáticas acontecendo, com o aumento de 1 grau da temperatura (lembrar que a previsão científica é que os jovens de hoje verão chegar a um aumento de até 4 graus). Imagina o que isso pode significar no futuro, pois com o aumento de só 1 grau na temperatura, estão ocorrendo furacões no Japão, Índia, Caribe e Estados Unidos. Inundações em grande parte da África. O gelo na Antártida quase todo derretido. A tundra queimando e liberando metano. No oeste dos EUA, incêndios extremos (a previsão é de que a Califórnia pode perder 20% de suas casas!), e neve no este dos EUA.

Crise Climática é Crise de Justiça

Os cientistas do Tyndall National Institute/Irlanda, calcularam que, se os 10% das pessoas mais ricas mudarem seu estilo de vida e agir como um cidadão europeu (uma vida de luxo em comparação com o povo da África ou mesmo até a maioria dos brasileiros), as emissões vão diminuir por um fator de 35%. É claro que a maioria das pessoas de uma forma ou outra contribuem com as emissões de gás carbônico. Só respirando já liberam gás carbônico. Mas também é claro que tem muitas pessoas que emitem quase nada, e outras emitem milhões de vezes a mais. Falar de usar carros menores ou mais eficientes, ou trocar as lâmpadas comuns por lâmpadas eficientes, significa muito pouco quando comparado com a responsabilidade de emissões pelas elites. Quando ver filmes e fotos das elites em seus aviões particulares, com três ou quatro mansões, com férias nos lugares mais chiques e especiais do planeta,.... pensar em seus filhos que vão sofrer por isso!

Kevin Anderson, do Tyndall National Institutue/Irlanda, recentemente explicou que mesmo segurando o aumento da temperatura global em 1,5 graus, milhões de pessoas vão morrer. E, serão aquelas pessoas que "vivem longe dos centros desenvolvidos, suas emissões são baixas, elas são pobres e não são brancas".

Nota: Em 06/09/2021 - Um grande grupo de médicos, em nível mundial, escreveram

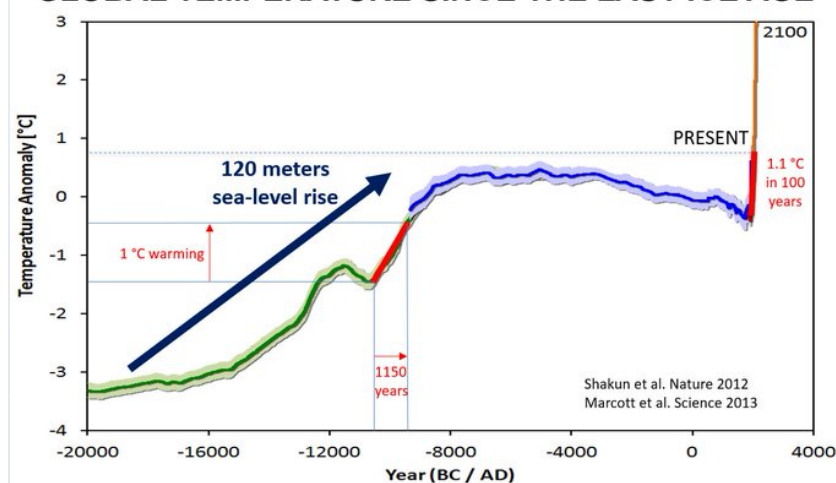
EntreVista sobre Mudanças Climáticas

Na realidade este vídeo não consta de uma entrevista e sim de uma peça de teatro, estilo comédia. Ela mostra tão bem a realidade que não tem nada de engraçado. Nota: No vídeo é citado o nível de gás carbônico de 400 ppm,.... no mês passado esse nível passou dos 421ppm e ainda está subindo!

▶ [Historia ala MobilExxon](#)

▶ [Duvida](#)

GLOBAL TEMPERATURE SINCE THE LAST ICE AGE



Observe que a linha azul representa a história da humanidade. A temperatura foi baixando até a época da revolução industrial

uma carta a respeito das mudanças climáticas e o impacto na saúde pública, e essa carta foi apresentada na maioria das publicações mais reconhecidas na área médica científica. Será importante considerar a opinião dos médicos de diversas partes do mundo -

[Aqui, apresentamos um jogo interativo](#) - produzido pela ONU (disponível em português) que trata das mudanças climáticas e convida você a votar por ações e decisões úteis.

[100 Negócios responsáveis por Emissões Report - Goldman Sachs](#) -Global Markets Institute, Taking the Heat,2019, Goldmann Sachs, USA

Nota: 14/9/2023 Ian Dunlop, sócio do Clube de Roma, e quebrando o acordo suicida escreveu "Em sintonia, os principais meios de comunicação social fizeram sensacionalismo com a guerra, as histórias de desastres climáticos, de incêndios, inundações e tempestades, mas se recusaram, à queima-roupa, de discutir as políticas e ações necessárias para enfrentamento da crescente ameaça climática. Então, como um memorando de Assessoria para os líderes que continuam a ignorar deliberadamente as leis da física, aqui está um breve resumo da realidade climática que enfrentamos agora e suas implicações políticas:

1.5 graus, o aumento da temperatura média global em relação às condições pré-industriais, o limite inferior do Acordo Climático de Paris, ocorrerá antes de 2030, independentemente de qualquer ação tomada nesse ínterim.

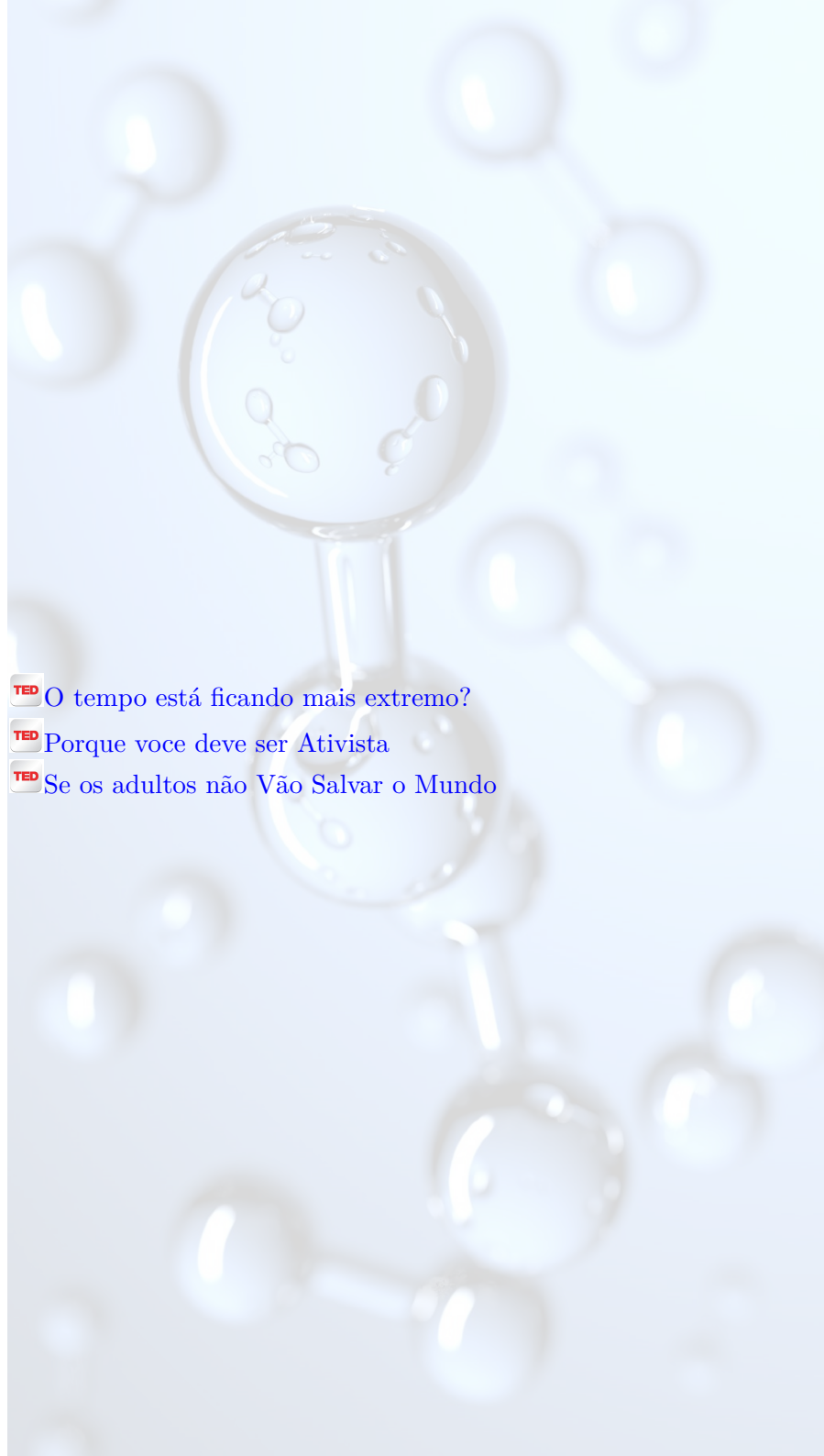



O limite máximo, 2 graus, agora é provável ocorrer antes de 2050, mesmo com ações melhores do que os atuais compromissos de Paris.

A guerra na Ucrânia e o impasse EUA/China Sobre Taiwan, a menos que rapidamente seja resolvido, trará esses resultados, levando a um aumento da temperatura global acima de 3 graus bem antes de 2100.

As rápidas reduções de emissões não terão impacto significativo na tendência de aquecimento nos próximos 25 anos, devido ao efeito compensatório da redução dos aerossóis do consumo de combustíveis fósseis, que têm arrefecido o planeta até agora – a "barganha faustiana" do uso de combustíveis fósseis. Este aquecimento, possivelmente um adicional de 1 grau, terá de ser adaptado sempre que possível.

"Terra de estufa", aquecimento não linear, irreversível e auto-sustentável pode ser desencadeado entre 1,5-2, graus. Há evidências de que cinco pontos de inflexão do sistema climático podem já ter ultrapassado a influência humana, com implicações catastróficas e irreversíveis, mesmo a curto prazo.

O aquecimento global atual, de 1,2 graus em 2022, já é perigoso. 2 graus seria extremamente perigoso, 3 graus seria catastrófico. São médias globais. O aumento da temperatura do solo será muito maior.

- 
-  [O tempo está ficando mais extremo?](#)
 -  [Porque voce deve ser Ativista](#)
 -  [Se os adultos não Vão Salvar o Mundo](#)

As implicações práticas e políticas são as seguintes:

Agora é impossível limitar os aumentos de temperatura a 1,5 graus. Também para os 2 graus, a menos que os líderes globais interrompam os conflitos atuais e tomem medidas de emergência para enfrentar as mudanças climáticas.

O objetivo geral de emissões líquidas nulas até 2050 (NZE 2050) é totalmente inadequado. O objetivo deve ser atingir zero emissões o mais próximo possível de 2030 (ZE 2030). Uma tarefa maciça, muito maior do que qualquer coisa até agora contemplada oficialmente.

A primeira prioridade de qualquer governo deve ser a segurança e a prosperidade do seu povo. As alterações climáticas, e não a China, têm sido desde há muito a nossa maior ameaça. A Austrália, juntamente com a nossa região, está muito mais exposta ao risco climático do que a maioria. A inação histórica significa que a ameaça se tornou imediata.

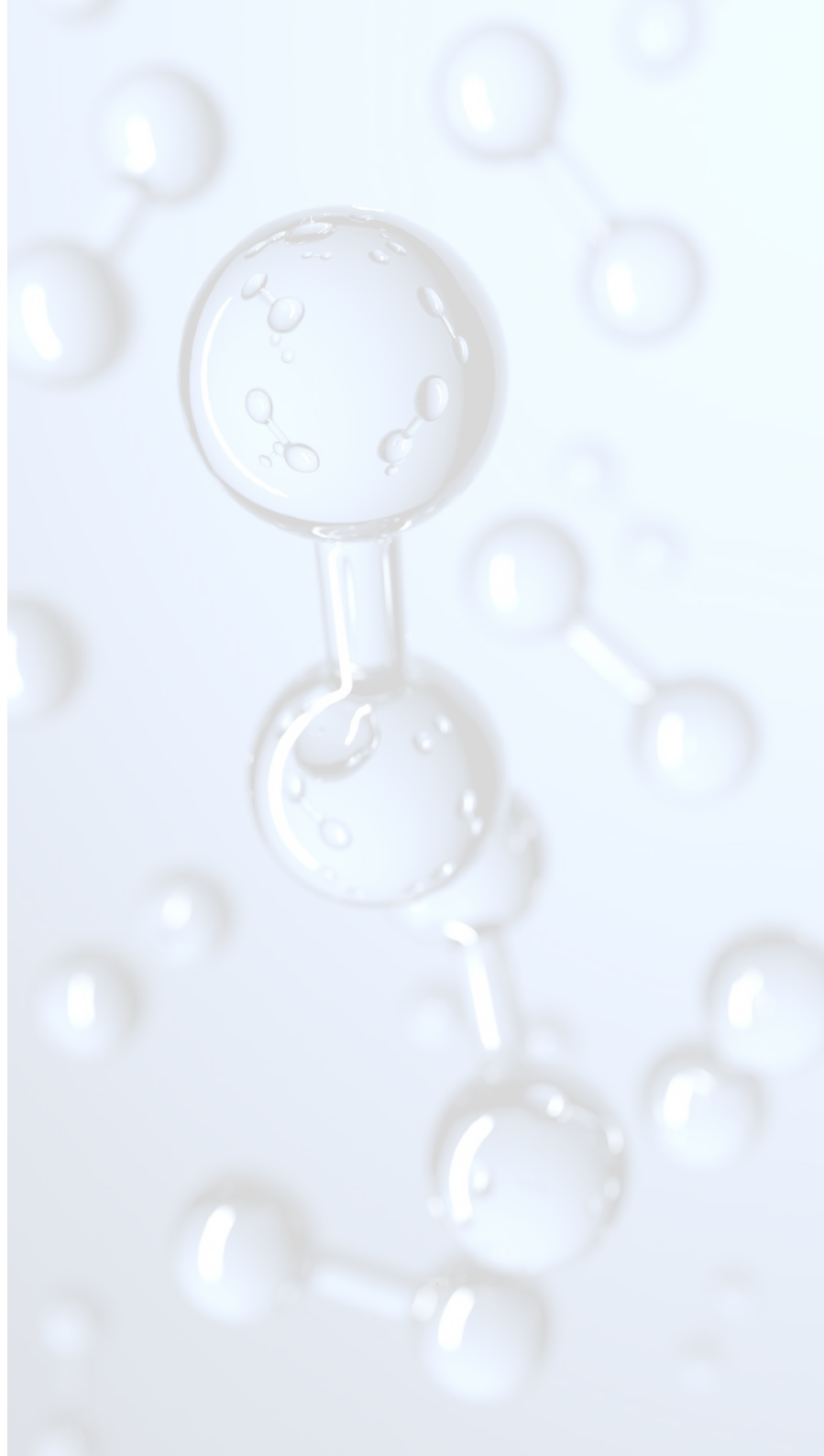
Os impactos climáticos na Austrália serão visivelmente mais elevados do que as estatísticas globais implicam – a temperatura média da Austrália em 2020 já estava 1,47 graus acima dos níveis de 1910, cerca de 1,5 graus acima dos níveis pré-industriais, em um ano sem El Niño. As condições do El Niño serão extremamente perigosas.

Especialistas, há anos, alertam para os perigos do aumento das emissões de carbono e das concentrações atmosféricas de carbono. As implicações foram mascaradas pela inércia no sistema climático e pelo arrefecimento por aerossóis a partir da utilização de combustíveis fósseis. À medida que os oceanos aqueceram e os aerossóis diminuíram, estas máscaras estão a ser removidas. Como consequência, enfrentamos alterações climáticas abruptas, não lineares, que devem ser tratadas como uma emergência agora.

A prioridade absoluta deve ser a redução extremamente rápida das emissões de carbono através da redução da utilização de combustíveis fósseis. Os grandes emissores, países ou empresas, terão de suportar o peso dos cortes. Outras iniciativas relativas à tecnologias, das comunidades, compensações de sequestro dos oceanos agrícolas e da reflorestação, etc., serão muito importantes, mas não conseguirão as reduções necessárias no tempo limitado disponível.

O desafio imediato consiste em evitar que as coisas se agravem, nomeadamente através da expansão da utilização de combustíveis fósseis, quer no mercado interno quer no mercado de exportação. A expansão do carvão e do gás, atualmente aprovada na Austrália e em outros países, é totalmente irresponsável e desnecessária, dado que existem alternativas mais atrativas. O seguro de segurança energética a curto prazo deve ser assegurado por uma política de reserva de gás.

Para além da rápida redução das emissões, as concentrações de carbono atmosférico devem ser reduzidas do nível atual de 420 ppm de CO₂ para um nível mais estável inferior a 350 ppm



de CO₂. A tecnologia para alcançar esse rebaixamento está em sua infância, agravando ainda mais os riscos. A Geo-engenharia será essencial para ganhar tempo, resfriando áreas do planeta, antes que outras iniciativas entrem em vigor.

Uma emergência implica em agir mais cedo do que mais tarde, caso contrário, como estamos vendo, a mitigação torna-se secundária à adaptação, à medida que as incumbências lançam seus recursos para gerenciar os sintomas, os impactos climáticos ou reforçar o status quo, em vez de abordar a causa subjacente das mudanças climáticas. Isso está levando a uma "espiral da morte", em direção ao colapso da sociedade, à medida que os impactos climáticos aumentam sem restrições, cujos primórdios já são aparentes.

Pico Energético

Entendemos que petróleo é uma fonte de energia não renovável. Quando queimamos um litro de gasolina no carro,....esse litro vai embora e não tem como trazê-lo de volta. Então, chegará um dia em que não terá mais gasolina. Na verdade, o petróleo não vai acabar, pois inicialmente, se aproveita para extrair o petróleo daqueles poços em que a retirada é mais fácil, e, com o tempo, essa retirada vai ficando mais difícil a cada ano e sua produção mais cara. Mas, bem antes de acabar o petróleo dos poços, chegará um momento em que não teremos a tecnologia para retirada do petróleo ou, então, a extração ficará tão cara que será inviável em termos de custo/benefício e será necessário desistir de seu uso. E, o petróleo não será disponível no mercado, nos postos de gasolina.

Dependendo das pessoas com quem falamos é possível entender que passamos o momento do pico do petróleo. Vários cientistas observaram que a produção do petróleo passou seu pico em 2018, e desde aquele momento ele está diminuindo lentamente, um pouco a cada ano. Mas nesse tempo a produção de gás natural ainda está aumentando, e, estão, produzindo combustível a partir desse gás, por isso, ainda não estamos sentindo a falta do petróleo. Mas, a produção de gás atual parece estar em fase estacionária e começando a diminuir. Existem reservas e a possibilidade de encontrar outros poços, o que pode estender a produção por mais alguns anos. Mas, mesmo os cientistas mais otimistas, não têm a coragem para prever que o petróleo continuará por mais de 20 ou 30 anos.

Quando somos jovens, 30 anos parece estar bem longe. Mas estamos falando da necessidade de pesquisar, desenvolver, ter escala e construir um novo sistema energético, uma nova matriz energética,....desde nada. Isso demorará décadas ou mais!

Então, deveríamos ter começado essa transição e o desenvolvimento de uma nova matriz energética,....há 20 anos passados. Não fizemos, ou fizemos bem pouco,....e, agora, isso é



urgente!

Novos Produtos

A tecnologia e fonte da energia que usamos em grande parte dos sistemas produtivos determinam a forma da sociedade e os produtos que serão gerados, consumidos e até descartados, jogados fora.

Por mais de 150 anos, o petróleo foi disponível e barato. Então, produzimos coisas acima desse recurso que foi a matriz energética. Quando ocorrer a escassez do petróleo como faremos para manter tais produtos? Podemos pensar em vários sub produtos do petróleo, mas existem três desses deles que são especialmente preocupantes, sendo:

Plásticos

Plásticos são feitos a partir do petróleo em forma tão barata e com facilidade que muitos dos produtos feitos com plástico são usados uma vez e depois jogados fora. Claro que em nosso planeta não existe fora, e sim a contaminação dos mares, rios, outros corpos d'água, solos, e, até de nossos corpos estão sendo contaminados com plástico, e isso é um problema muito sério.

Por outro lado, sem petróleo, como será a produção de plásticos? Como e quais mudanças ocorrerão em nossas vidas quando não tiver mais produção de plástico?

Fertilizantes e Agrotóxicos

A agricultura moderna consome em grandes quantidades diversos tipos de fertilizantes, pesticidas, fungicidas e herbicidas. Esses agroquímicos são perigosos para a saúde humana, especialmente em países como o Brasil, onde é fácil aprovar o uso desses agrotóxicos. Por isso, brasileiros são os campeões no consumo de agrotóxicos, atualmente consomem em torno de 8 litros de veneno por pessoa a cada ano.

De novo, esses agrotóxicos são feitos a partir de petróleo e são baratos. Quando acabar a produção do petróleo, não vai existir esses agrotóxicos e fertilizantes. Então, as pessoas não vão ingerir diversidade de agrotóxicos e em demasia. Mas por outro lado, a agricultura convencional não conseguirá manter sua produção. Como será possível manter a alimentação do povo, sem o petróleo para os fertilizantes, agrotóxicos e o diesel para os tratores e outros maquinários?

Momento e Distribuição

Com petróleo barato, em pouco tempo, é possível comprar alimentos e produtos manufaturados do outro lado do mundo. Se a Apple lançar um novo celular na Europa, e em dias,



ele estará disponível no Brasil. O transporte é tão rápido que é possível comer no Brasil, laranjas produzidas na Califórnia, tâmaras produzidas na Palestina e alface produzido no Rio Grande do Sul/Brasil. Recentemente ouvimos a história de pescadores na Escócia que pescam salmão no atlântico e este é processado e enlatado no Vietnã e distribuído nos supermercados da Escócia, para os vizinhos dos pescadores consumirem! Sem petróleo, a alimentação convencional poderá não chegar aos supermercados. Roupas da moda, só chegarão ao país após dois anos em que a moda passou na Europa! E assim, peças para conserto e manutenção de carros vão demorar meses para chegar ao destino!



Transição Verde

Considerando os atuais desafios decorrentes das mudanças climáticas e a questão do pico energético que estamos enfrentando, será importante estudar e entender sobre as fontes de energia disponíveis, suas características, e quais as necessidades para acontecer esta transição, isso, em termos de infraestrutura para melhor aproveitamento dessas energias. Conforme comentários apresentados na parte introdutória desta eletiva, para cada fonte de energia há necessidade de tecnologias e materiais, e, também que as novas fontes ofereçam tecnologias e materiais como retorno. Como citado anteriormente, a era do petróleo ofereceu plásticos, fármacos, combustíveis, fertilizantes e agrotóxicos. Sem petróleo, não será fácil produzir esses produtos. É importante fazer reflexões sobre como se adaptar quando não existirem mais produtos derivados de petróleo. Quais produtos podem ser gerados a partir de novas fontes de energia?

Será importante questionar outros aspectos relativos à transição verde, especialmente, os projetos sobre o Hidrogênio "Verde". Vale questionar se existe mesmo uma transição verde de energia. O Ceará e seus projetos são parte dessa transição? Tais projetos estão auxiliando ou dificultando a transição? Em princípio, a transição verde trata de um movimento para abandonar fontes de energia fósseis e usar em seu lugar fontes de energia renováveis.

Nos últimos anos ou mais décadas, a produção de eletricidade por meio da termoeletrônica do PECÉM diminuiu? As usinas apresentadas no Complexo do PECÉM aproveitam mais a eletricidade eólica e solar, ou continuam a produzir a cada ano mais e mais gás carbônico por meio da usina termoeletrônica. E, para além disso, existe lucro energético com a produtividade de energia eólica? O projeto do "Hidrogênio Verde" faz parte de uma transição verde, ou o estado está planejando para vender o excesso de energia (graças às eólicas) para Alemanha, e, o Ceará continuará a depender do PECÉM e sua eletricidade contaminante?

Apresentação

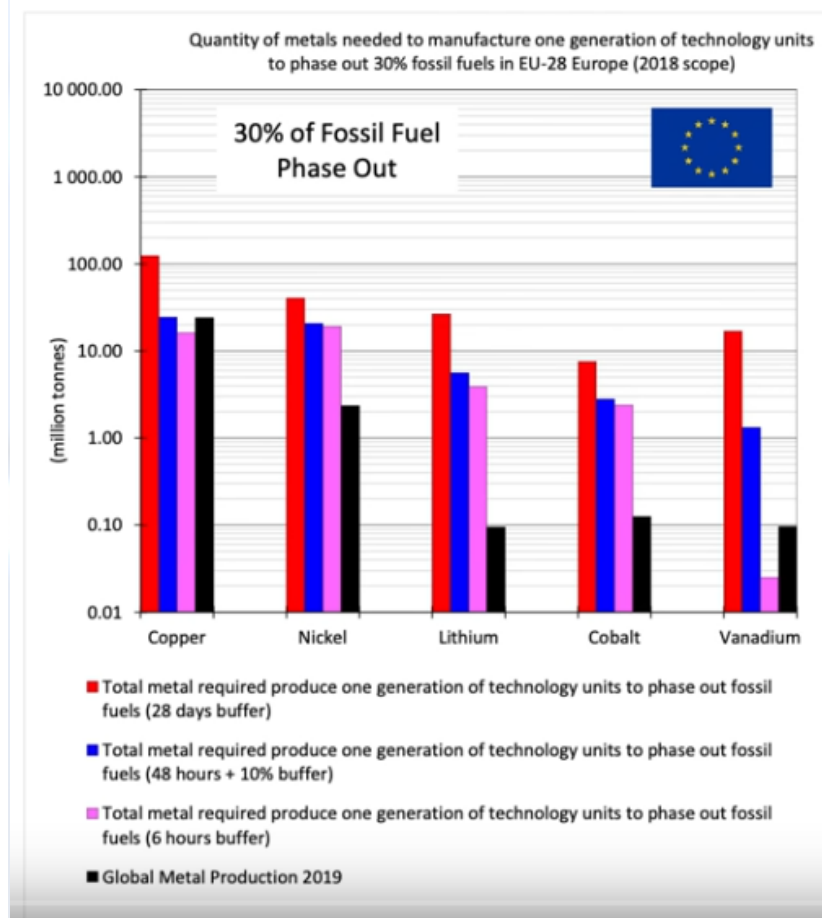
Continuando a Estudar


Enquanto humanidade estamos enfrentando a necessidade de fazer mudanças radicais em nossos sistemas de geração, armazenamento e uso de energia. Não estamos enfrentando a instalação de algumas placas solares e uma ou outra usina de Hidrogênio Verde e trocando alguns carros MC (Motor de Combustão) por carros elétricos. Para sermos sérios a respeito da Transição Energética, é necessário promover várias mudanças estruturais, conceituais e existenciais em nossa sociedade em diversas dimensões.

Esse é um tema amplo e com muitos detalhes e que ocupará algumas aulas.

Na maioria dos países, os políticos, negam a realidade das mudanças climáticas e falam

Pico do Petróleo Ajuste Hedônico



Demanda de metais pela Europa .  [Entrevista com Arthur Conway](#), também será útil

- lembra de ativar legendas em português

.  [A entrevista com Paul Martin](#), também é bem relevante.

[IEA Report net Zero 2050](#)

[Tabela 1 Energia Disponível](#)

[Tabela 1 Energia Demanda.](#)

[Transcrição da Apresentação de S. Michaux](#)

em termos vagos a respeito das mudanças climáticas sem contudo tomar alguma ação. Ou então, falam das mudanças climáticas, e, em termos vagos, falam das novas tecnologias como carros elétricos ou torres eólicas. É raro para quantificar e fazer análises do significado disso. A União Europeia lançou algumas metas, sem considerar alguns aspectos importantes como tempo, demanda e disponibilidade de recursos naturais. No momento vamos estudar alguns detalhes das metas lançadas pela União Europeia considerando os cálculos feitos por cientistas da Universidade da Finlândia. Não temos como estudar os detalhes em relação ao Brasil, porque o Brasil ainda não passou a fase inicial, de entusiasmo. Mas é claro que quando o Brasil começar a definir políticas sérias e reais nesta área usaremos a mesma tecnologia disponível na Europa.

Metas da União Europeia a respeito da Transição Verde


A meta para a Europa a respeito do uso de carros elétricos até 2030 é que os carros elétricos serão 30% do mercado - [Relatorio IEA 2020 Outlook for EV](#).

Os cálculos demonstrados nos gráficos aqui apresentados foram elaborados pelo Dr. Simon Michaux do Departamento de Geologia e Mineração da Universidade da Finlândia.

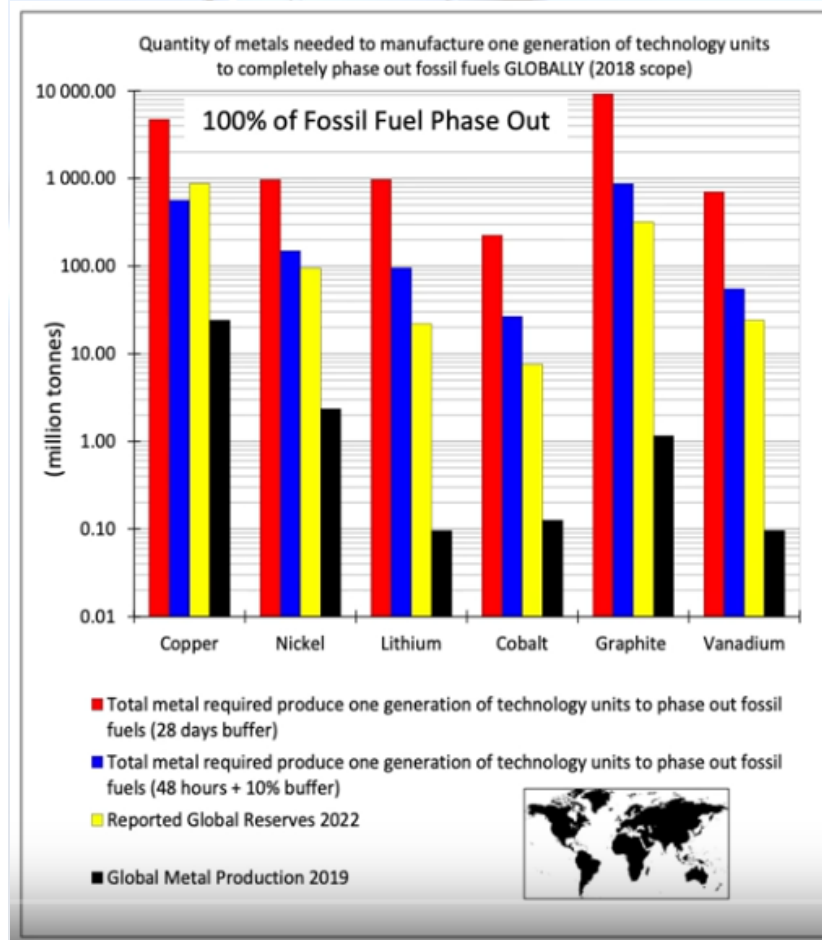
Breve estudo de detalhes dos gráficos: O primeiro gráfico mostra os 5 metais principais necessários para atingir a meta da Europa de ter 30% de seus carros elétricos até 2030. Notar a diferença entre o que será necessário (em vermelho) e o total da produção global atual (em preto). Notar que o gráfico mostra uma escala logarítmica,..... então, no caso do Lítio, a diferença entre o consumo necessário até 2030 (6 anos) é 280 vezes de toda a produção global. Será preciso aumentar a produção global de lítio 280 vezes só para que a Europa possa chegar até 30% de seus carros elétricos. No caso do Vanádio, é de 175 vezes a produção total, e os outros metais entre 5 e 60 vezes a produção global!

O terceiro gráfico mostra a demanda por metais básicos, caso quisermos globalmente substituir o petróleo, gás e carvão. De novo, uma escala logarítmica, então, para o Lítio, a demanda é em torno de 200.000 vezes o que estamos produzindo hoje, centenas de vezes todas as reservas conhecidas atualmente.

Para cumprir só esta meta de ter 30% de carros elétricos até 2030, a Europa precisará construir 76 milhões de carros (com baterias de 3.4 TerraWattHoras(TWH), 1,7 milhões de caminhões com Células-Hidrogênio, que consumirá 2,94 milhões de toneladas de hidrogênio e gerar 892TWH extra de eletricidade. Para entender esses números, esse volume de hidrogênio é 10 anos de produção do projeto do Hidrogênio Verde do PECÉM.... para 30% dos caminhões da Europa vão consumir por ano 10 vezes mais do projeto do Ceará. Esses carros

Metal for 30% phase out	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (28 days buffer) (million tonnes)	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (48 hours + 10% buffer) (million tonnes)	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (6 hours buffer) (million tonnes)	Global Metal Production 2019 (million tonnes)	Number of years of 2019 Global mining production (28 day buffer) (years)
	124.2	24.6	16.2	24.2	5.1
Copper	40.5	20.8	19.2	2.35	17.2
Nickel	26.7	5.6	3.9	0.095	280.6
Lithium	7.5	2.8	2.4	0.126	59.9
Cobalt	16.9	1.3	0.0	0.096	175.5
Vanadium					

Demanda de metais pela Europa .



Demanda de metais pela Europa

consumirão 89200000000 kWh, enquanto toda a produção de eletricidade para todo o Ceará é de 514000000 (180 vezes do Ceará, só para que 30% dos carros sejam elétricos). Agora, esquecendo os gráficos e os dados apresentados em forma simples. Considerando situações do cotidiano, imaginar que em alguns anos quando os alunos dessa eletiva se graduarem na universidade e começarem a trabalhar e receber um salário bom, eles vão buscar um vendedor de carros para comprar seu primeiro carro. O vendedor vai explicar que, por falta de metais não tem carros disponíveis, mas o aluno poderá colocar seu nome na lista de espera. O aluno perguntará quantos anos ficará na lista de espera, e o vendedor responderá que será pouco mais de 1000 anos!

Cegueira para os Minerais

O cientista na área de metais e mineração da Universidade da Finlândia, [Simon Michaux](#), analisou as declarações e intenções apresentadas pela Agência Internacional de Energia/IEA, conforme relatório NetZero 2050, onde eles previram que a geração de energia será 88% de fontes renováveis, todos os veículos serão elétricos ou usando células de hidrogênio, os aviões usarão energia a partir de biomassa, e os navios usarão a combinação de biomassa e amônia ou hidrogênio.


Desafios dos Materiais

O primeiro gráfico é parte de [uma reportagem](#) da McKinsey & Associates explicando como os metais serão um dos gargalos mais importantes na transição de energias renováveis no futuro.


Na mesma temática, desde o World Economic Forum (Fórum Global de Economia) [The great minerals scramble](#)

[Relatorio](#) publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico/OECD.


If 10% of the metals needs for a 30% phase of fossil fuels was sourced by EU mines

10% of Metal for a 30% phase out of FF sourced from EU mines	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (28 days buffer) (million tonnes)	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (48 hours + 10% buffer) (million tonnes)	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (6 hours buffer) (million tonnes)	Global Metal Production 2019 (million tonnes)	Number of years of 2019 global equivalent mining production (28 days) (years)
	12.42	2.46	1.62	24.20	0.5
Copper	4.05	2.08	1.92	2.35	1.7
Nickel	2.67	0.56	0.39	0.10	28.1
Lithium	0.75	0.28	0.24	0.13	6.0
Cobalt	1.69	0.13	0.0025	0.10	17.6
Vanadium					


If 40% of Metal for 30% phase out of FF was refined and smelted in EU

	49.69	9.82	6.49	24.20	2.1
Copper	16.18	8.32	7.66	2.35	6.9
Nickel	10.68	2.25	1.55	0.10	112.2
Lithium	3.02	1.12	0.96	0.13	24.0
Cobalt	6.74	0.53	0.010	0.10	70.2
Vanadium					

If 15% Metal for 30% phase out of FF is recycled in EU

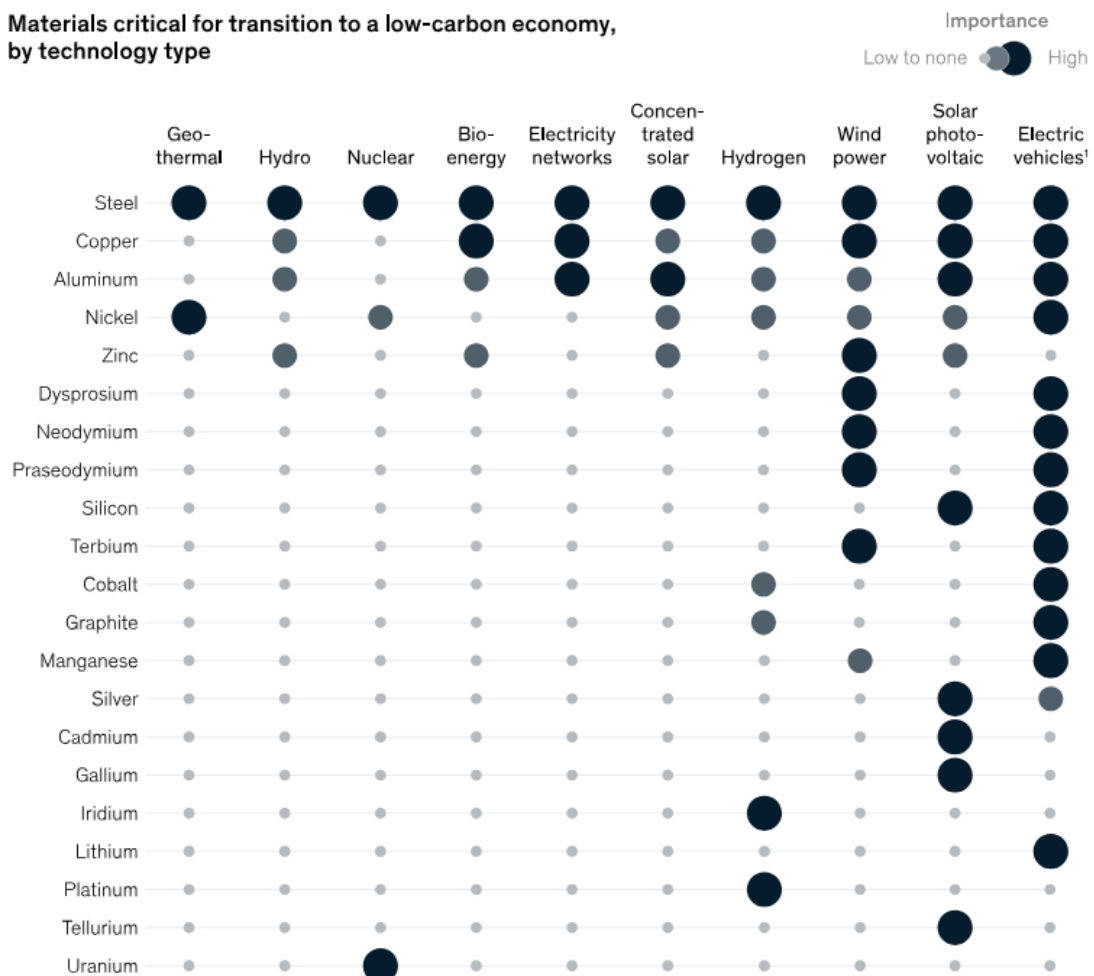
	1.863	0.368	0.243	24.200	0.1
Copper	0.607	0.312	0.287	2.350	0.3
Nickel	0.401	0.084	0.058	0.095	4.2
Lithium	0.113	0.042	0.036	0.126	0.9
Cobalt	0.253	0.020	0.00038	0.096	2.6
Vanadium					

- 76.6 million EV's, with 3.4 TWh of batteries
- 1.7 million H₂-Cell Class 8 HCV trucks
- Capacity to annually produce, transport and store, 2.94 million tonnes of hydrogen
- An extra annual 892.1 TWh of non fossil fuel electrical power generation
- Stationary power storage
 - 52.46 TWh (28 days buffer)
 - 0.08 TWh (6 hours buffer)
 - 4.12 TWh (48 hour +10% buffer)

Power Generation System	Proposed Energy Split non-fossil fuel electrical power systems (%)	30% of expanded extra required annual capacity to phase out fossil fuels (kWh)	Estimated number of required additional new power plants of average size to phase out 30% of fossil fuels (number)	Total new annual installed capacity required (MW)
				
Nuclear	7.50 %	6.69E+10	5	10 695
Hydroelectric	13.36 %	1.19E+11	90	20 264
Wind	38.33 %	3.42E+11	4 209	156 573
Solar PV	38.33 %	3.42E+11	10 349	342 557
Other Renewable	2.48 %	2.21E+10	287	35 039

Total (kWh)	8.92E+11	14 941	565 127
Total (TWh)	892.1		

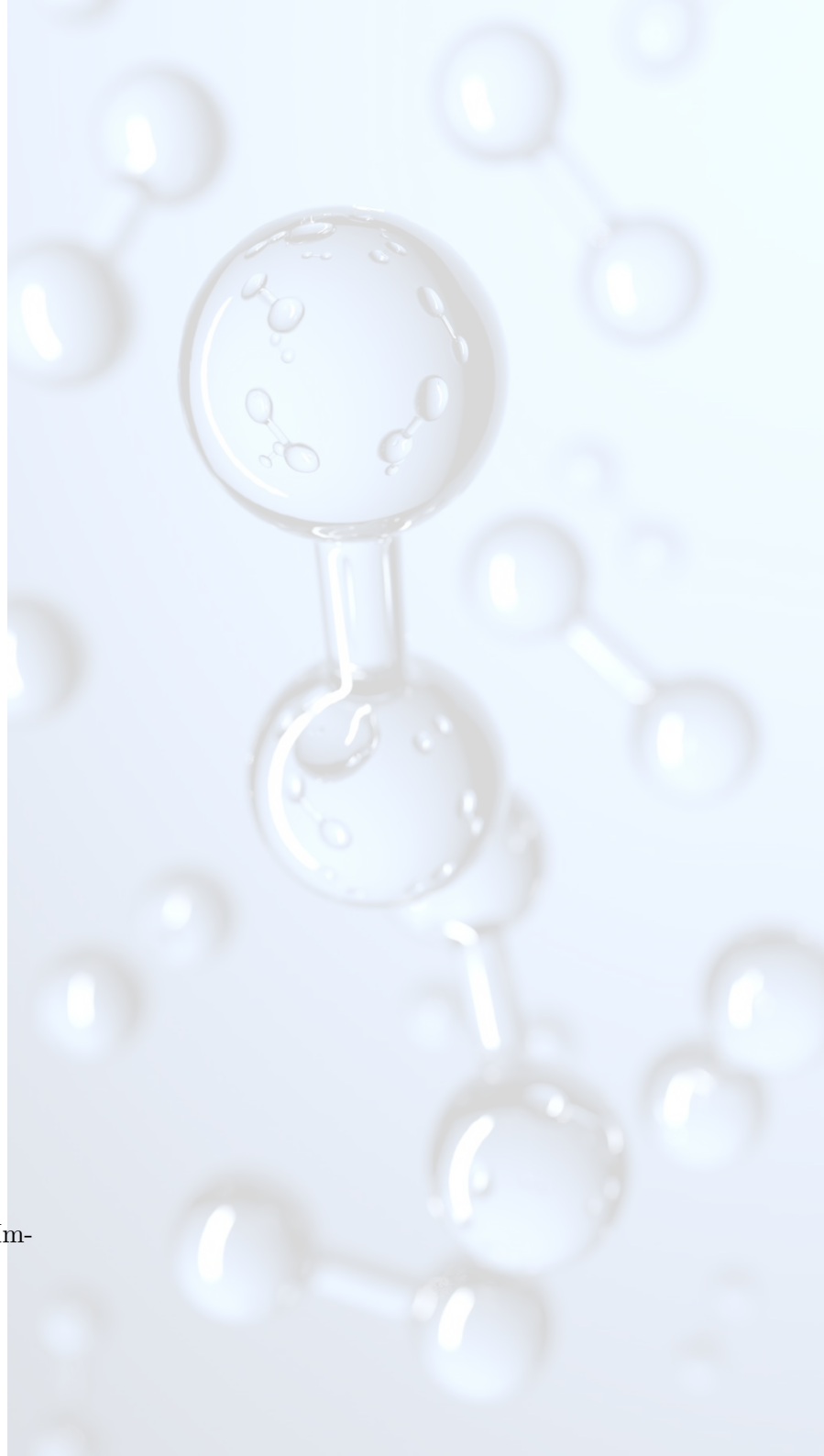
Materials critical for transition to a low-carbon economy, by technology type



¹Includes energy storage.
 Source: *Critical raw materials for strategic technologies and sectors in the EU, A foresight study*, European Commission, Mar 9, 2020; *The role of critical minerals in clean energy transitions*, IEA, May 2021; McKinsey analysis

portância dos Metais no Futuro

Im-



Energia e a Economia

Bem no início do surgimento da filosofia, início do século 18 na França, nasceu a "economia" a partir de alguns filósofos, quando surgiu o grupo que hoje é reconhecido como os "Fisiocratas". Eles tinham interesse na questão central da economia acerca do conceito de valor, ou seja, de onde vem o valor, quem e como é o valor econômico criado? Eles chegaram a conclusão de que o valor vem da Natureza. O valor surge, por exemplo, quando um produtor planta uma semente de trigo, e, em frente, ele colhe mais de 100 grãos. Essa é a geração de valor. Os produtores sabem como aproveitar o valor gerado pela Natureza.

Naqueles dias, eles não conheciam o conceito de energia e menos ainda das /hyperrefLei da Termodinamica leis da termodinâmica. Mas na realidade, eles estavam certos em ligar o valor e produção econômica ao consumo de energia. A energia da luz do sol.

Posteriormente, alguns filósofos economista esqueceram esta realidade e criaram muitas histórias, mitos e teorias que geraram mais confusões do que entendimentos. Hoje, a economia é uma disciplina bem complicada onde a entrada é restrita para os zelotes de algumas escolas internacionais. E mesmo, eles não conseguem entender como funciona a economia.

Em 2008, ocorreu uma grande recessão causada pela "ambição do ouro" e lucro dos bancos criminosos dos EUA, e, todo o mundo foi impactado. A rainha da Inglaterra, oficializou, em uma cerimônia de abertura do novo edifício da Escola Econômica de Londres (parte da Universidade de Londres), onde o reitor fez uma apresentação explicando a seriedade da recessão. Após a apresentação, a rainha perguntou: "se esta recessão foi tão grande e tão séria, por que nenhum de vocês (economistas) previram o que iria acontecer?" O Reitor não teve resposta a essa pergunta!

Hoje os economistas (neoliberais) explicam a Douglas function e falam da utilidade marginal do capital, a utilidade marginal da mão de obra e permitem uma consideração por inovação. Mas ainda não consideraram a questão da energia. Para eles a energia é um produto para vender ou comprar como outro produto qualquer. Mas não existe nenhum produto no mercado que não dependa de energia.

Como fala a economista (não-neoliberal) Steve Keen, "um corpo sem energia é um cadáver, e uma máquina sem energia é uma estátua". E, a jornalista Nate Hagens continua, "...e, uma cidade sem energia é um museu"...

apresentação associada

Continuando a Estudar

Existe um parâmetro, apresentado em gráficos, que, quando comparado ao movimento do PIB as correlações são quase exatas, é o consumo de energia. Energia e economia são



Clicar na imagem e abrir o vídeo - lembrar de ativar legendas em português

diretamente ligadas. Os economistas (neoliberais) não conseguem ver, mas acredito que a maioria das pessoas entendem que, sem energia nada acontece, o que pode ser observado em simples ações do cotidiano. Sem energia, como chegar ao trabalho? Pode andar a pé, mas pra isso precisa da energia dos alimentos para o corpo funcionar. E quando chegar ao trabalho, as máquinas não funcionam sem energia, e ainda precisa de energia para iluminação e saber as tarefas a serem executadas. E, até pode ser que o chefe não tenha chegado ao trabalho e não tenha conseguido mandar as ordens devido a falta de energia para comunicações. E no fim do mês, ele não tem como pagar os funcionários porque os computadores não funcionaram, e, mesmo os bancos foram fechados por falta de energia. Parecem coisas simples e sem muita importância mas sem o funcionamento delas o movimento da sociedade para em diversos setores.

Hoje, existem muitos setores da sociedade que são totalmente dependentes de energia, computadores, celulares, carros, cinema, produção de alimentação, casas, ruas, shoppings, bancos, contas bancárias, aposentadoria, hospitais, ambulâncias, igrejas.... tudo é energia. Principalmente, a energia barata e poderosa do petróleo. Quando existir menos petróleo para produção de energia, como será a sociedade?

EROEI

Na aula anterior introduzimos o conceito de EROEI (Energia recebida em relação à energia investida) e explicamos como isso vai determinar até quando ocorrerá a extração de petróleo, e como usar essa métrica para avaliar fontes de energia.

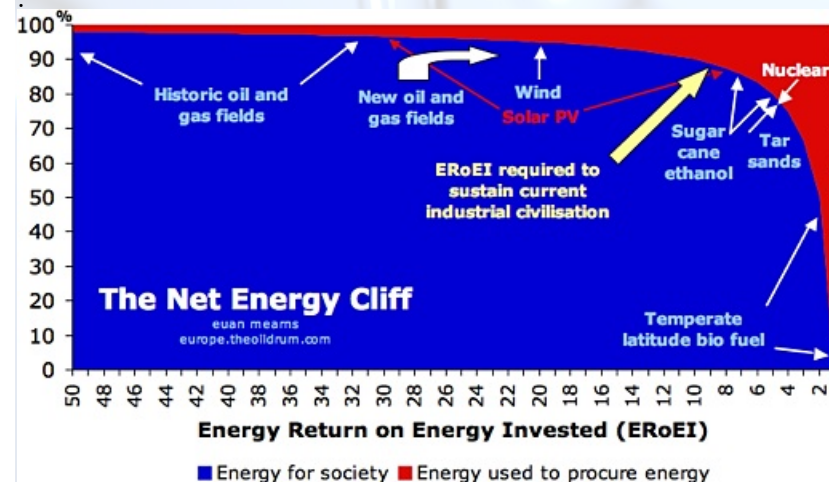
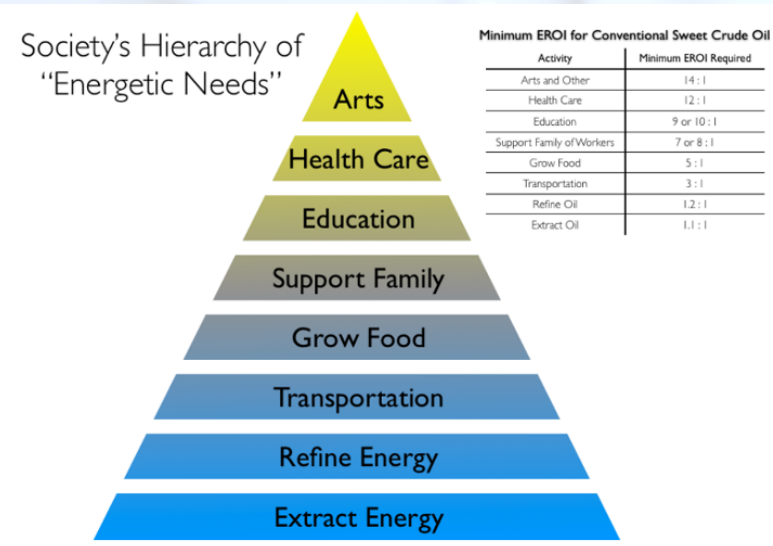
Tem outro detalhe. A EROEI/Energia Retornada sobre Energia Investida, tem a ver com a avaliação da energia investida em um poço e sua usina e comparada com a energia gerada. Mas, para que os poços funcionem é necessário sistemas de infraestrutura, administração e organização que consomem mais energia. É preciso computar o gasto de energia nas diferentes dimensões. Os trabalhadores que consomem energia na forma de alimentos, e esses, precisam de casas, transporte (para chegarem ao trabalho). E, para saber o que fazer, gerar conhecimento é preciso escolas. Também é preciso hospitais, planos de saúde e aposentaria. Por isso, precisam de biblioteca, mídia, teatros, editorias..... Tudo isso consome energia.

Vários cientistas, especialmente Charles Hall, calcularam que para manter a atual estrutura social, as fontes de energia precisarão ter um EROEI mínima de 14.

Os cálculos estão resumidos no desenho ao lado:

Extração de Petróleo: 1,1

Refinamento do Petróleo: 1,2



Distribuição do Petróleo: 3

Produção de Alimentos: 5

Suporte Familiar: 7

Educação: 9 10

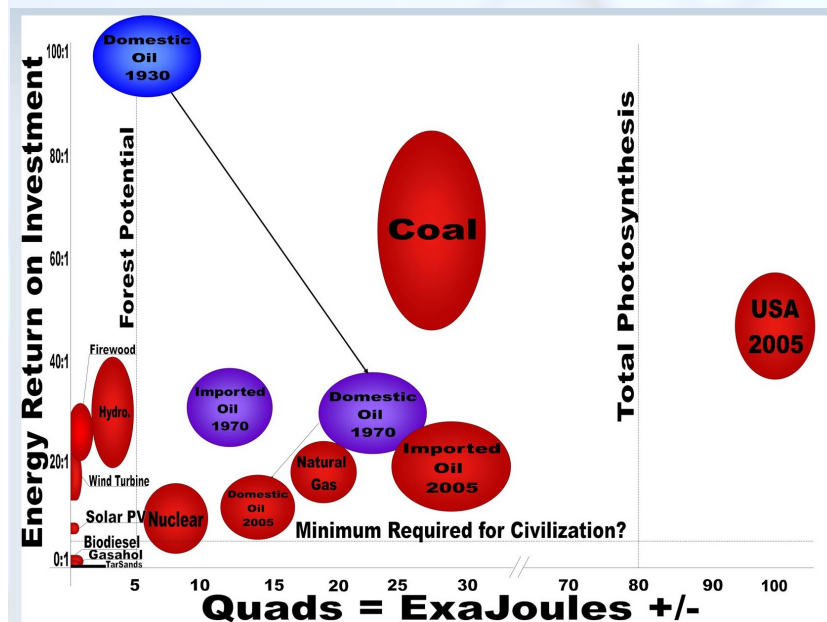
Cuidar da Saúde: 12

Arte e Cultura: 14

Então, uma fonte energética que tem EROEI de 5, tem condições de produzir alimentos, mas não sobrar energia para manter as famílias e manter sistemas de educação, saúde e as artes.

É preciso prestar atenção nisso. No terceiro desenho, em azul representa a energia disponível para a sociedade, enquanto em vermelho representa a energia necessária para produzir determinada energia. O EROEI de 14 corresponde à seta amarela. Nota que a energia eólica (wind) tem EROEI de 20,...que é muito bom. Placas solares têm EROEI entre 8 a 30,... vamos usar as melhores. Energia a partir de cana de açúcar (álcool) é de 8, fracking (popular em EUA) é de 6, energia nuclear também é de 6. Nota que esta avaliação da energia nuclear como 6 é para as usinas antigas, existem novos desenvolvimentos mais interessantes.

Observar que o hidrogênio não é incluído aqui, isso porque não é uma fonte de energia. Por isso, a EROEI do hidrogênio, na verdade é bem negativa.



Lavagem Verde

Greenwashing ou lavagem verde é o termo utilizado para estratégias desenvolvidas por empresas e instituições governamentais ou não, que promovem um discurso sustentável e ecologicamente corretos mas na realidade não passam de propagandas enganosas que visam apenas o lucro.

Estamos estudando a transição verde no contexto da tecnologia conhecida como "Hidrogênio Verde". Recentemente, o conceito de hidrogênio verde começou a ser muito utilizado, tanto que, às vezes, fica difícil ter certeza de que se está falando de um projeto verdadeiramente ecológico e renovável, ou simplesmente, se ele faz parte de um veículo da fumaça verde para esconder atividades comerciais.

Considerando que a lavagem verde (greenwashing) é especialmente forte nas questões energéticas, é importante desenvolver o pensamento crítico e a habilidade de detectar e pesquisar a realidade por trás da fumaça verde, não só no contexto da proposta do hidrogênio verde, mas de outros projetos e iniciativas de forma geral.

Esta aula é uma complementação ao tema do hidrogênio verde e tem por objetivo esclarecer alguns aspectos relevantes, considerando o contexto ecológico acerca desse tema, pois existem muitas divulgações sobre hidrogênio verde que não retratam a realidade, sendo simplesmente propagandas enganosas. Um eixo central nessa eletiva será buscar entender a realidade de processos como a energia, para que o povo não seja confundido e enganado por promoções e promessas políticas, econômicas e empresariais, e que podem ser mais lavagem verde do que a realidade. Por isso, incluímos uma aula para proporcionar reflexões e discussões acerca desse tema. O professor poderá decidir pela realização dessa aula.

Continuar a Estudar

Iniciar os estudos a respeito de como a economia e as questões energéticas interagem ou conflitam com a Lavagem Verde, ou Greenwashing, que é a prática de empresas que fazem afirmações enganosas ou exageradas sobre os benefícios ambientais de seus produtos, serviços ou de práticas que se parecem mais sustentáveis do que realmente são. Esse fenômeno tem ocorrido globalmente e em diversos setores, incluindo o setor energético no Brasil e em outros países. Vamos explorar exemplos reais para entender melhor.

Exemplos Globais de Lavagem Verde:

Volkswagen - Dieseltgate

Em 2015, a Volkswagen admitiu que havia instalado software em 11 milhões de carros a diesel em todo o mundo para manipular os resultados dos testes de emissão de poluentes.

Foto: Kalani Blog



Durante os testes, os veículos atendiam aos padrões de emissões, mas em condições de condução real, eles emitiam até 40 vezes mais NOx (óxidos de nitrogênio) do que o permitido.

Impacto: Este escândalo teve um impacto significativo na credibilidade da Volkswagen e destacou a necessidade de uma regulamentação mais rigorosa e transparência nas práticas corporativas ambientais. Hotten, Russell. "Volkswagen: The scandal explained."BBC News, 2015.

Nestlé e a Água

A Nestlé foi acusada de práticas não sustentáveis de extração de água em várias partes do mundo, incluindo os Estados Unidos e o Canadá. Durante crises hídricas, a empresa continuou a extrair grandes quantidades de água para suas operações de engarrafamento, enquanto promovia suas iniciativas de conservação de água.

Impacto: As práticas da Nestlé causaram indignação pública e levaram a questionamentos sobre a responsabilidade corporativa e a transparência das alegações de sustentabilidade.

Barlow, Maude. "Blue Gold: The Fight to Stop the Corporate Theft of the World's Water."New Press, 2003

Em 2018, A Nestlé divulgou um comunicado dizendo que tinha "ambições"de que as suas embalagens fossem 100% recicláveis ou reutilizáveis até 2025. No entanto, grupos ambientalistas e outros críticos apontaram que a empresa não havia divulgado metas claras, um cronograma para acompanhar suas ambições ou esforços adicionais para ajudar a facilitar a reciclagem pelos consumidores. O Greenpeace reagiu a isso divulgando sua própria declaração, na qual afirmou: "A declaração da Nestlé sobre embalagens plásticas inclui mais dos mesmos passos de bebê de lavagem verde para enfrentar uma crise que ajudou a criar. Não irá, de fato, fazer avançar de forma significativa a redução dos plásticos de utilização única e estabelecer um nível incrivelmente baixo como a maior empresa de alimentos e bebidas do mundo."No Relatório Anual de 2020 da Break Free From Plastic, a Nestlé, juntamente com a Coca-Cola e a Pepsi-Cola, foram nomeadas as maiores poluidoras de plástico do mundo pelo terceiro ano consecutivo.

HM e Moda Sustentável

A HM lançou várias linhas de produtos promovidas como "sustentáveis"ou "ecológicas". No entanto, investigações revelaram que a empresa ainda dependia de um modelo de negócio de moda rápida (fast fashion), caracterizado por altas taxas de produção e descarte de roupas.

Impacto: As práticas de HM destacaram a dissonância entre as campanhas de marketing



verde e as operações empresariais reais, levantando preocupações sobre a sustentabilidade na indústria da moda. Cline, Elizabeth L. "Overdressed: The Shockingly High Cost of Cheap Fashion."Portfolio, 2012

A HM, A Zara e a Uniqlo estão entre as empresas que foram apontadas a greenwashing ao longo dos anos. Estas marcas de moda contribuem para as enormes quantidades de resíduos têxteis causadas pela indústria do vestuário. De acordo com a organização sem fins lucrativos de Moda ReMake, 80% dos têxteis descartados em todo o mundo são incinerados ou aterrados, com apenas 20% sendo reutilizados ou reciclados.

As marcas de Fast fashion também têm o hábito de divulgar amplamente as suas iniciativas ecológicas, apesar de serem uma pequena parte das suas operações. Por exemplo, em 2019, A HM lançou sua própria linha de roupas "verdes" intitulada "consciente."A empresa alega usar algodão "orgânico" e poliéster reciclado. No entanto, a linha não passa de uma tática de marketing utilizada para se fazer parecer mais respeitadora do ambiente. Ao olhar para a linha "Conscious" da HM, sua missão afirma: "compre nossa seleção de peças de moda sustentáveis que fazem você parecer e se sentir bem. No entanto, não existe uma definição jurídica única para palavras favoráveis ao marketing, como "sustentável", "verde" ou "amigo do ambiente"."A HM foi então criticada pela Autoridade Norueguesa do cliente por "enganar" a comercialização da sua recolha consciente porque "as informações fornecidas sobre a sustentabilidade não eram suficientes, especialmente tendo em conta que a recolha consciente é anunciada como uma recolha com benefícios ambientais."

BP

A gigante dos combustíveis fósseis BP mudou seu nome para Beyond Petroleum e adicionou publicamente painéis solares em seus postos de gasolina. Em dezembro de 2019, um grupo ambientalista chamado ClientEarth apresentou uma queixa contra a BP por enganar o público com seus anúncios que se concentravam nos produtos energéticos de baixo carbono da BP, quando mais de 96% de seus gastos anuais são em petróleo e gás.

ExxonMobil

A gigante petrolífera ExxonMobil tem uma longa história de danos ambientais. Em 1989, um petroleiro da Exxon derramou 11 milhões de galões de petróleo bruto no Prince William Sound, no Alasca, no que foi o pior derramamento de petróleo da história dos EUA até o derramamento de óleo da Deepwater Horizon em 2010. O derramamento de óleo da Exxon cobriu 1.300 milhas de costa e matou centenas de milhares de aves marinhas, lontras, focas e



baleias. Mais de 30 anos depois, bolsas de petróleo bruto permanecem em alguns locais.

Recentemente, a ExxonMobil foi criticada por publicidade que sugeria que os seus biocombustíveis experimentais de algas poderiam um dia reduzir as emissões dos transportes, embora não tenha uma meta líquida zero em toda a empresa e as suas metas de redução de emissões para 2025 não incluam a grande maioria das emissões resultantes dos seus produtos.

Coca-Cola

No relatório anual mencionado acima pela Break Free From Plastic, a Coca-Cola foi classificada como o poluidor de plástico número 1 do mundo, é o segundo ano consecutivo no topo. Em 2020, a empresa foi criticada quando anunciou que não abandonaria as garrafas de plástico, dizendo que eram populares entre os clientes.

Apesar disso, a empresa está convicta de que está fazendo progressos na luta contra os resíduos de embalagens. "Globalmente, temos o compromisso de recuperar todas as garrafas até 2030, para que nenhuma delas acabe como lixo ou nos oceanos, e o plástico possa ser reciclado em novas garrafas. Garrafas com 100% de plástico reciclado estão agora disponíveis em 18 mercados em todo o mundo, e isso está crescendo continuamente."

Então, em junho de 2021, A organização ambiental Earth Island Institute entrou com uma ação contra a gigante das bebidas por anunciar falsamente que é sustentável e ecologicamente correta, apesar de ser o maior poluidor de plástico do mundo.

Starbucks

Em 2018, A Starbucks lançou uma "tampa sem palha", como parte de sua unidade de sustentabilidade, no entanto, esta tampa continha mais plástico do que a antiga combinação de tampa e palha. A empresa não contestou isso, mas alegou que é feito de polipropileno, um plástico reciclável comumente aceito que "pode ser capturado em infraestruturas De Reciclagem." Os críticos foram rápidos em apontar que apenas 9% do plástico do mundo é reciclado, então a empresa não deve assumir que todas as tampas seriam recicladas. Além disso, os EUA exportam cerca de um terço da sua reciclagem para os países em desenvolvimento, pelo que estão simplesmente a passar a sua responsabilidade para os países mais pobres.

IKEA

A IKEA era considerada um farol de uma grande empresa sustentável antes de junho de 2020, quando o retalhista de móveis estava ligado à exploração ilegal de madeira na Ucrânia. Em um relatório da ONG Earthsight, o esquema de certificação de madeira que a IKEA usa,



Forest Stewardship Council, foi descrito como uma organização que faz lavagem verde da indústria madeireira. A empresa foi acusada de não conseguir capturar e agir de acordo com o fornecimento de madeira de conflito da IKEA.

Além disso, quando a IKEA construiu em 2019, a sua "loja mais sustentável", até agora em Londres, fê-lo em cima de outra loja sustentável que foi demolida após apenas 17 anos de Utilização.

Empresas de Água para Garrafas Plásticas

Uma forma mais sutil de greenwashing pode ser vista em empresas de garrafas de água de plástico como Poland Spring, Evian e Deer Park, que têm todos natureza nos seus rótulos. Isto é ridiculamente irônico, considerando que as garrafas de plástico para água foram concebidas para serem descartáveis e estão a contribuir para a enorme crise dos resíduos de plástico em todo o mundo.

Você também pode gostar de ver: Principais empresas de embalagens de alimentos sustentáveis para apoiar

Grandes Bancos

Nos últimos anos, as grandes instituições financeiras debateram um grande jogo sobre a luta contra as alterações climáticas, mas estes são mais exemplos de empresas que exercem estratégias de lavagem verde. O JP Morgan, o Citibank e o Bank of America lançaram novas oportunidades de "investimento Verde". No entanto, um relatório divulgado no ano passado pela Rainforest Action Network mostrou que os grandes bancos – os mencionados acima, mas também incluindo Wells Fargo, Barclays, Bank Of China, HSBC, Goldman Sachs e Deutsche Bank – ainda estavam emprestando enormes somas às indústrias que mais contribuem para o aquecimento global, como combustíveis fósseis e desmatamentos, enquanto se gabavam de serem os líderes da transição verde.

Lavagem Verde no Setor Energético do Brasil

Petrobrás e Biocombustíveis

A Petrobrás tem promovido seus investimentos em biocombustíveis, como etanol e biodiesel, como parte de seus esforços para ser uma empresa mais sustentável. No entanto, a maior parte de suas operações ainda se concentra na exploração e produção de petróleo e gás, que têm impactos ambientais significativos. Impacto: A promoção de biocombustíveis como uma "solução verde" sem mudanças significativas nas operações principais da Petrobrás exemplifica



a prática de greenwashing. Schwartzman, Stephan et al. "The natural gas gamble: A risk analysis of companies expanding production in Latin America." Environmental Defense Fund, 2017.

Usinas Hidrelétricas na Amazônia

Projetos como a Usina Hidrelétrica de Belo Monte foram promovidos como fontes de energia limpa e renovável. No entanto, essas obras resultaram em desmatamento significativo, deslocamento de comunidades indígenas e locais, e impactos negativos sobre a biodiversidade.

Impacto: Esses projetos mostram como a promoção de energia hidrelétrica como "verde" pode mascarar os impactos ambientais e sociais adversos. Fearnside, Philip M. "Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry." World Development, 2016

Empresas de Energia Eólica e Solar

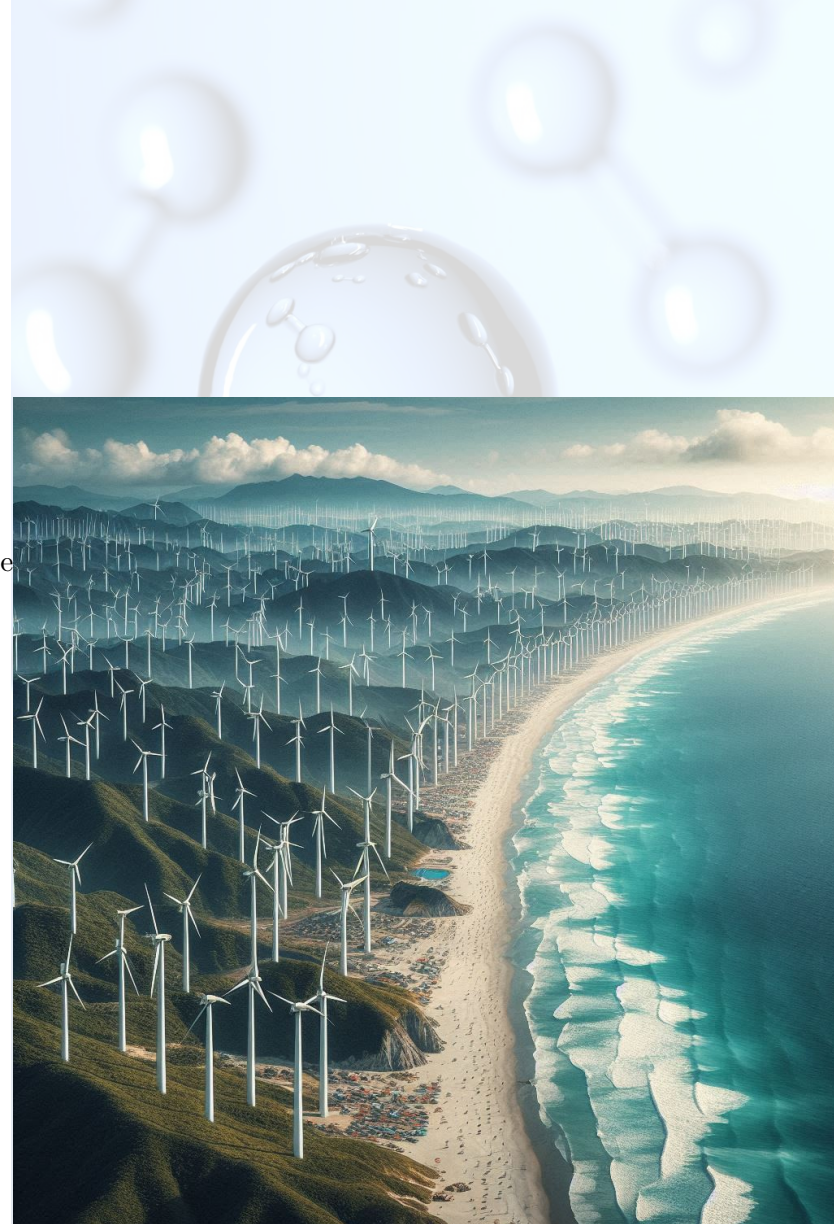
Várias empresas promovem projetos de energia eólica e solar como soluções sustentáveis.

Prática de Lavagem Verde: Algumas vezes, esses projetos resultam em impactos sociais e ambientais negativos, como a construção em áreas de conservação ou a falta de consulta adequada às comunidades locais, mas continuam a ser promovidos como exemplos de sustentabilidade.

Hidrogênio Verde

Breve análise crítica sobre artigo publicado recentemente no jornal [Diário do Nordeste](#). A reportagem parece bem fundamentada (citando a Federação das Indústrias do Estado do Ceará FIEC), mas na realidade ela apresenta pouco entendimento do assunto, e em verdade, ela parece mais uma propaganda empresarial.

A capacidade de geração de energia instalada no Brasil considerando todas as fontes é de 195gW e apenas o Estado do Ceará tem potencial para gerar mais de 900gW, ou seja, teoricamente poderia suprir toda a necessidade de energia elétrica do Brasil, citando Constantino Frate, da FIEC. No momento, todas as instalações solares e eólicas no Ceará estão contribuindo com 2,48gW (também citando [Diário do Nordeste](#). Desde a produção atual de 2,48gW é previsto a produção de 900Gw, um aumento de 36.300%. Imagine, que para cada torre eólica existente nas áreas de praias hoje, a previsão é a instalação de 363 delas. Será possível ainda ver o mar? Será possível ainda acessar as praias (sendo que toda a área litorânea será restrita para empresas eólicas)?



Observar que estamos falando da geração de eletricidade por torres eólicas (e placas solares). Mas o artigo explica que a eletricidade gerada no Ceará, será convertida a hidrogênio verde aparentemente via 33.400 toneladas de hidrogênio por dia! A produção do hidrogênio verde por eletrólise consome pouco mais de 50kW de eletricidade por quilo de hidrogênio produzido.

Hidrogênio é explosivo e extremamente volumoso. Para transportá-lo é preciso comprimir até 700 barr (aprox. 700 atmosferas). Isso consumirá outros 2,5kW por quilo. No momento, as células do hidrogênio mais eficientes que existem conseguem gerar 15kW de eletricidade por quilo de hidrogênio consumido. Uma eficiência de 28%. Então podemos entender as informações do artigo acima em duas formas. Os sistemas de energia eólica previstos vão produzir 900gW que serão convertidos em hidrogênio, significando que somente 252gW serão entregues às redes (ainda é muita energia,... mas bem diferente do que o artigo implica). Ou, para entregar 900gW às redes, depois da conversão à hidrogênio, as eólicas do Ceará deverão produzir 72% a mais de energia, isso implica que será preciso 624 novas torres eólicas para cada uma que existe atualmente! Terá espaço para tantas torres eólicas?

Além da questão do espaço nas áreas litorâneas, é preciso saber se existe suficientes metais e materiais para produzir tantas torres eólicas e sua infraestrutura de suporte (cabos, transformadores, transporte...), e, também para produzir tanta infraestrutura para comprimir e transportar tanto hidrogênio. Lembrar que hidrogênio é bem explosivo e difícil de conter,... uma falha no sistema e teremos uma explosão enorme. Tudo isso tem sentido, ou é simplesmente uma promoção dos empresários que sonham em obter muito lucro?

O artigo acima não explica bem a realidade da situação, e na verdade, ele dá a impressão de um mundo onde a energia será abundante, limpa e renovável. Isso é enganoso, é lavagem verde que pode auxiliar os empresários a negociarem contratos lucrativos com o Estado, mas que não beneficiarão o povo, e mais preocupante, é que na realidade isso não é possível, é uma falácia!

LIST OF BRANDS INVESTING IN ISRAEL



Marcas sendo boicotadas por sua participação do genocídio dos Palestinos

NOTA: Além de suas promoções enganosas e falsas, a maioria dessas empresas estão ativamente financiando ou auxiliando com a economia de Israel para perpetuar um genocídio violento, agressivo, desumano e de barbárie contra o povo Palestino. Por isso, existem campanhas para boicote aos produtos dessas empresas.

Energia Solar

Os seres vivos com maior capacidade de sintetizar energia a partir da luz do sol, e sem gerar resíduos contaminantes, são os vegetais por meio da fotossíntese, pois as folhas das plantas são verdadeiras placas solares. Nós seres humanos não temos como criar energia, pois não existe tal tecnologia. Podemos sim captar energia que existe em uma forma, e convertê-la até uma forma mais útil para nós. A segunda ignifica que cada vez que se faz a transformação de uma forma a outra, se perde muito.

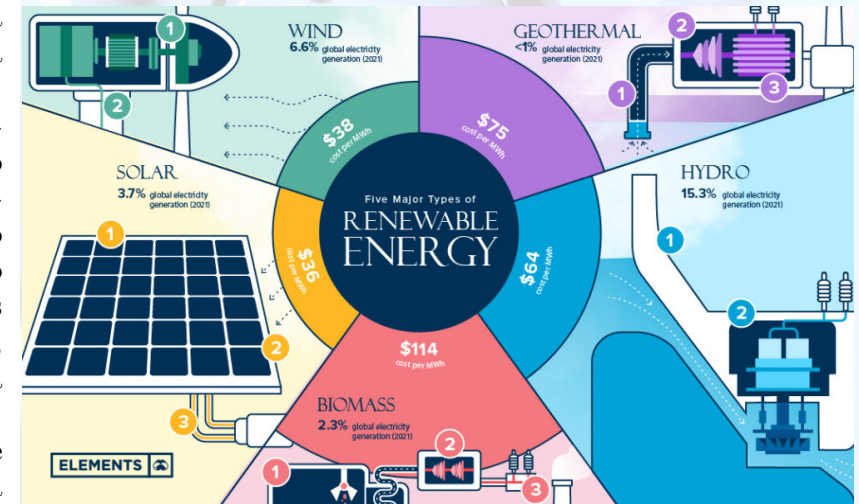
Quase toda a energia disponível na terra vem do sol, diretamente ou indiretamente. Podemos transformar a luz do sol, com uso de placas solares. Podemos transformar o movimento dos ventos (que são gerados pelo sol esquentando a terra). Existe energia gerada por processamento de biomassa (que cresceu a partir da luz do sol). Sabemos que o petróleo e carvão são resultantes da vegetação decomposta há milhares de anos passados (que cresceu pela luz do sol). Mesmo a energia nuclear,...em que se usa materiais radioativos, originalmente criados dentro de uma estrela (como nosso sol). Energia hídrica usa a água elevada por montanhas, por ciclo hídrico que é dirigido pelo calor do sol. A única energia que não provém do sol, é a energia das marés, a qual é gerada pela força gravitacional entre a Terra e a Lua.

Aqui em nossos estudos consideraremos a energia da luz do sol. Energia solar é um tipo de produção de energia que tem por base os raios solares, que existe em abundância na natureza e que não gera resíduos e nem emissões de gases de efeito estufa. Existem tipos diferentes de energia solar considerando o método usado para geração da energia solar, sendo: Fotovoltaica uso de placas solares para gerar eletricidade; Térmica uso de água ou óleo como fonte de calor; heliotérmica concentra os raios solares para gerar energia.

É importante destacar que dentre os diferentes tipos de energia renovável além da questão de tecnologia é preciso considerar a disponibilidade dos materiais e metais raros necessários, principalmente, para a fabricação e funcionamento de baterias usadas nesses sistemas. A disponibilidade desses metais na natureza constam de um desafio, um verdadeiro gargalo no desenvolvimento de tecnologias de energias renováveis.

É preciso estudar as várias formas de captar energia, e que sejam limpas e renováveis. As limitações dos metais raros significa que é preciso mais pesquisas que permitam o reaproveitamento desses metais existentes em outros materiais. Por exemplo, pesquisas na China estão desenvolvendo baterias baseadas em sódio (bem comum) e não em lítio (raro) as baterias de sódio não são tão eficientes ou têm vida útil como as de lítio, mas existe o material para sua produção!

No futuro, regiões diferentes aproveitarão combinações diferentes para geração de energia. Não serão sistemas centralizados e padronizados, mas vários sistemas complementando um ao



outro.

Continuando a Estudar

Uma placa fotovoltaica, também conhecida como painel solar fotovoltaico, converte a luz solar diretamente em eletricidade usando o efeito fotovoltaico. Aqui está um resumo de como funciona esse processo:

Materiais semicondutores: A placa fotovoltaica é feita de materiais semicondutores, geralmente de silício cristalino. O silício tem propriedades que o tornam ideal para esse fim, pois pode formar uma estrutura cristalina que facilita a geração de corrente elétrica quando exposto à luz.

Efeito fotovoltaico: Quando a luz solar incide na placa, fótons (partículas de luz) transferem sua energia para os elétrons no material semicondutor. Esse processo de absorção de fótons pelos elétrons libera esses elétrons, permitindo que eles se movam livremente dentro do material.

Criação de campo elétrico: Dentro da estrutura da placa fotovoltaica, há camadas de material semicondutor com cargas elétricas opostas. Isso cria um campo elétrico interno que orienta os elétrons liberados para se moverem em uma direção preferencial.

Geração de corrente contínua (CC): Os elétrons, ao se moverem devido ao campo elétrico interno, formam uma corrente elétrica contínua dentro do material semicondutor da placa. Esta corrente é chamada de corrente contínua (CC).

Conexão em circuitos elétricos: A corrente contínua gerada pelas células individuais da placa é coletada por fios condutores metálicos e conectada a um circuito elétrico. Várias placas fotovoltaicas podem ser conectadas em série e/ou paralelo para aumentar a quantidade de eletricidade gerada, formando um painel solar.

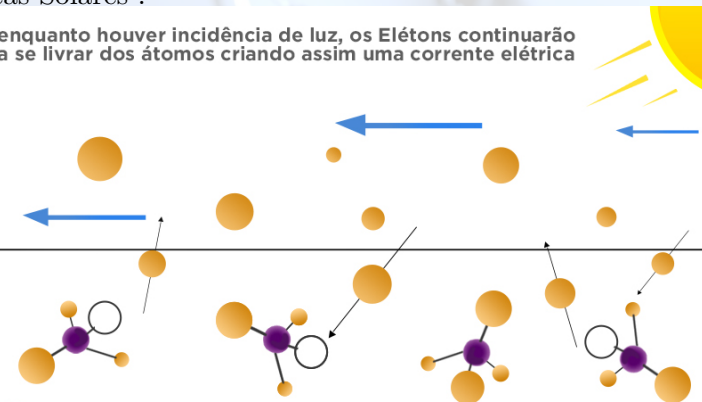
Inversão para corrente alternada (CA): A eletricidade gerada pela placa fotovoltaica é inicialmente em corrente contínua (CC). Para ser utilizada em residências e na maioria dos dispositivos elétricos, ela precisa ser convertida em corrente alternada (CA) por meio de um dispositivo chamado inversor. Este conversor transforma a corrente contínua em corrente alternada, que é a forma padrão de eletricidade usada em redes elétricas e na maioria dos aparelhos.

Quando instalamos um sistema solar, em essência temos duas opções. Um sistema isolado, ou um sistema ligado à rede pública.



Placas Solares .

enquanto houver incidência de luz, os Elétrons continuarão a se livrar dos átomos criando assim uma corrente elétrica



solár

Efeito Fotovoltaico

Sistema Solar Isolado

Nesse tipo de sistema as placas solares são conectadas em baterias de energia (não baterias de um carro ou caminhão). É preciso um aparelho para cuidar que os sistema não tentem recarregar a bateria quando ela estiver cheia (recarregando uma bateria cheia pode gerar gás hidrogênio, que é bem explosivo). As placas carregam a bateria durante o dia. Nota que a carga na bateria é na forma de Corrente Contínua (CC). Durante a noite usamos a carga da bateria para energizar os aparelhos. Mas a maioria dos aparelhos são do tipo de Corrente Alternada (CA). Então, é preciso um "inversor" para converter CC a CA para funcionamento de máquinas e aparelhos eletrodomésticos.

Nota: muitos aparelhos, especialmente eletrônicos, funcionam com Corrente Contínua, por isso, é preciso recarregadores que na verdade são inversores pequenos. Quando começar a conversão em geral de energias renováveis, esses aparelhos serão recarregados diretamente em baterias do sistema (agora precisa inverter CC em CA, porque os recarregadores convertem CE por CC).

Nota 1 - as partes mais caras desse sistema são as baterias e os inversores.

Nota 2 - além de ser cara, as baterias têm uma vida útil limitada, esse é um dos gargalos principais do sistema, as baterias.

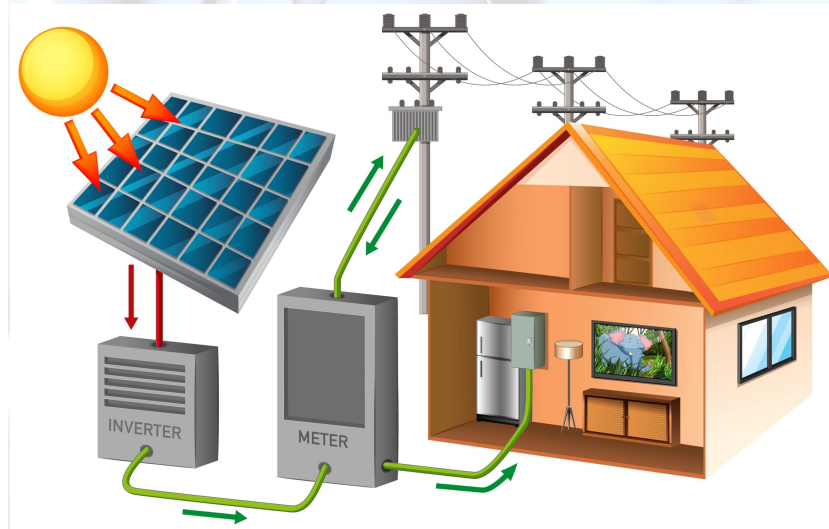
Nota 3 - uma máquina do tipo lavadora de roupa ou uma moto-serra consome muita energia no início do funcionamento, isso só por uma parte de um segundo,...e depois consome menos. O inversor precisa ter capacidade para responder a este pico inicial. Tanto máquinas lavadoras como moto-serras têm pico inicial alto, e por isso, os inversores são caros.

Sistema Solar Ligado à Rede Pública

Além de armazenar a energia da placa durante o dia em uma bateria local, existe a possibilidade de passar a energia para a rede pública. Quando as placas estiverem produzindo energia, o relógio vai girar para trás. A noite, quando ocorrer o consumo de energia, o relógio vai girar para frente. Estamos usando a rede pública para gerar crédito durante o dia e débito a noite. Isso elimina as partes caras, as baterias e os inversores. Mas, isso também significa que quando ocorrer um apagão no bairro, não há garantia de ter energia mesmo tendo crédito com a rede pública.

Sistema Híbrido

Podemos pensar em um sistema híbrido. Um sistema com bastante placas solares alimentando uma bateria pequena, e o excedente (quando a bateria estiver cheia) ser direcionado para



Sistemas Solares .



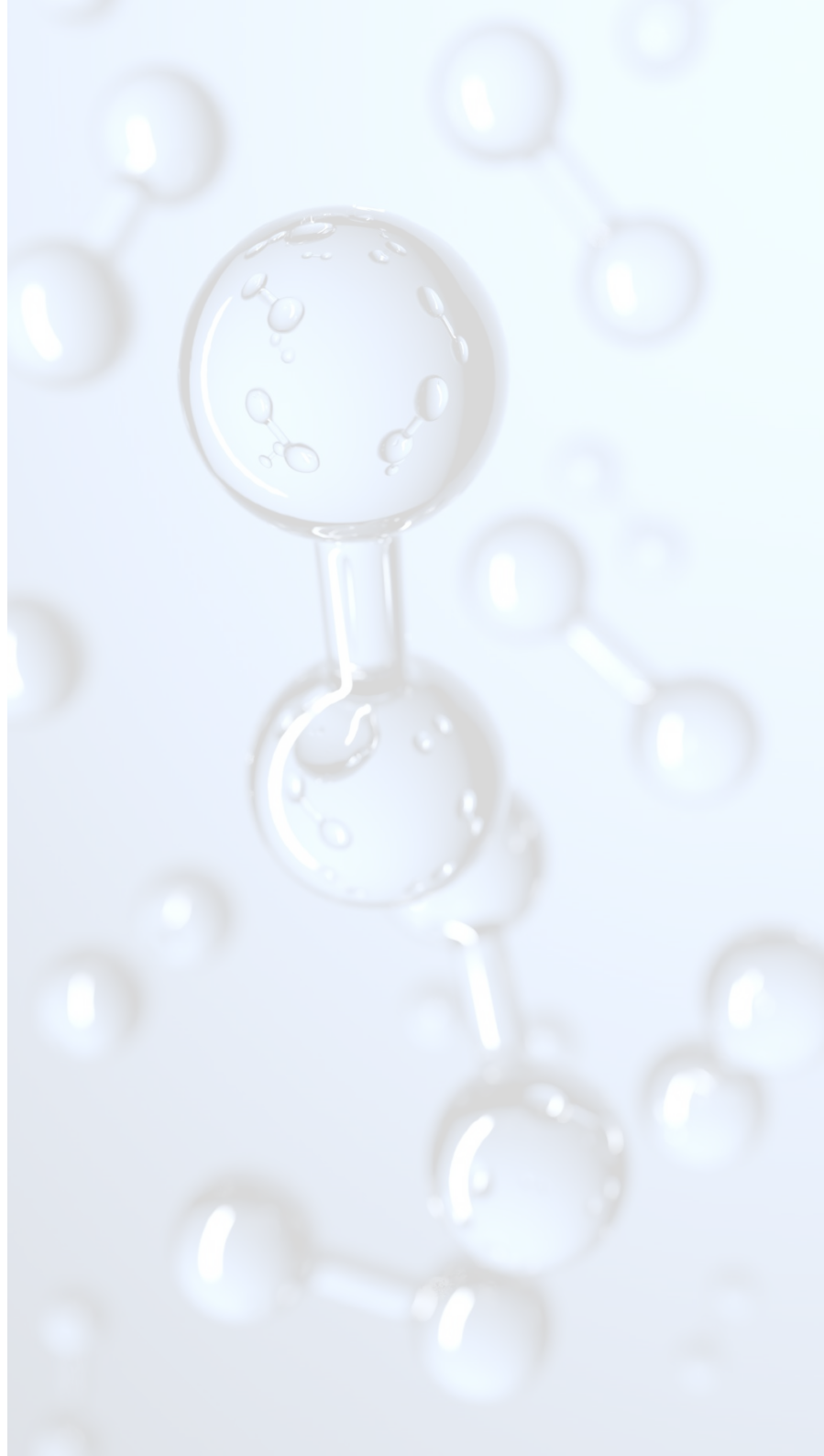
Escola Solar

a rede pública. No momento de um apagão, a bateria tem como manter os serviços essenciais e emergenciais.

Implicações para a Transição Verde

Nesse caso, tem sentido que o governo subsidie a instalação de placas solares para casas individuais. Isso será um sistema bem eficiente, considerando que a rede de fios já existem. A demanda por eletricidade é maior durante o dia, mas também é preciso consumir uma parte a noite,... quando não ocorre a geração de energia! Se nossa sociedade vai evitar energia fóssil (ou quando não tiver mais petróleo) como vamos armazenar tanta energia para consumo a noite? em baterias? Ai voltaremos ao problema da falta de metais (uma grande parte do consumo dos metais, para circulações de 30% do carros elétricos na Europa, foi exatamente para armazenar a energia). Armazenando a energia, esse é o gargalo desses sistemas. Isso é onde o Hidrogênio pode ser uma ferramenta útil. Ou podemos pensar na amônia feita a partir do hidrogênio. Existem outras opções para armazenar energia, mas cada uma delas têm dificuldades técnicas, tipo armazenar água em áreas de altitude (em regiões montanhosas), volantes grandes? sais minerais?

Como vamos armazenar a energia para usar quando for preciso? Ou será possível modificar nossos hábitos e nos tornarmos bem mais sedentários à noite e só ficarmos ativos durante o dia? Iluminação, comunicações, laptops e TVs não consomem tanto energia. Para gerar suficiente armazenamento, pode ser que o uso de máquinas de qualquer tipo deverá ser proibido quando não tiver sol!



Energia Eólica

Energia eólica é uma fonte renovável porque é obtida através da captação do vento por meio de grandes turbinas que são ligadas a geradores que transformam a energia do vento em eletricidade, é um sistema em escala maior mas a função é semelhante aos moinhos de cata-vento que são sistemas simples e muito usados na antiguidade.

Especialmente em áreas litorâneas como nas praias do Ceará, a geração da energia por vento é eficiente e economicamente lucrativa. Isso é por causa as brisas do mar que são frequentes, consistentes e não tão fortes. Como experienciamos em Fortaleza. Essa é a condição ideal para instalar torres eólicas para gerar energia elétrica durante o dia (a brisa para no período noturno). Em áreas do mundo que têm dessas brisas do mar, a energia eólica é e será uma fonte importante de energia do futuro. A ONU/Organização das Nações Unidas, classifica a energia eólica como energia limpa e pode incentivar a economia verde.

Embora a energia eólica seja considerada uma das fontes mais limpas, é preciso considerar os impactos socioambientais e econômicos negativos com a implantação dos parques nas comunidades locais. Os impactos podem ser diretos com desequilíbrios ambientais pela modificação das paisagens com desmatamentos, perda de biodiversidade, prejuízos à fauna local, principalmente pássaros e mamíferos noturnos. Em alguns locais ocorre a perda de patrimônio arqueológicos, mudança nos costumes e tradições e modo de vida das comunidades locais. Impacto na saúde e bem estar das pessoas devido principalmente ao ruído das torres, e conflitos de terras, dentre outros. Indiretamente os impactos negativos relativos a produção das torres (turbinas, hélices), resíduos dessa produção, além da questão dos impactos com transporte desses materiais.

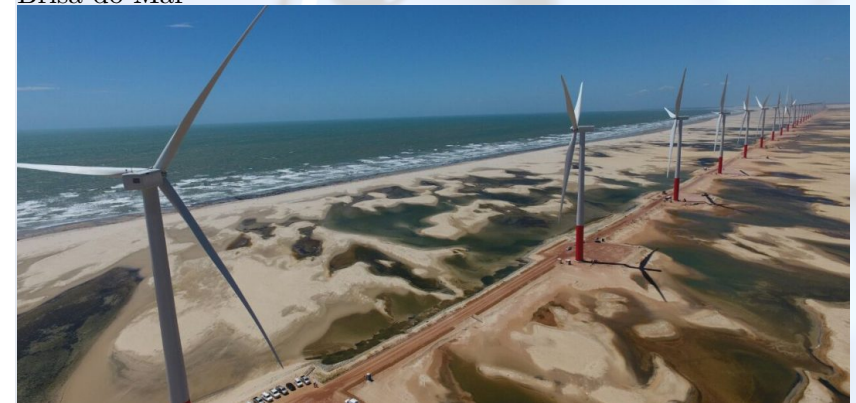
Continuando a Estudar

Com o movimento do sol, algumas áreas da terra começam a esquentar, isso porque as superfícies são mais escuras (pela cor da terra ou do verde da vegetação). O ar perto da superfície esquenta e começa a subir pelo processo de convecção. O ar subindo puxa o ar frio (que é mais denso e mais pesado) desde o mar, porque o sol não tem como esquentar o mar tão rápido como na superfície da terra. Isso gera uma brisa a partir do mar até a terra. Esta brisa sempre vem do mar na direção do interior do continente. Quando o sol se põe, a brisa pára. Estas brisas normalmente são mais ou menos consistentes e não tão fortes e nem variáveis. São condições ideais para cataventos gerarem energia eólica.

Os cataventos não conseguem aproveitar ventos fortes e nem muito variáveis. Em ventos fortes é essencial que as asas/hélices dos cataventos virem fora da direção do vento. Caso isso não aconteça, as asas/hélices podem girar tão rápido que as forças centrífugas podem quebrar



Brisa do Mar



Torres Eólicas em Ceará

as asas/hélices do catavento. Por isso brisas leves e consistentes são ideais para geração desse tipo de energia. No Ceará estamos acostumados a ver áreas litorâneas cheias com torres eólicas enormes. Aqui, essas torres estão gerando **quase metade** da eletricidade gerada para o estado.

Também estamos começando a observar a presença de pequenas torres eólicas como sistemas para edificações como prédios nas áreas litorâneas.

Geradores eólicos de escala menor existem há muito tempo, como por exemplo os usados em barcos.

Nesse momento é importante lembrar que o uso da energia do vento foi descoberta e tem sido aproveitada desde muito tempo no passado, como por exemplo, os veleiros que levaram os primeiros exploradores ao Brasil. Também como os cataventos que bombeiam a água do mar e que permite que a Holanda exista, ou os cataventos de moinhos de trigo existentes no Irã por milhares de anos.

Geração de Energia no Futuro

Estamos acostumados com as torres eólicas com enormes asas/hélices. Mas outras formas e designs estão sendo desenvolvidas. Designs que geram energia com eficiência sem ocupar tanto volume de espaço.

Ainda muito desses novos designs estão sendo mostrados em pequena escala, o que levará a algumas discussões relevantes. Somente as grandes empresas têm condições para montar esses sistemas de torres eólicas enormes? E, é claro que eles lucram muito por isso. O resultado é que nossa sociedade está sendo controlada ou no mínimo manipulada por interesses comerciais. O que pode não ser a melhor forma de manejar a energia do futuro.

É interessante examinar por que a sociedade não está promovendo o desenvolvimento de geradores eólicos de pequeno porte, e promovido que cada casa ou prédio possa gerar sua própria energia? Como no caso das placas solares, esses geradores podem ser off grid (só abastecendo o dono) ou on grid (gerando energia para a rede pública).

Armazenando Energia

Como as placas solares, os geradores eólicos geram energia em forma de Corrente Contínua (CC) podendo ser utilizada diretamente, mas só pode ser armazenada em baterias ou outras formas como o hidrogênio ou amônia. O armazenamento da energia é o gargalo principal do futuro.

Existe a possibilidade de uso de geradores eólicos caseiros. Diferentes das placas solares, a tecnologia por trás dos geradores eólicos é bem simples e qualquer pessoa com in-



Turbinas Eólicas para Prédios

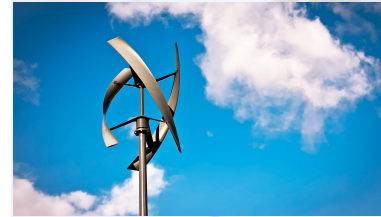


Gerador Eólico para barcos

teresse em aprender e com ferramentas básicas pode criar seu próprio gerador eólico. .



Energia Eólica Tradicional



Energia Nuclear

Pode parecer bem estranho que em uma discussão a respeito de transição verde tenha a proposta de estudar a energia nuclear.

Como estudamos anteriormente, somente energias solares e eólicas não permitirão a continuidade e nem a estabilidade da energia na rede pública. Em regiões com muita água, a energia hídrica pode gerar suficiente energia de quantidade e qualidade para o sistema funcionar. Mas, lembrar que estamos sob efeitos das mudanças climáticas e não temos como ter certeza de que os padrões normais de chuva continuarão.

As forma de armazenamento de energia (hidrogênio, água elevada, volantes, baterias, etc...) não têm capacidade de balancear a rede. Nesse caso, a energia nuclear pode ser uma opção útil.

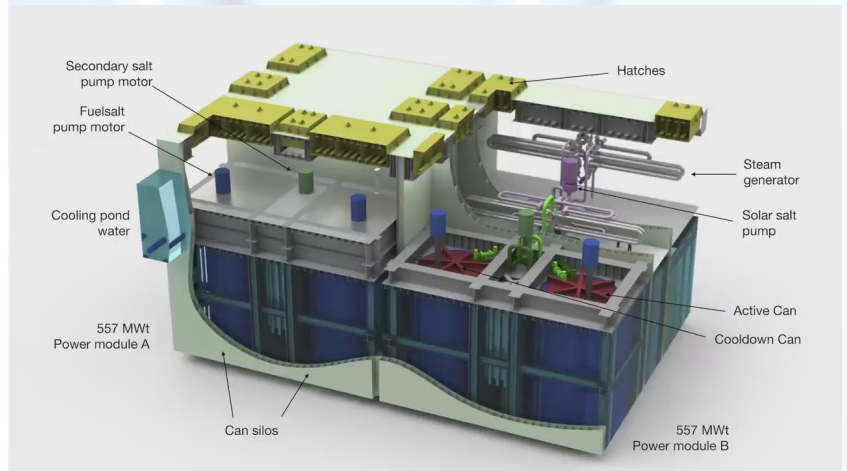
Claro que aqui não estamos falando das monstruosidades desenvolvidas no século passado, em que se usava enormes volumes de urânio, água e, ao final, a geração de toneladas de material radioativo perigoso que deve ser armazenado por mais de 10000 anos.

Alguns países como China e Suécia, por exemplo, estão desenvolvendo um tipo de reator pequeno (cabe em um container de transporte) baseado no uso dos sais líquidos de tório. Eles usam quilos de tório disponíveis em depósitos de áreas que originalmente não foram radioativas. Depois de uso no reator, sairá pouca quantidade de material radioativo (alguns quilos), do tipo de material utilizado em hospitais para terapias radioativas. Ou que deve ser armazenado por 300 anos!

Um reator do tamanho de um container pode abastecer uma cidade pequena com energia por algumas décadas. Esse tipo de tecnologia nuclear auxiliará muito na transição para uma economia não carbônica. Na verdade, será difícil ver como regiões sem muita água poderão fazer a transição para uma economia não carbônica, sem o uso desse tipo de tecnologia.

Nota: Nestas aulas estamos buscando estudar os dados e as possibilidades reais, e não somente falar em "Inovação", ou, sobre desenvolvimentos de novas tecnologias limpas, de baixo custo, eficientes, e, explorar o universo...". Podemos esperar por isso, mas precisamos estudar e planejar com o que temos agora e com o que sabemos agora.

Foro da Energia do Torio



Funcionando na China

Energia de Biomassa

Quando falamos de biomassa estamos falando de matéria orgânica gerada por plantas por meio do processo da fotossíntese. Além de captar a luz do sol, as plantas têm a habilidade de gerar matéria orgânica. Sabemos a fórmula do processo que acontece, mas ainda não entendemos como as plantas fazem este processo. Parece que elas sabem usar a física quântica.

Em quais formas podemos usar a biomassa para gerar energia?

Antes de considerarmos quais tecnologias podemos usar é preciso um olhar cuidadoso acerca desse tipo de energia. Por exemplo, ao final da década de 2000, os EUA começaram a produzir álcool a partir da produção de milho, com subsídio do governo aos produtores para esse fim. Os preços internacionais do milho aumentaram, e muitas pessoas começaram a passar fome. No norte da África ocorreram protestos, e, até ocorreram as revoluções hoje reconhecidas como "Primavera Árabe".

Então, é preciso cuidado com relação à pressão sobre áreas de solo para produção de energia e não forçar outras pessoas à pobreza e miséria. A geração de alimentos para a população deve ser sempre o primeiro e prioridade ao uso da terra, e não a geração de energia para as elites! (Na primeira imagem, mostrada ao lado, é explicado que o milho que vai alimentar uma pessoa por um ano, só produz 22 litros de etanol).

É claro que não podemos promover desflorestamentos e até desertificação em nome de gerar energia para os países mais desenvolvidos!

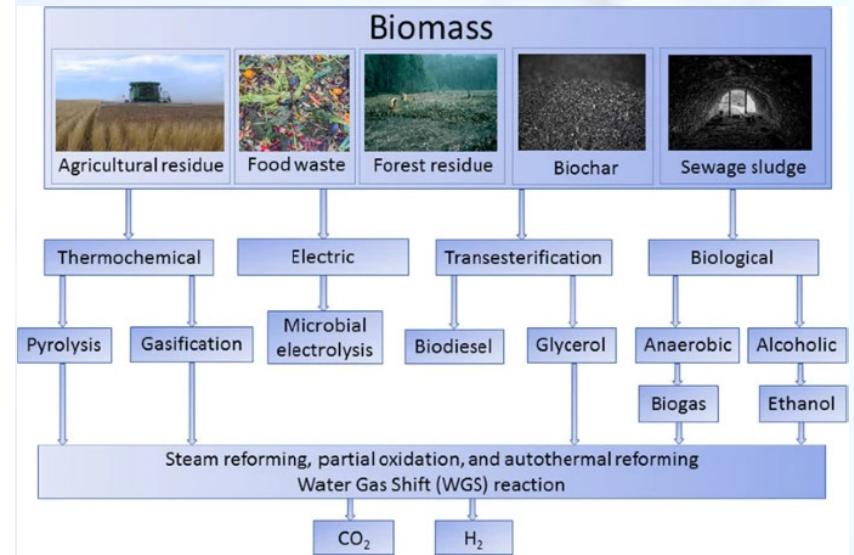
Continuando a Estudar

Queima de Lenha

Essa é a tecnologia mais simples e mais antiga. Nossos ancestrais usavam o fogo desde o início. E, enquanto espécie, passamos milhões de anos usando as fogueiras para rituais, seja, sentando em volta de uma fogueira nas noites e contando histórias, ensinando as crianças, tomando decisões, fazendo negociações ou simplesmente para se aquecer ou acompanhar um ao outro.

Ainda tem uma grande parte do povo no mundo, cozinhando com lenha, se protegendo do frio com uso de lenha, e até iluminando suas casas com lenha.

Uma variação nesta prática é a produção de pallets de madeira. Especialmente na Europa, considerar a produção de pallets de madeira, que depois são queimados para produzir eletricidade como uma forma de energia renovável. Mas estudos recentes questionam se esta prática é realmente renovável. No momento tem empresas cortando áreas enormes de florestas nos EUA, e usando muita energia (diesel) para transformar a madeira até pallets, e depois transportando



As formas de Produzir Hidrogênio a partir de Biomassa

FOOD OR FUEL?

Nearly a billion people will go hungry tonight, yet this year the U.S. will turn nearly 5 billion bushels of corn into ethanol. That's enough food to feed 412 million people for an entire year.

8 BUSHELS OF CORN = 21.6 GALLONS OF ETHANOL FUEL OR ENOUGH FOOD TO FEED A PERSON FOR A WHOLE YEAR

DOING THE MATH.
5 billion bushels / 8 bushels of corn enough calories to feed a person for a year – sufficient calories to support 0.25 million people, minus essential to account for distiller's grain (DDG) = 412 million
8 bushels of corn (feeds a person for a year) X 27 gallons of ethanol per bushel = 21.6 gallons of ethanol per bushel

SOURCES
450 pounds of corn supplies enough calories for one person for a year <http://www.forgoatfirst.com/articles/2009/06/and-berghem-see-us/how-bushels-could-stave-the-poor>
About 5 billion bushels of U.S. corn production is slated for ethanol production (<http://www.usda.gov/local/commodity/wasde/ethst.pdf>)
One bushel of corn produces 2.7 gallons of ethanol (Purdue Extension, "How Fuel Ethanol is Made From Corn." <http://www.extension.purdue.edu/extmedia/ID/ID-328.pdf>)

Alimentos ou Energia

os para a Europa (por navio, mais GEEs) para serem queimados em um tipo de termoelétrica. Internacionalmente, as emissões dos GEEs são computados nos EUA, então, a Alemanha pode declarar que a geração de eletricidade de uma determinada usina é limpa. Mas na realidade isso tem pouco a ver com a complicação da burocracia internacional. Estudos mostram que após o corte de áreas enormes elas serão replantadas. Mas que isso pode demorar 50 até 120 anos para as árvores recapturarem o volume dos GEEs emitidos originalmente. Nesse prazo longo, o sistema é net zero por carbono. Mas, na prática está gerando GEE que vão contribuir com as mudanças climáticas por muitas décadas. Isso não tem sentido considerando a realidade de hoje. Ref

Queima de Lenha por Pirólise

Pirólise é o processo de queima de lenha (qualquer fonte boa de carbono) com quase zero oxigênio. Pensar no processo de uma carvoaria. Quando o material do carbono queima dessa forma, o resultado é gás hidrogênio, gás monóxido de carbono, carvão vegetal, e claro, calor. Pode se aproveitar o calor, o hidrogênio e o carvão. Durante a segunda guerra mundial, muitos países passaram por escassez doméstica de petróleo porque todo o petróleo foi para uso na guerra. Muitos tratores, caminhões e até carros (com motor diesel) foram modificados para rodar com lenha. Na verdade, eles foram rodando por hidrogênio gerado pelo processo de pirólise. Em português, esta tecnologia se chama gasogênio.

Em condições normais, metade do carbono sai para a atmosfera como gás monóxido e metade vira carvão vegetal, e, é excelente aditivo para o solo. E, no solo fica muito estável. Então, é possível gerar calor (energia) ou hidrogênio e sequestrar metade do carbono no solo, melhorando a produção agrícola e auxiliando a diminuir um pouco as mudanças climáticas!

Biogás

Biogás é o processamento de material orgânico (até estrume) em ambiente anaeróbico (sem oxigênio). Um dos principais produtos é gás metano que será armazenado e usado como gás de cozinha ou onde precisar gerar calor. O biodigestor também produz um líquido que é um bom fertilizante para hortas ou SAFs/Sistemas Agroflorestais. Também, gerará um pouco de lodo no fundo do tanque que também é fertilizante.

Biodigestor é uma tecnologia bastante simples e existe milhões deles funcionando em países como a Índia.



Biodigestor Indiano .



Alambique de Álcool

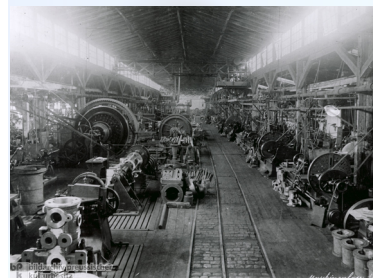
Fermentação e Destilação

Outra tecnologia antiga que pode ser renovada em grande escala é a produção de álcool além da fermentação e depois destilação. Esta tecnologia foi bem aproveitada na época da proibição de álcool nos EUA, e, com certeza, existem pessoas que entendem como usar esse processo para fazer álcool.

Óleos Vegetais

Lembrar que o motor diesel foi inventado por Rudolf Diesel para rodar veículos com óleo vegetal. Depois o Standard Oil (Rockefeller) comprou a patente e fez algumas modificações simples que permitiram que o motor rodasse com óleo petróleo, e que hoje é reconhecido como óleo diesel, porque é utilizado em um motor diesel. Prensando e usando o óleo vegetal direto em motores estilo diesel ainda é uma opção viável, e, de novo, será reintroduzido no futuro. Mesmo, que isso não seja uma energia tão limpa.

Uma fonte interessante de óleo para esses motores é a reutilização de óleo de cozinha. Restaurantes que usam óleo pra fazer muita fritura (tipo pastel), produzem muito óleo que não pode ser reutilizado na cozinha porque de tempos em tempos devem ser trocados. O reúso desse tipo de óleo é simples, basta filtrar para retirada dos pedaços de alimentos e esse óleo pode ser usado para rodar um motor diesel.



Energia Hídrica

Energia hídrica é o tipo de energia obtida a partir da força da água que passa por turbinas que normalmente sob pressão geram energia elétrica. É uma forma de energia bem eficiente, barata, renovável e limpa. No entanto, em grande escala, causa grandes impactos ambientais e sociais e com custos altos. Sistemas de pequena escala, as micro hidro são mais eficientes e causam menos impacto negativos.

Claro que a restrição principal aqui é que precisamos de uma fonte contínua de água e que esta esteja sob pressão. Este é o tipo de energia mais eficiente em áreas montanhosas e em climas úmidos. Ele não é eficiente em áreas semiáridas, mas vale incluir o estudo deste tipo de energia, pois no Brasil 67% da energia gerada no país é de usinas hidrelétricas.

Continuando a Estudar

Enfatizamos que o tipo de energia hídrica, é uma forma aplicável em regiões com bons padrões de chuva, rios e áreas com relevo. Então, ela não será tão eficiente no nordeste do Brasil. Também, esses sistemas podem ser bem sensíveis às questões de mudanças climáticas. A represa de Itaipú (Paraguai/Brasil) custa \$18 bilhões e levou 18 anos para ser construída, é um mega projeto que pode falhar devido às mudanças climáticas considerando que o rio paraguai começou a passar por períodos de seca.

Mas, quando as chuvas continuam esses sistemas são bem eficientes e têm produção contínua, por isso, evitam o gargalo do armazenamento. De forma prática constam de bons sistemas.

Nota: Normalmente a geração de energia por meio de sistemas hídricos são considerados como sistemas renováveis e limpos. Obviamente a água que flui para as turbinas geram baixa emissão de gás carbônico, não contribuindo com a questão das mudanças climáticas. Mas, para a instalação do lago e represa ela não é tão limpa, principalmente, as grandes barragens que inundam grandes áreas com perda de milhões de árvores e outros organismos com grande perda da biodiversidade local, além de grandes hectares de solo. O carbono nas árvores e no solo lentamente vai sendo solto e liberado para a atmosfera, normalmente na forma de gás carbônico, um GEE/Gás de Efeito Estufa. Uma barragem grande pode continuar liberando carbono por décadas após sua construção. E somente quando todo esse carbono for liberado é que se poderá dizer que a energia gerada por essas grandes usinas é limpa!

Sistemas de Micro-Hidro

Este tipo de energia é mais eficiente em pequena escala para atender comunidades e famílias, onde elas mesmas podem fazer a instalação sem gerar grandes impactos negativos,



Segunda maior Represa Hídrica do Mundo, China



Represa de Itaipú, no Rio Paraná, entre Brasil e Paraguai

um bom exemplo são os sistemas de micro-hidro.

A turbina Pelton (forma dos copos da turbina) é bem eficiente em locais onde tem menos água, mas exige mais pressão. Em áreas com mais declividade, é possível instalar uma barragem pequena para alimentar um tubo de 100mm. Isso cai 10 ou mais metros para gerar uma boa pressão. Na turbina a água passa por bicos finos criando um jato de água que rodará a turbina e girará o gerador. Simples, eficiente e produz energia 24 horas por dia, quando tem água. Claro que o gerador produz eletricidade por Corrente Contínua, o que significa que o sistema deve ser acompanhado com baterias, protetor das baterias e um inversor.

Na última imagem apresentada aqui, é mostrado outra possibilidade para locais com menos declividade, mas é preciso um volume maior de água para virar uma roda maior que, de novo, é ligada a um gerador.

Armazenando Energia

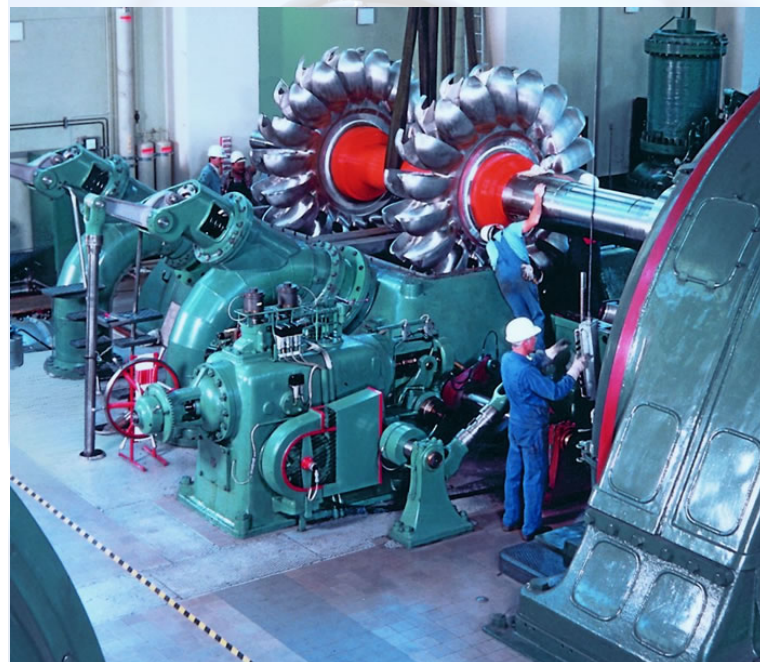
Além da geração de energia devido a presença de bastante chuva, esse sistema tem outra aplicação.

Como falado algumas vezes, o armazenamento é um gargalo para alguns sistemas de energia, especialmente, devido ao consumo de metais raros. Mas, é possível usar a energia produzida em excesso durante o dia por placas solares, por exemplo, para bombear água por uma barragem mais alta. E, durante a noite, liberar a água e gerar energia por uma turbina.

Claro que é preciso lugares com as condições adequadas para instalar uma grande barragem, além de considerar os impactos principalmente socioambientais (em escala comercial todos os lugares bons para instalar represas, têm represas instaladas). Isso pode limitar a contribuição dessa tecnologia para a Transição Verde.

E, sempre lembramos, que a segunda /hyperrefLei da TermodinamicaLei da termodinâmica explica que cada vez que a energia é transformada, há muita perda de energia. Bombear a água acima, ocorre a perda de parte do valor energético na água. Quando ela volta e vira as turbinas, perde energia novamente. Mas, deve ter lugares e aplicações onde isso será eficiente e apropriado.

Esse vídeo mostra outra forma de direcionar a água para uma turbina simples. Isso será bem útil para situações domésticas em áreas com menos declividade do terreno, mas com suficiente água fluindo em um rio ou riacho.



Turbina Pelton Comercial, com exposição de Roda Pelton .



Outras Energias

As principais fontes de energia renováveis são solar, eólica, hídrica, biomassa e nuclear(?). Aqui vamos mencionar outras fontes de energia que são tidas como renováveis, mas que não são tão comuns porque elas dependem de condições e ambientes específicos.

Também é importante considerar que existem formas de energia que podem ser implantadas e utilizadas em escala menor, doméstica.

Continuando a Estudar

Energia das Marés

A energia das marés é um tipo de energia limpa e renovável, gerada a partir da mudança das marés, o fluxo e refluxo gerado pela atração gravitacional da lua, sol e a terra. Esse tipo de energia pode ser desenvolvido e usado em algumas áreas litorâneas específicas, onde o movimento dos mares gera um grande movimento das águas, sendo possível aproveitar esse movimento para girar turbinas e gerar energia e eletricidade.

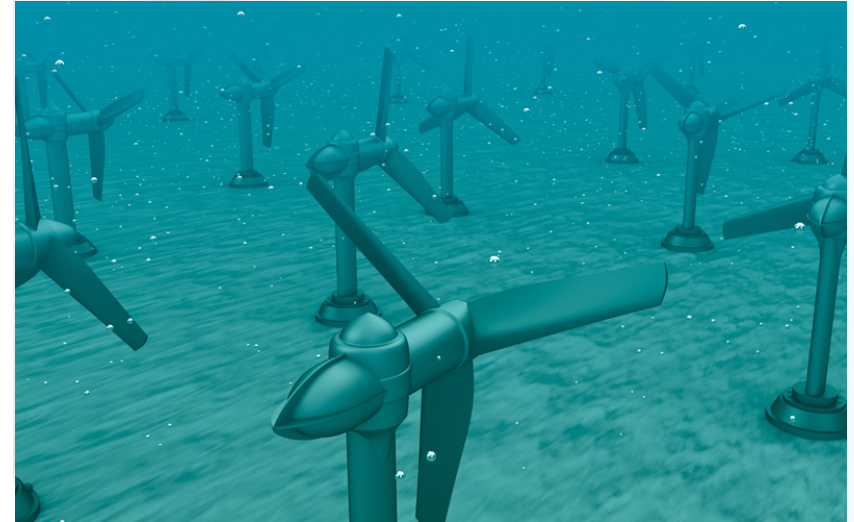
Às vezes, são construídas barreiras que forçam a água passar por turbinas. Atualmente, existem diferentes versões, uma delas é simplesmente fixar uma turbina no fundo do mar. O uso desse tipo de energia não é novo, remonta o século VII, onde era usada em moinhos, no mar norte e outras áreas da Europa. Recentemente ela tem sido usada, no entanto, há desafios quanto a tecnologia, implantação em grande escala devido aos altos custos, além de impactos ambientais negativos que podem afetar o habitat e mudanças no comportamento da vida marinha, dentre outros.

Energia das Ondas

Além do movimento das marés entrando e saindo de uma baía, por exemplo, existem aplicações onde é aproveitado a energia gerada pelo movimento das ondas, os quais podem gerar eletricidade.

Energia Geotermal

Energia geotérmica é o tipo de energia renovável gerada a partir do calor produzido no interior da terra, gerando vapores que permitem a geração de energia além do calor desses fenômenos geológicos naturais. Há lugares como a Groenlândia ou Califórnia, onde existem os spas termais, eles aproveitam a água aquecida das fontes termais, que são formadas no interior da terra. Tem também os gêiseres que jorram água quente e vapor a partir do interior da terra. O princípio é simplesmente usar a água quente para gerar vapor e este girar uma turbina. Após passar pela turbina, a água se esfria e é devolvida ao ambiente. Este é um



Usando Movimento das Ondas

tipo de energia é renovável e limpa, no entanto, sua implementação em grande escala é muito onerosa. Embora exista fontes termiais no Brasil estas não têm potencial para uso como fonte de energia renovável, em grande escala.

Energia Térmica Solar

Até o momento estudamos brevemente a energia solar. Ela capta a radiação solar por meio de painéis fotovoltaicos para gerar eletricidade, é uma forma de energia limpa e renovável. Também podemos aproveitar o calor gerado pelos raios solares para gerar vapor e gerar eletricidade, ou podemos simplesmente usar o calor enquanto calor. Existem vários usos da energia (elétrica) para gerar calor, como caminhar, secar roupas, cozinhar, esquentar casas ou prédios.

Grandes projetos podem ser feitos onde existem grandes coleções de espelhos que refletem e concentram a luz do sol para gerar temperaturas bem altas, as quais podem gerar vapor e isso girar turbinas para gerar eletricidade.

Outra variação é montar uma série de estufas conectadas por uma chaminé bem grande. As estufas esquentam o ar, o qual é coletado e sobe pela chaminé. O movimento do ar, gira uma turbina que gera eletricidade.

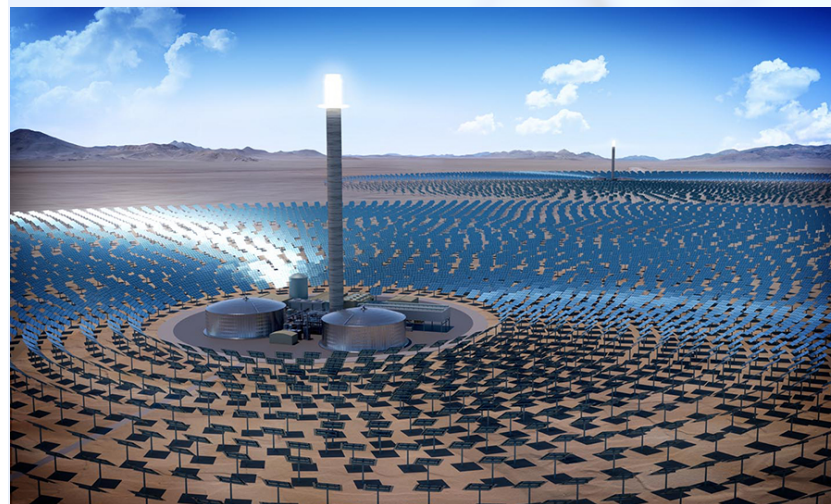
Fermentação Sintética

Esse é um novo desenvolvimento e bem tecnológico e que inclui a manipulação genética de microrganismos como bactérias e leveduras. Ainda é um sistema bem novo e está na fase essencialmente experimental, a Fermentação Sintética.

Energia Doméstica

A maioria das fontes de energia apresentadas são de grande escala e dependem de grandes investimentos empresariais. Ao mesmo tempo, podemos estudar formas de gerar ou aproveitar energia em escala doméstica e de baixo custo. Por exemplo, o uso de aparelhos simples que permitem que pessoas diminuam sua dependência em instalações governamentais ou empresariais.

[Ver Apresentação](#)



Energia Solar Concentrada - Espanha) .



Concentrador Solar

Balaceando as Redes

Não estamos falando sobre relaxar em uma rede na praia não!

Estamos falando sim da rede pública de eletricidade.

Hoje, o uso dos computadores e laptops é bem comum na sociedade em geral, e isso gera um desafio sério. Esses equipamentos bem como outros aparelhos eletrônicos usados em diversos setores como em hospitais,...e diferentes tipos de fábricas, precisam de uma fonte de eletricidade extremamente estável. É necessário que a amperagem, voltagem e frequência sejam quase perfeitas, sem nenhuma variação. Uma variação de microsegundos pode queimar um laptop ou outros aparelhos. No geral, as redes públicas têm esta estabilidade. Não estamos falando de apagões, mas de uma estabilidade a cada minuto e cada segundo do dia.

Neste sentido é importante nos questionarmos quanto a situações diversas tais como interferências naturais nos sistemas de produção de energia. Por exemplo, o que poderá acontecer se uma nuvem enorme passar e ficar por longo tempo em frente de placas solares,...e isso interferir na produção dessa energia e baixar a zero? Isso causará um variação na rede pública. Ou, em outra situação, se ocorrer um dia sem ventos,... o que será feito para manter a estabilidade na rede para continuar a atender a população dependente de fontes de energia eólica?

A questão de estabilidade será um desafio grande na transição energética, na verdade, no futuro energético da sociedade. A questão da estabilidade na rede é complexa e não é fácil para entender. Quando observamos torres eólicas girando, imaginamos que elas estão gerando eletricidade o tempo todo e isso é bom,... mas a história não é tão simples assim. É preciso entender um pouco sobre a tecnologia dos geradores eólicos, a questão da infraestrutura existente, as políticas das empresas petrolíferas, e, claro, o mundo financeiro construído em volta da indústria.

A transição energética requer considerações em diferentes aspectos, também importantes tanto quanto a questão da estabilidade. Um deles é em relação aos altos custos para investimentos em torres eólicas e placas solares, por exemplo. E isso leva a entender o por que não estarmos rapidamente convertendo nossas fontes da energia por fontes renováveis, considerando os resultados catastróficos decorrentes das mudanças climáticas e a geração de energia por petróleo. Isso é devido a questões de tecnologia ou tem outros elementos nessa mistura como questões políticas e ganância de empresários?

Continuando a Estudar

Estamos obtendo energia por meio do uso de placas solares, torres eólicas e represas hidroelétricas. Mas, o que acontecerá quando tiver nuvens grandes e pesadas passando acima da cidade, quando metade das placas solares estiverem sombreadas? E se o vento parar por



Balaceando as Redes

▶ Problema

▶ Conectando a Rede

alguns minutos? Os sistemas hídricos não apresentam esses desafios, isso se não tiver uma seca forte! Ou, o que acontecerá, quando, às 16H50min quando milhares de funcionários desligarem seus computadores e asres condicionados para voltarem às suas casas?...a demanda abaixa?

Os motores diesel das termoeletricas do PECÉM/CE têm habilidade de responder em microssegundos. Então, no momento, as instalações eólicas e solares estão alimentando a rede pública, mas a responsabilidade em manter a rede estável é da termoeletrica. Na indústria elétrica isso se chama balanceamento de rede (balanceando a eletricidade sendo mandada com a eletricidade que é pedida).

Nossa ambição e necessidade é ter a rede 100% renovável. Mas, o que vai acontecer quando a rede for 100% renovável? Como vamos balancear a rede só com fontes renováveis, as quais, em geral, não têm a possibilidade de responder de forma tão rápida?

Quais sistemas existem para dar suporte às redes, e que podem responder de forma rápida às flutuações em demanda ou flutuações de abastecimento?

Uma possibilidade é o hidrogênio. Armazenar o hidrogênio quando as fontes estiverem funcionando bem. Para isso, é preciso uma célula de hidrogênio pronta para complementar a rede, e com rapidez responder e balancear as flutuações.

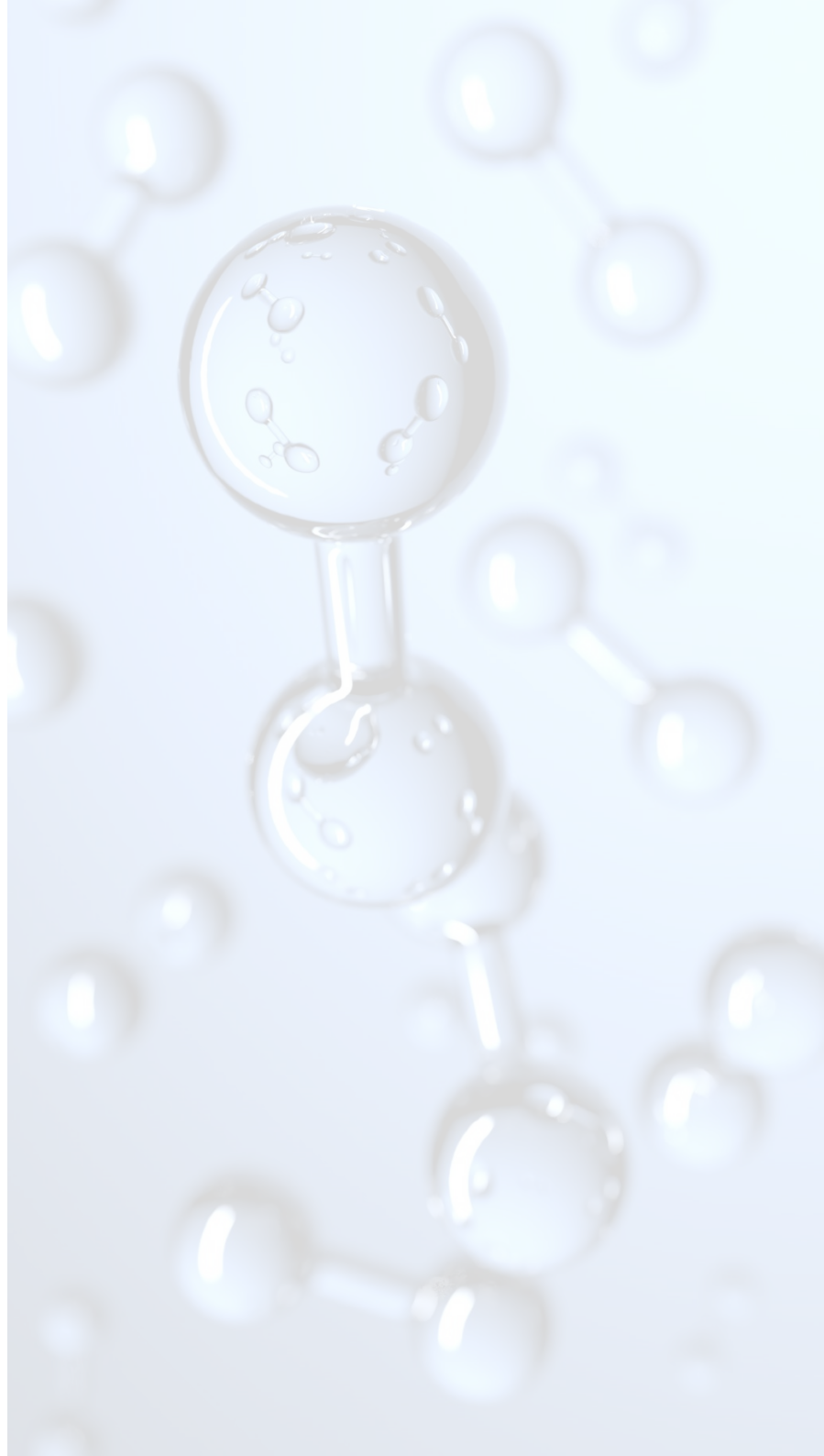
Outra possibilidade é o uso de baterias mesmo, mas devem ser baterias grandes, e isso consumirá muitos metais raros. Mas, é uma opção!

Em frente vamos falar de outras opções.

Além das micro flutuações, é preciso planejar mais ainda considerando as flutuações das estações do ano. Para a maioria dos lugares no mundo, o verão tem mais iluminação solar no verão do que no inverno. Tem variações significativas dos ventos. O que vai acontecer em uma cidade que depende de energias renováveis, se chegar a ocorrer até 4 dias nublados e com pouco vento?

O sistema terá que ter uma reserva de energia para esses momentos, especialmente, se esta for totalmente renovável. Uma das discussões bem animadas hoje em dia é a questão sobre quantos dias de reserva será preciso para manter o sistema funcionando. Isso é um assunto importante, o funcionamento das redes vai depender se a reserva for suficiente. Uma reserva de 24 horas será suficiente? Ou deve ser de 28 dias ou mais?

É necessário reservas enormes só para balancear a rede. Para uso dessas reservas é preciso a habilidade de responder com rapidez e preparação para dar suporte à rede por horas, dias, semanas! Isso é um dos desafios fortes na questão da transição verde, ou seja, os recursos necessários para manter as reservas.



Mobilidade

Nas discussões acerca da transição energética é importante considerar a questão da mobilidade, entender quais os tipos necessários e as fontes disponíveis para esta transição. Por isso estudaremos nas aulas iniciais elementos acerca das várias fontes de energia renováveis.

Considerando que temos como gerar eletricidade por fontes renováveis, buscaremos estudar quais as tecnologias disponíveis e que aproveitam a eletricidade para gerar mobilidade com eficiência. Na verdade, especialmente em climas mais tropicais e mais perto do equador, a geração de eletricidade é mais fácil. Em climas como no norte do Canadá ou na Rússia a geração de eletricidade por fontes de energias renováveis é um desafio.

Mesmo com disponibilidade de fontes de energia para gerar eletricidade, a questão da mobilidade ainda é um grande desafio não só relativo a disponibilidade e eficiência de energia renovável mas principalmente em relação à limitação de recursos naturais, como metais raros, usados para produção de carros e outros meios de transporte que supram demandas em grande escala e que não causem tantos impactos ambientais. Atualmente, existe uma enorme frota de transporte movida por petróleo, mas mudar essa frota por outra forma de mobilidade que tenha uma base mais limpa e renovável será problemático, pois para além de questões estruturais, políticas e financeiras será necessário uma mudança de consciência das pessoas.

Anteriormente, mencionamos a forma de energia produzida por pirólise. Durante a segunda guerra mundial essa tecnologia foi utilizada com certa eficiência, e, poderá ser utilizada no futuro. Mas são limitados os carros que têm motores a diesel. Essa tecnologia não é totalmente livre de geração dos GEE, mas é bem menor do que o diesel.

Continuando a Estudar

Baterias

Uma tecnologia que está sendo muito divulgada são os carros elétricos em substituição aos carros e outros transportes a base de petróleo. No entanto, os carros elétricos não são carbono zero, principalmente, se considerarmos todo o processo de produção, e para além disso, tem a questão séria das baterias tanto para sua produção como recarga, as quais usam minerais raros que são recursos limitados na natureza.

Hoje a tecnologia para produção de baterias está bem avançada, bem como a capacidade de recarga, peso e custos. No momento, a ênfase é o desenvolvimento de baterias com base de lítio ferro. Mas existem outras possibilidades que parecem ter possibilidade de concentrar mais carga com menos volume e menos peso.



Uso de Bicicletas

Novas tecnologias para o desenvolvimento de baterias é uma das áreas de maior potencial para melhorar a questão de mobilidade.

Até agora as baterias são úteis e eficientes para uso em carros, mas não servem tanto para uso em caminhões de carga pesada.

Hidrogênio Verde

A tecnologia do hidrogênio verde é outra possibilidade, especialmente, para uso em caminhões. O consumo de hidrogênio em células de hidrogênio está bem desenvolvido e funciona bem. Como falado anteriormente, a geração de eletricidade para transformar o hidrogênio para em frente transformar de volta a eletricidade, não é tão eficiente, mas no momento, é uma das poucas opções para transporte pesado como caminhões e ônibus. Estudaremos mais acerca desta opção na aula seguinte.

Ar Comprimido

Em varias fábricas locais, e, pode ser para uso local, o ar comprimido também é uma tecnologia bem desenvolvida e útil. Nesse caso estamos transformando eletricidade, por pressão e depois diretamente para movimento.

Bicicletas

Especialmente para deslocamentos locais, e em paisagens mais planas, o uso de bicicletas pode crescer e se tornar um forte meio de mobilidade com base em energia limpa e renovável.

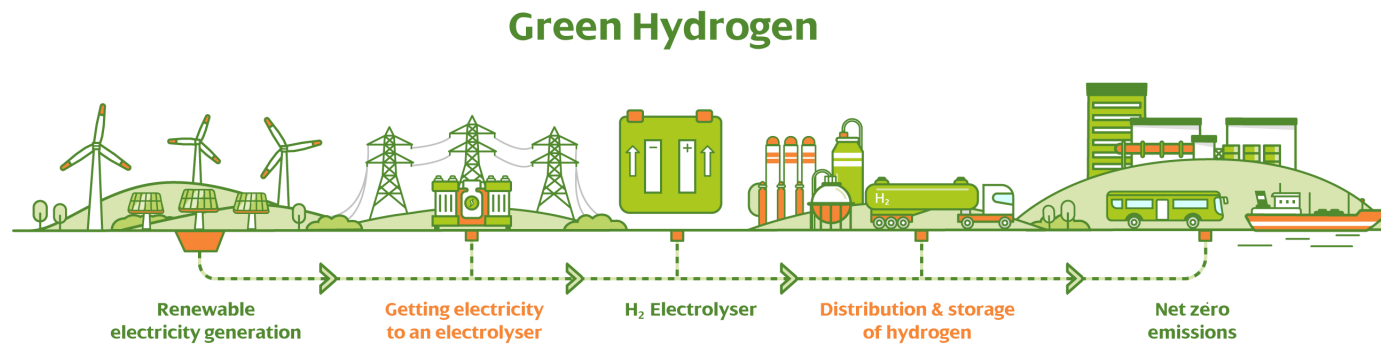
Cavalos

O uso de cavalos para locomoção em áreas mais rurais ainda é uma boa opção, desde que, não sejam usados em serviços de tração animal e nem que gere maus tratos.

Redes

Também precisamos pensar e avaliar nossos conceitos e práticas. Muitas pessoas têm carros pessoais e de uso individual. A maioria desses carros passam 95% do tempo estacionados em uma garagem ou na rua, parados! São utilizados toneladas de metais, plásticos e outros materiais para que eles fiquem estacionados, com uso restrito e pouco eficiente! No futuro, será mais eficiente o desenvolvimento de redes de uso de transporte, onde uma pessoa pega um carro quando quiser e depois devolverá para uso de outra pessoa. O carro só será usado por uma necessidade e por um determinado período e só será pago pelo tempo usado. O conceito de ser dono de um carro particular deve acabar o mais breve possível.





Hidrogênio

A geração e uso do hidrogênio tem uma longa história e de importância em nossas vidas atuais. Não é um tema novo, mesmo que os políticos só estejam descobrindo agora. Por isso, vale estudar a realidade do hidrogênio, seus usos, suas aplicabilidades, e, entender o que é o "Hidrogênio Verde" para saber se ele é uma tecnologia do futuro, ou, se simplesmente trata de um outro "green washing" onde empresas estão tentando vender produtos de valor questionável.

Continuando a Estudar

Atualidade

Atualmente e por algumas décadas, o hidrogênio tem sido produzido além do petróleo e utilizado como uma química industrial muito importante.

Quando acontece o refinamento do óleo cru para produção de petróleo, esse ainda apresenta diversos componentes, especialmente químicas poluentes como o enxofre que é liberado na atmosfera e prejudica a saúde humana. Por décadas é obrigatório que as empresas retirem essas químicas antes que o petróleo seja vendido para o público. Essa é uma das aplicações principais do hidrogênio, a "dessulfuração" do petróleo.

A agricultura comercial atual é totalmente dependente da petroquímica, agrotóxicos e subsidiárias financeiras. Especialmente essas petroquímicas (fertilizantes), são dependentes principalmente da química amônia que é produzida por parte do hidrogênio.

Uma pequena parte do hidrogênio comercial é usado como fluido refrigerante em aplicações especiais, na produção do metanol e processos especializados na fabricação de ferro.

Propriedades

Depois de produzir e usar o hidrogênio, por décadas, os engenheiros químicos entenderam bem mais as propriedades e características desse tipo de química.

Hidrogênio é a menor molécula que existe, e por isso, tem como penetrar na estrutura de metais e escapar. Mesmo com tanques de ferro ou até inox, o hidrogênio vai passar por dentro e escapar para a atmosfera. É difícil construir depósitos para segurar o hidrogênio.

Claro, o hidrogênio é superinteressante e explosivo. Uma grande taxa de mistura com ar, ou com oxigênio são letalmente explosivos.

Mesmo sendo uma molécula pequena, o hidrogênio (a temperatura e pressão normal), um gás que ocupa muito espaço, e é difícil de comprimir. Para uso do hidrogênio em carros, por exemplo, as regras internacionais demandam tanques de pressão de 700 barra (quase 700 vezes a pressão atmosférica). Para comprimir o gás hidrogênio até 700 barra, precisa usar energia equivalente a 25% do valor energético do gás. Perde 25% de seu valor energético.



Clicar na imagem e abrir o vídeo - lembrar de ativar legendas em português

- [Transcrição da entrevista em inglês](#)
- [Hidrogênio é Limpo?](#)
- [Hydrogen and EVs](#)
- [O Que É Hidrogênio Verde](#)
- [Hidrogênio não vai nos Salvar](#)
- [bdDaw](#)
- [Como Funciona a Célula de Hidrogênio](#)

As Cores do Hidrogênio

O hidrogênio, na realidade, não tem cheiro e nem cor, mas usamos **cores** para distinguir as fontes usadas para gerar tal hidrogênio.

Hidrogênio preto representando 99% do hidrogênio produzido, é o hidrogênio feito por carvão mineral.

Hidrogênio cinza é o hidrogênio feito por gás natural.

Hidrogênio azul é o hidrogênio feito por gás natural e que se tenta capturar parte do gás carbônico produzido no processo.

Hidrogênio rosa é o hidrogênio feito por eletrólise com uso de eletricidade gerada por energia nuclear (a cor rosa provavelmente é devido a sua irradiação!).

Hidrogênio turquesa é o hidrogênio feito pelo processo químico de pirólise.

Hidrogênio verde é o hidrogênio feito por eletrólise usando eletricidade gerada 100% por fontes renováveis placas solares, energia eólica ou energia hídrica.

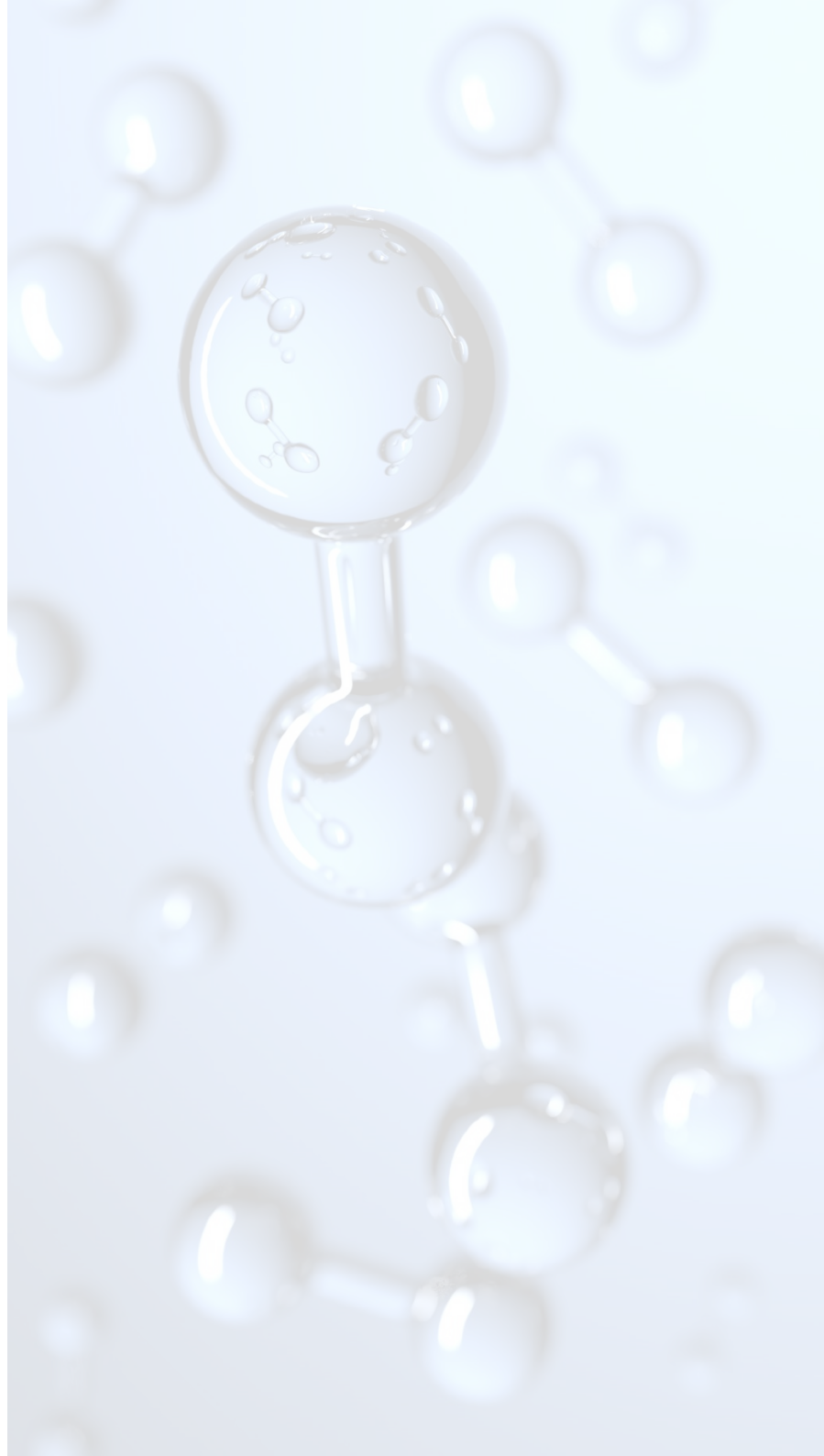
Nota: Entendemos que a queima do petróleo libera gás carbônico e outros gases de efeito estufa (GEE). Na produção do hidrogênio por carvão ou gás natural é produzido 20% mais contaminação na atmosfera do que queimar o mesmo carvão ou gás.

Pecado da Lei da Termodinâmica

Antes de chegarmos até o Hidrogênio Verde mesmo, precisamos ter cuidado para não cometer o pecado da segunda /hyperrefLei da TermodinamicaLei da termodinâmica.

Como explicamos anteriormente, a segunda lei da termodinâmica é uma lei universal, e podemos entender explicar que a energia pode existir em várias formas, e, que algumas formas podem ser mais úteis do que outras. Nas discussões a respeito da transição energética ou transição verde, é importante ficar claro qual tipo de energia de que estamos falando e qual tipo de energia que queremos, e por que?

Usamos muita energia química (petróleo), que é transformada em energia na forma de calor para se transformar em movimento e fazer o carro andar. Mas, queremos petróleo, queremos calor?...não. Queremos movimento. Às vezes, as pessoas pensam que podem usar eletricidade para gerar o hidrogênio, por exemplo, e transformá-lo em calor e gerar movimento. Isso é possível, mas tem mais sentido usar eletricidade para gerar movimento. Converter um tipo de energia em outro tipo, e, em outro tipo, ocorre perdas em cada fase da transformação. Esse é o pecado da lei da termodinâmica.... esquecer o calor para produzir movimento.... usar eletricidade direto para gerar movimento!



Eletrólise

A eletrólise é um processo bem simples para produzir hidrogênio. A água tem uma química simples, é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, por isso, a fórmula química H_2O . Os átomos de hidrogênio e oxigênio estão ligados por uma atração elétrica. Quando passamos uma corrente de eletricidade dentro da água podemos quebrar a ligação química e o hidrogênio sai em forma de gás hidrogênio (H_2), e o oxigênio sai por outro lado na forma de gás oxigênio (O_2). Esta reação é potencializada quando é adicionado uma química que auxilia a passar a corrente como sal.

Por causa da força da ligação química da água é preciso passar suficiente energia para quebrar a ligação. Em termos práticos, usamos em torno de 50kW de eletricidade para produzir 1kg de gás hidrogênio. Isso é a natureza da água, e, não tem nada a ver com eficiência do processo ou forma do contenedor que está sendo usado. Consumimos 50kW de energia por kilo de gás hidrogênio.

Esta tecnologia é bastante simples. Recomendamos que estudem o vídeo (ao lado), e fazer o mesmo experimento proposto nele.

Pirólise

Hidrogênio é produzido pelo processo de pirólise como discutido anteriormente.

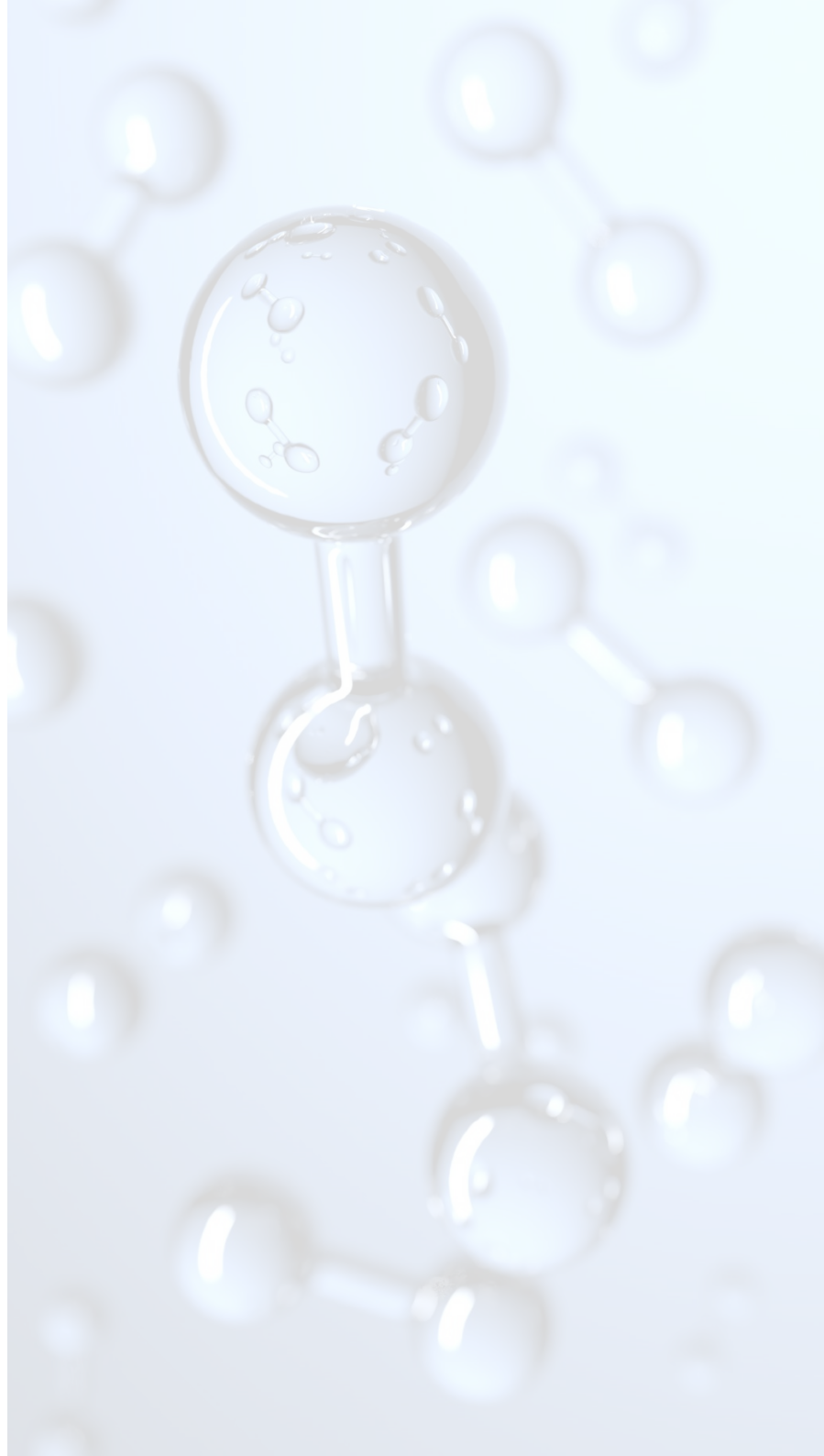
Usando Hidrogênio

Hidrogênio é explosivo como falamos acima, e por isso, é possível injetá-lo em um motor diesel como a fonte principal de energia. Queimar hidrogênio puro é difícil de controlar e mesmo que o hidrogênio seja convertido a água, as temperaturas altas também formam óxidos de nitrogênio a partir do nitrogênio existente na atmosfera. Existem pesquisas que mostram que uma mistura de 90% de hidrogênio e 10% de óleo diesel pode funcionar sem muita modificação no motor. Isso reduzirá bastante as emissões do motor, mas ainda emitirá um pouco de gás carbônico e óxidos de nitrogênio (ambos GEEs).

A melhor forma de usar o hidrogênio gerado por eletrólise ou pirólise é por meio da célula de hidrogênio.

Célula de Hidrogênio

Em uma célula de hidrogênio não ocorre a queima do hidrogênio no sentido comum. Uma célula de hidrogênio é semelhante a uma bateria, onde os eletrodos são os gases (hidrogênio por um lado e o oxigênio do ar por outro lado). Isso gerará uma corrente de eletricidade, que



pode ser utilizada diretamente em um motor elétrico para movimentar um carro, por exemplo.

Uma restrição da célula de hidrogênio é o uso dos metais raros na construção da célula e que não há tanta disponibilidade em nível global.

Nota, que uma célula de hidrogênio produz em torno de 15kW de eletricidade por kilo de hidrogênio consumido. Lembrar que a produção do kilo de hidrogênio consome 53 kW de energia. Energeticamente, o uso de eletricidade para gerar hidrogênio e depois produzir a eletricidade para uma célula de hidrogênio é uma perda grande de energia (células de hidrogênio tem uma EROEI em torno de 6)...por isso, não podemos falar do hidrogênio como fonte de energia limpa. Mas, pode ser uma forma útil para armazenar e transportar energia.

Forma de Amônia

O Hidrogênio é explosivo e difícil de conter e comprimir. Por isso seu uso para mobilidade é restrito. Uma opção é para combinar o hidrogênio com o nitrogênio do ar na forma de amônia. Amônia não queima tanto como petróleo e precisa de temperaturas mais altas para ignição, mas a amônia é uma fonte de energia útil.

Antigamente a amônia era produzida pelo famoso processo Haber Bosch, desenvolvido para produzir munições para os Nazistas na segunda guerra mundial. Esse processo consome muita energia e gera muita contaminação na atmosfera.

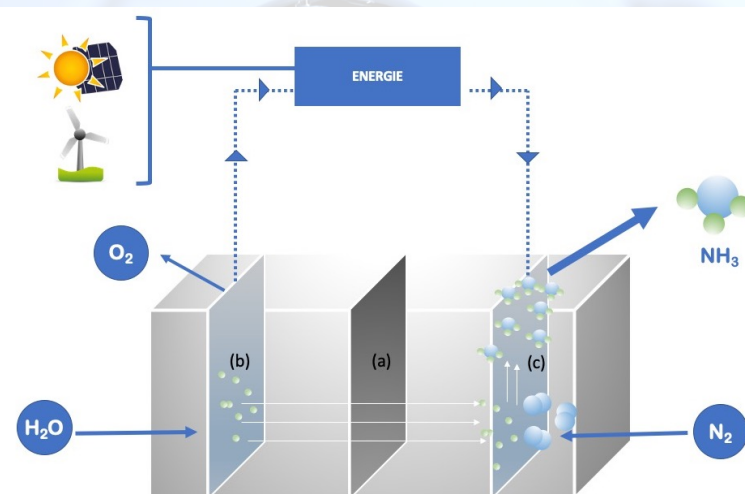
Hoje, existem muitas pesquisas para desenvolver células de energia reversa para produzir a amônia. De novo, semelhante à uma bateria, mas dessa vez, a célula consome energia, água e nitrogênio do ar. A eletricidade quebra a água por eletrólise e diretamente combinará o hidrogênio com nitrogênio do ar e forma amônia líquida, e gás oxigênio.

Existem outras células que reverte esse processo, o consumo do ar e amônia para gerar eletricidade e liberar óxidos de nitrogênio (GEE). Existem exemplos desses dois tipos de células funcionando, mas ainda elas não são bem eficientes, isso em termos de energia, mas os desenvolvimentos nessa área continuam.

Desequilíbrio da Natureza por Nitrogênio

Aqui estamos estudando a geração de amônia como uma forma de armazenar energia, e como parte da estratégia geral da transição verde, com objetivo de diminuir os impactos mais fortes das mudanças climáticas.

Na realidade, em escala mundial produzimos muito amônia, principalmente pelo processo Haber Bosch, com o hidrogênio extraído do carvão mineral ou gás petróleo. Claro isso é um processo bem sujo em termos de emissões de GEEs produzidos e energia fóssil consumida.



Célula Energética Reversa .

Além dessa contaminação na atmosfera e impacto das mudanças climáticas é importante considerar o desequilíbrio causado pelo nitrogênio. A maior parte da amônia comercial é utilizada em agricultura química, e também na produção de muitos agrotóxicos usados como fertilizantes. Esse é o "N" no famoso "NPK". O agronegócio consome muita amônia nessa forma e como resultado existem áreas enormes de terra com solo tóxico, por excesso de Nitrogênio, e muito desse nitrogênio está chegando até os rios e mar, criando as famosas "zonas mortas" onde não existe vida sobrevivendo porque são zonas esterilizadas!

Contaminação dos rios e o mar por nitrogênio é uma das preocupações sérias nos estudos acerca dos limites planetários (parâmetros essenciais para manutenção da estabilidade e resiliência da vida no planeta). O nitrogênio reativo (gerado no processo Haber Bosch) está ameaçando a estabilidade química do planeta.

Agora, vamos produzir ainda mais amônia como forma de armazenar energia. E, seu consumo liberará quantidades enormes de NOX/óxidos de nitrogênio na atmosfera, os quais são fontes de GEE fortes. Nos questionamos se essa é uma estratégia inteligente.

Amônia

Considerando a dificuldade para armazenar e transportar hidrogênio, várias empresas estão desenvolvendo pesquisas e estudos sobre a amônia, visando seu uso como forma de armazenar energia. A amônia é mais fácil de manter como líquido (-33°), e, é mais densa energeticamente do que o próprio hidrogênio.

O uso de mais amônia é extremamente corrosivo, e, é muito perigoso para a saúde humana!

Somente a amônia não funciona muito bem para a liberação de energia (ela só queima a altas temperaturas e lentamente), mas em combinação com pouco de gás hidrogênio, ou até óleo diesel, um motor diesel pode ser modificado, significativamente, e funcionar com essa mistura.

Podemos imaginar que essa será uma possibilidade para a questão da mobilidade de navios internacionais. E pode até ser para motores estacionários em fábricas ou grandes usinas.

A Toyota está fazendo experimentos com um carro a base de amônia. Mas, imagina se ocorrer um acidente onde um tanque de amônia foi rompido. A contaminação será muito perigosa para as pessoas, sendo muito difícil considerar. Como fala o químico Paul Martin, a proposta principal que dá medo nele, é o uso da amônia como energia em carros.

▶ [Toyota Sabe uma Coisa?](#)

▶ [Energia](#)



Toyota GT86R Marangoni usa amônia

Escala do Hidrogênio

Nesta avaliação, o hidrogênio é essencial, e não tem substituto para quatro aplicações que são, hidrogênização, dessulfuração, hidrocracking e fertilizantes (via amônia). Em um mundo de net zero, onde não estamos usando/processando petróleo, a primeira dessas três aplicações não continuará a existir. Então, o único uso para o hidrogênio essencial é a produção de fertilizantes. No momento, todo esse hidrogênio (amônia para os fertilizantes) vem do tratamento de gás natural (metano), hidrogênio cinza. Em um mundo net zero, sem uso do gás natural, como continuaremos a produzir a amônia para manter a produção agrícola? Por questões de volume, é mais provável que isso venha de biocombustíveis.

Conforme esta avaliação, o hidrogênio não tem muitas aplicações econômicas.

Tradução feita a partir do trabalho [Hydrogen Ladder por Michael Liebreich](#) *A escada do hidrogênio é a minha tentativa de sintetizar todas as informações que me são conhecidas sobre todos os fatores que impulsionam a absorção de tecnologia em todos os Setores da economia em todos os países do mundo. Nada ambicioso!*

O que a escada do hidrogênio foi concebida para fazer é mostrar a probabilidade de que qualquer caso de Utilização proposto acabe por ser um utilizador significativo de hidrogênio (talvez através de um dos seus derivados) numa década ou mais, digamos 2035. Isso não significa que o jogo acabou, a transição aconteceu, apenas significa que está absolutamente claro até então que o hidrogênio é a resposta, ou uma resposta importante, para descarbonizar esse caso de uso. Por outras palavras, aguarda com expectativa um momento em que o atual conjunto de subsídios tenha diminuído a proporções acessíveis, depois de ter havido tempo suficiente para um pouco mais de aperfeiçoamento das tecnologias, após o surgimento das cadeias de abastecimento, depois de ter crescido um pouco de familiaridade no setor do financiamento de projetos, e assim por diante.

Quanto ao significado das linhas, eis como penso sobre elas:

A nenhuma alternativa (embora isso não signifique que o caso de uso esteja crescendo)

B quota de mercado decente altamente provável

C uma parte de mercado provável

D pequena parte de mercado plausível

E Possível quota de mercado de nicho eletrônico

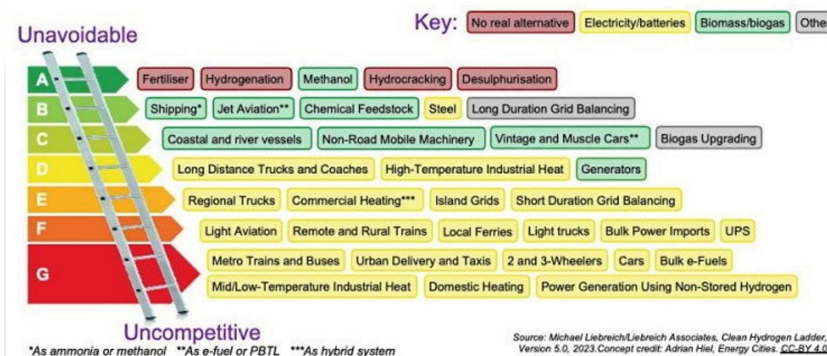
F possível quota de nicho de mercado em algumas geografias

G A linha da Perdição

A escada do hidrogênio não tem tudo a ver com eficiência, como afirmam os seus detratores. Não inclui informações sobre a dimensão do mercado. Não inclui informações sobre a

Hydrogen Ladder 5.0

Liebreich
Associates



Observe que o atual uso industrial do hidrogênio, na dessulfuração e produção de fertilizantes, são considerados que não tem alternativa ao hidrogênio de cor roxa.

As melhores aplicações para uso do hidrogênio de cor verde são para o biogás.

E no hidrogênio amarelo, as melhores aplicações são no uso direto de eletricidade e não na conversão por hidrogênio!

velocidade de adoção. Não inclui informações sobre a redução relativa das emissões por kg de hidrogênio ou kWh de eletricidade. Deixo a outros que acrescentem essa informação à discussão.

Por outro lado, tem em conta os custos, a segurança, a conveniência, a disponibilidade mineral crítica, os co benefícios, as externalidades como a poluição atmosférica, a geopolítica, o comportamento humano e subjacente a tudo isto a termodinâmica, a física, a química, outras ciências e a economia.

O que mudou desde a versão 4.1? Três casos de uso aumentaram e seis diminuíram. Refinei a redação para cinco casos de Utilização, combinei outros Cinco em dois e acrescentei quatro novos casos de Utilização. Algumas destas alterações foram impulsionadas pela evolução do mercado ao longo dos últimos dois anos; a maior parte delas, no entanto, são o resultado da minha própria aprendizagem durante esse período – em particular sobre o aquecimento industrial e ambiente e a dificuldade de transportar hidrogênio – ou pela necessidade de clarificar formulações ou definições.

As mensagens chave da escada permanecem inalteradas: existem casos de Utilização melhores e piores para o hidrogênio; na maioria dos casos existem alternativas de carbono zero mais baratas, seguras e mais convenientes; a sinergia entre os casos de Utilização (a economia do hidrogênio / Sociedade do hidrogênio / visão do mundo do canivete suíço) não será suficiente para flutuar todos os barcos de hidrogênio; e uma vez que devemos esperar que o fornecimento limpo de hidrogênio seja limitado durante muitas décadas, devemos concentrar os nossos esforços e dinheiro público em casos de Utilização nas fileiras superiores da escada.

Esperantium

Uma tradução curta da entrevista precisa com Paul Martin (engenheiro químico trabalhando há décadas com nitrogênio).

Paul Martin (00:30:52): Por que esperam que façamos hidrogênio a partir de eletricidade renovável, é só esperança! E, na verdade, tenho me referido a essa esperança que tem usado a suspensão voluntária do ensinamento racional das pessoas como sua esperança, como uma maneira de desligar suas mentes racionais. Referi-me a isso como a droga esperantium. Agora, eu não tive a ideia de esperantium, e as pessoas têm falado sobre esperantium desde a primeira vez que Obama concorreu à presidência, pelo menos, e talvez antes disso. Mas toda a ideia aqui é que as pessoas que não pensam clara e racionalmente sobre as coisas, deixem a sua esperança fugir com elas. E elas dizem, Bem, poderíamos usar grandes quantidades de eletricidade para fazer algo que possamos queimar e então poderíamos usá-lo no lugar de coisas que queimamos



Dr Paul Martin
[H2Coalition](#)

neste momento. E uau! isso não seria um mundo maravilhoso para viver? Mas o diabo está nos detalhes que esconde-se. Nate Hagens (00:31: 49): Pergunto me se é esperança ou medo? Porque se for dada uma escolha, ou temos de usar menos ou podemos criar um muito mais hidrogênio se as pessoas escolherem a rota do hidrogênio, mesmo que esteja acenando com a cabeça de forma ingênua. Paul Martin (00:32:05): Ou podemos fazê-lo de forma mais inteligente. A maneira errada de fazer a pergunta é que já não podemos queimar fósseis. O que senão queimamos? Certo? Porque a resposta para isso, ... no fundo é a maneira errada de pensar sobre isso. Não devemos olhar para o combustível substituição. Isso é simplesmente simplório. Em vez disso, o que deveríamos dizer é que não podemos queimar fósseis para fazer esta coisa mais, mover as pessoas ao redor, manter nossas casas quentes, etc., o que quer que seja, e calor algo na indústria. De que outra forma podemos fazê-lo sem produzir emissões de gases com efeito de estufa? Essa é a pergunta que devíamos fazer.

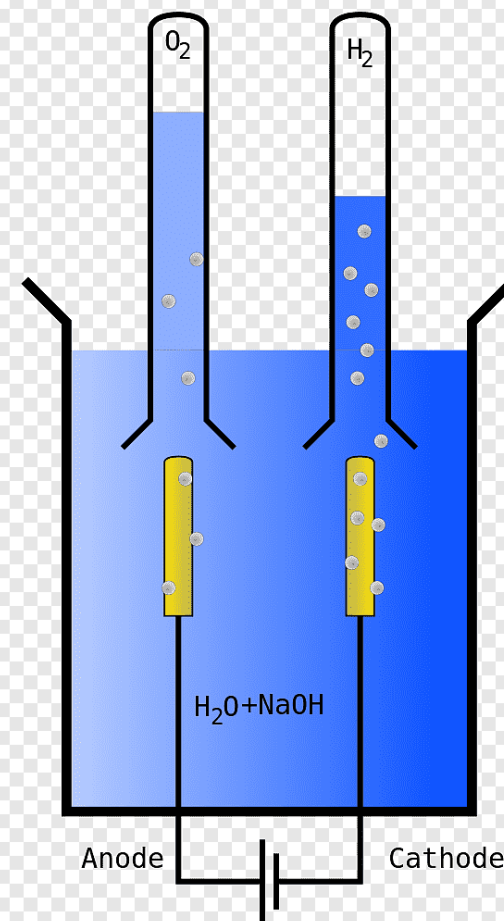
E a resposta a essa pergunta é quase nunca produzir hidrogênio a partir da eletricidade. E fazer hidrogênio a partir de gás natural e enterrar o CO₂, o problema com isso é o pior trabalho que você faz dele e obter fora com ele, mais dinheiro você ganha. Então, de volta à sua pergunta original, que é sobre as cores de hidrogênio. Elas são todas as cores do eufemismo, como mencionei, eles tentam fazer esse espectro bonito, mas a realidade é que 99% do hidrogênio é mais bloqueador do que o preto. E não temos uma palavra para isso. O que é isso? Buraco negro, negro ou algo assim.

Hidrogênio Verde

Hidrogênio Verde, o que é, como é feito? e, mais importante, como ele cabe na transição energética ou transição verde que estamos estudando? e, gostando ou não, o mundo deverá enfrentar! E, como ele cabe no projeto da empresa Fortescue Future no Ceará que tem a ver com hidrogênio verde em geral?

Continuando Estudar

Quando falamos do hidrogênio verde estamos declarando que o hidrogênio foi feito pelo processo de eletrólise, usando energia gerada 100% por energias renováveis, como solar, eólica ou hídrica. O conceito de verde, é porque essas fontes energéticas renováveis, em princípio, não geram gases de efeito estufa em suas operações (pode ser que sua produção seja outra coisa e que quando "queimar" esse hidrogênio a células de hidrogênio, o resultado seja só água. Então, todo o processo de geração e uso desse hidrogênio será limpo e não gerará GEE.



Eletrólise

Eletrólise

A [eletrólise](#) (wikipedia) é um processo químico que utiliza eletricidade para provocar uma reação química não espontânea. Isso significa que, em condições normais, a reação não ocorreria naturalmente, mas é induzida pela passagem de corrente elétrica através de um eletrólito (um líquido que contém íons). A eletrólise foi apresentada originalmente e explicada por Michael Faraday em 1833.

Vamos entender como funciona a eletrólise em termos gerais:

Eletrólito: É a substância que contém íons livres. Pode ser uma solução aquosa ou fundida de um composto iônico (como o sal de cozinha, NaCl, em água ou estado fundido).

Eletrodos: São os condutores elétricos (geralmente feitos de metal) pelos quais a corrente elétrica entra e sai do eletrólito. O eletrodo pelo qual os elétrons entram no eletrólito é chamado de cátodo, e o eletrodo pelo qual os elétrons saem é chamado de ânodo.

Reações nos eletrodos: Quando a corrente elétrica passa pelo eletrólito, ocorrem reações redox (de redução oxidação) nos eletrodos: No ânodo: Oxidação ocorre. Elétrons são perdidos, geralmente formando íons ou moléculas menores. No cátodo: Redução ocorre. Elétrons são ganhos, resultando na formação de novas substâncias.

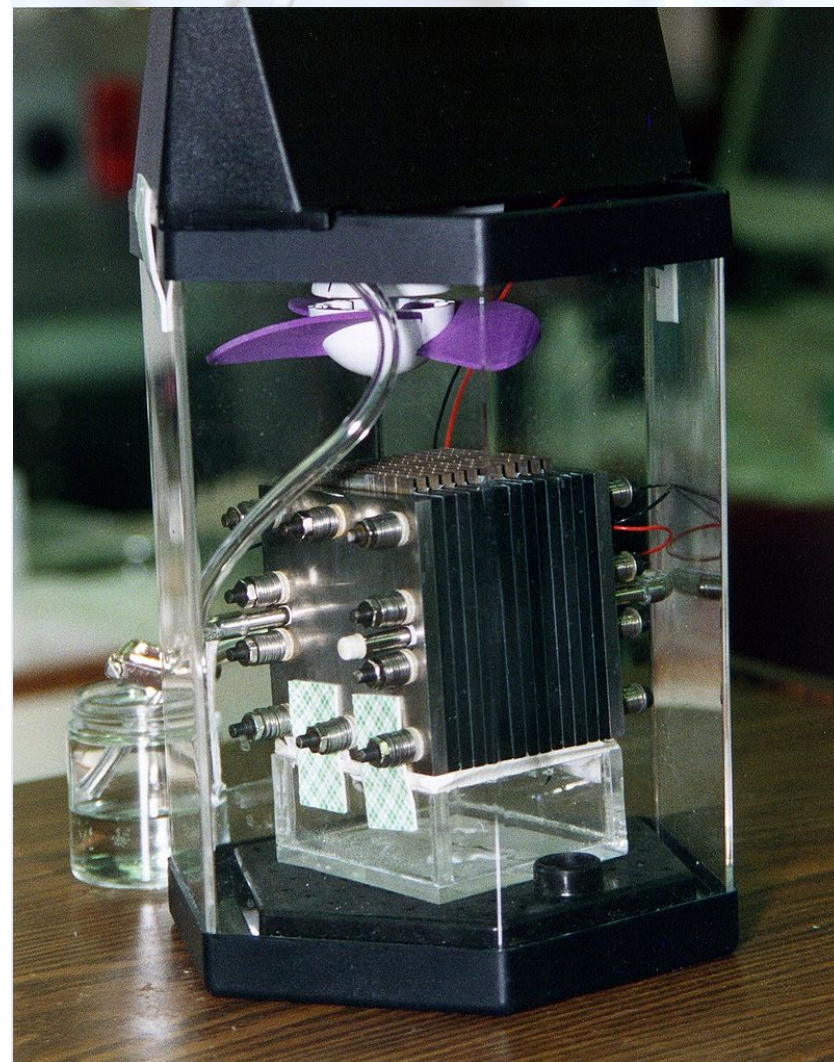
Produto da eletrólise: Os produtos da eletrólise dependem do eletrólito utilizado. Por exemplo, na eletrólise da água (H_2O), os produtos são hidrogênio (no cátodo) e oxigênio (no ânodo).

Lei de Faraday: Esta lei descreve a quantidade de substância produzida durante a eletrólise em relação à corrente elétrica e ao tempo de eletrólise. A quantidade de substância formada é proporcional à corrente elétrica que passa e ao tempo que ela passa.

Em resumo, a eletrólise é utilizada para separar substâncias ou para produzir novas substâncias através da aplicação de uma corrente elétrica controlada. É um processo fundamental em muitos processos industriais e laboratoriais, desde a produção de metais até a purificação de compostos e a geração de gases como o hidrogênio.

Células de Hidrogênio

Quando explicamos que usando o hidrogênio em [célula de hidrogênio](#) para movimentar um carro por exemplo. Na verdade, a célula de hidrogênio. Recombina o hidrogênio com oxigênio do ar para gerar eletricidade que movimenta um carro. Nesse caso estamos produzindo eletricidade e água e nenhum GEE. Como mencionando previamente, um motor diesel pode rodar com parte de seu combustível sendo hidrogênio, mas queimar o hidrogênio nessa forma não é tão limpo e na verdade produz alguns GEE.



Célula de Hidrogênio

Usos e Aplicabilidade do Hidrogênio Verde

Existe interesse, e até certo exagero em relação ao hidrogênio verde enquanto uma forma de armazenar e depois usar energia que é limpa e não produz gás carbônico, então podemos "decarbonizar" os sistemas de transporte e movimento dos produtos.

Mas, tem sentido usar, por exemplo energia eólica para produzir eletricidade, para converter isso a hidrogênio, para comprimí-lo (gastando mais energia), para colocar nos carros que usam o hidrogênio em uma célula de hidrogênio para gerar eletricidade para movimento o carro? Não será bem mais útil, direito e eficiente para passar a eletricidade produzida pelas eólicas e armazenar em baterias que pode movimentar os carros diretamente. Isso tem sentido.

E, na verdade, os cientistas que estão avaliando as possibilidades e opções para a transição verde estão imaginando exatamente isso, ou seja, que os carros serão movidos por eletricidade armazenada em baterias.

Então, o hidrogênio verde será para que uso?

Um gargalo é em relação aos transportes pesados, caminhões e ônibus. Ainda não temos baterias suficientes, potentes e duráveis para usar em caminhões e ônibus. Mas células de hidrogênio têm a capacidade de movimentar esse tipo de transporte pesado. Conforme análises do Dr. Simon Michaux (Universidade da Finlândia), o que será necessário para a Europa cumprir a meta de até 2030 ter 30% de seus veículos elétricos, a melhor opção será carros elétricos e caminhões com células de hidrogênio. Isso é onde o hidrogênio será utilizado, e, espera-se que ele seja verde, porque do contrário,...não tem sentido fazer a conversão.

E, como estudado anteriormente, o hidrogênio verde pode ser utilizado para balancear as redes de eletricidade, especialmente, do dia para a noite.

Última Inverdade dos Petroleiros

Temos ouvido muito a respeito do Hidrogênio Verde por meio da mídia, e, especialmente, de muitos políticos que querem aparecer mais "verdes". Como explicamos anteriormente, muitas dessas notícias e anúncios são bem elaborados, mas quando se estuda o que há por trás de alguns conceitos e dados, entendemos que são poucos os dados e tecnologias que de fato estão funcionando em escala. Quando se observa mais de perto, percebe-se que, na realidade, o que existe é toda uma propaganda promovida pelos petroleiros. Eles sabem que a produção global de petróleo está diminuindo e que em algumas gerações seus negócios estarão falhando, por isso, eles fazem todo o possível para evitar, ou no mínimo, adiar o que é inevitável. O Hidrogênio é uma destas tentativas desesperadas.

Como explicado, há grande produção industrial de hidrogênio a partir de gás petróleo. Os

Hidrogenio

No momento o mundo produz 120 milhões de toneladas de hidrogênio cinza, isso, a partir de gás natural de petróleo. A propaganda do hidrogênio é para que os petroleiros possam continuar a vender seu gás,...pois, isso não tem nada a ver com a decarbonização dos sistemas energéticos. transcript

petroleiros estão promovendo o hidrogênio como forma de energia, sabendo que ainda existem limitações de "escala" para produção do hidrogênio verde. E, é claro, que enquanto se busca resolver os desafios técnicos com o hidrogênio verde, os petroleiros estão bem contentes em abastecer o mundo com o hidrogênio cinza.

Abaixo apresentamos a tradução de um artigo mais longo e mais técnico, essencialmente, detalhando as campanhas de propaganda dos petroleiros em relação ao hidrogênio.

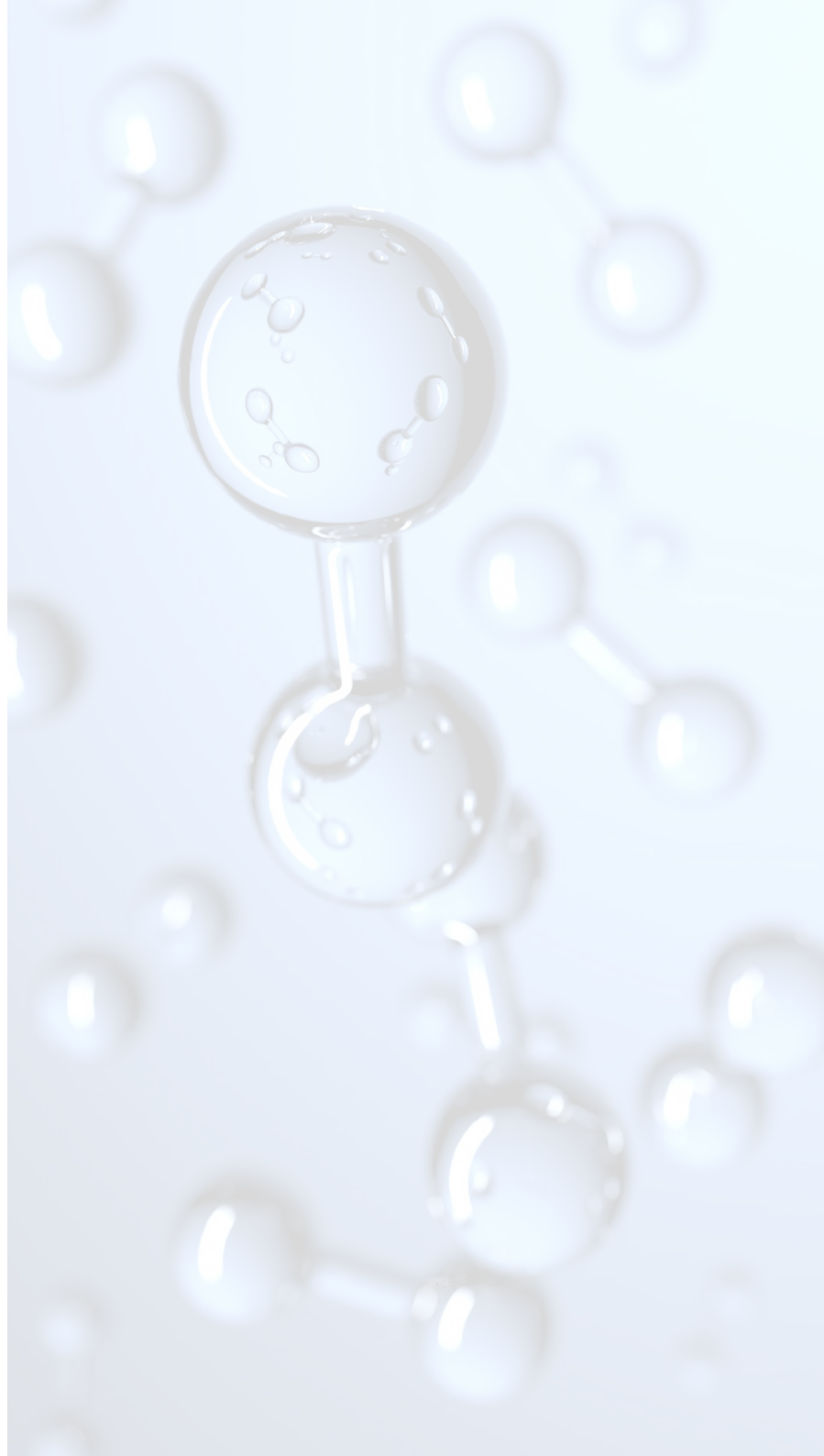
Tradução desde..

A Exxon identificou pela primeira vez corretamente a combustão dos seus produtos de hidrocarbonetos como a causa de futuras alterações climáticas catastróficas já em 1977.1 Mas, durante décadas, a Exxon garantiu com sucesso que os seus investidores e os governos mundiais não soubessem o que sabiam. A Exxon e outras empresas de combustíveis fósseis travaram uma guerra de informação multigeracional de espalhar o medo, a incerteza e a dúvida (FUD) sobre a ciência climática e as novas tecnologias energéticas para que o mercado dos seus produtos de hidrocarbonetos não se contraísse.2 3 3 era a mesma cartilha utilizada pela indústria do tabaco para impedir a regulamentação do cigarro, que por vezes era operacionalizada pelos mesmos lobistas.4, 5, 6

Enquanto isso, o clima mudou, e continuará a mudar rapidamente para longe do Lento equilíbrio dinâmico que tomamos como certo quando construímos uma civilização planetária, a menos que paremos de usar a atmosfera como uma instalação gratuita de eliminação de CO2. Muitas das nossas vidas serão agravadas pelas alterações climáticas, algumas delas serão perdidas, e sabemos exactamente quem as causou e deixámos que acontecesse. A inquestionável campanha FUD multi geracional da indústria dos combustíveis fósseis permitiu lhes roubar nos trilhões de dólares enquanto profanavam os bens comuns globais. Os céus fumegantes da Rússia, Califórnia e Austrália são um testemunho e uma visão do futuro se não fizermos a transição para um sistema energético de baixo carbono.7

Podemos fazer a transição se eletrificarmos tudo. A energia elétrica pode ser usada para realizar a maioria das operações necessárias para fazer um mundo tecnológico girar. A electricidade pode ser produzida utilizando turbinas eólicas, painéis solares e barragens hidroelétricas, emitindo em média menos de 30 gCO2/kWh, em comparação com os 400 gco2/kWh do metano e os 1000 gco2/kWh do carvão. Essa electricidade de baixo carbono pode ser armazenada em baterias ou em hidrelétricas bombeadas para operar eletrônicos, veículos, casas, comunidades, indústrias e países inteiros.8, 9

Hoje, os mercados de energia solar, energia eólica, baterias e veículos elétricos (EVs) estão crescendo rapidamente porque demonstraram ser extremamente baratos em escala. A partir de

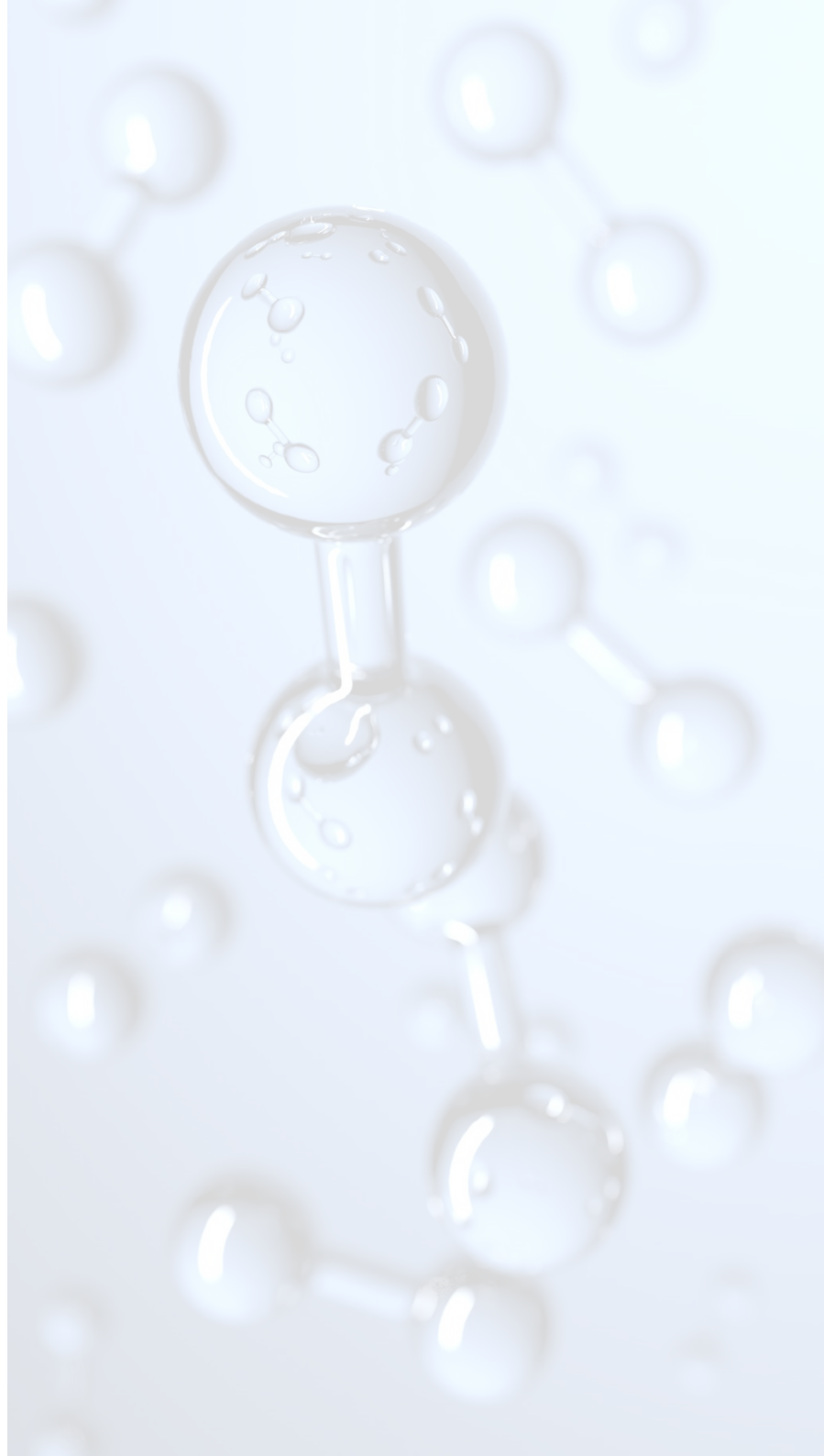


2020, a energia solar é a energia mais barata que os seres humanos já utilizaram, 10 na medida em que é econômico "desperdiçar" grandes quantidades dela (o que, como lembrete, já fazemos se não a capturarmos com painéis solares).¹¹ a energia eólica está a seguir um declínio de custos semelhante e, em alguns casos, combina bem com o perfil de intermitência da energia solar. Enquanto isso, as baterias de íons de lítio estão estabilizando com sucesso redes inteiras que são alimentadas por energia solar e eólica.^{12, 13, 14}

Os mercados financeiros perceberam a oportunidade de estas tecnologias criarem valor significativo. À medida que os investidores estavam trancados dentro de casa com os seus filhos durante a maior parte de 2020, passaram a apreciar a importância da transição para um sistema energético de baixo carbono para o futuro dos seus próprios filhos.¹⁵ o valor das ações expostas à eletrificação e à descarbonização decolou como foguetes, enquanto o valor das ações expostas ao antigo sistema energético despencou. A história de mercado mais excepcional de 2020 foi o aumento da capitalização de mercado da Tesla. No final do ano, era mais valioso do que a ExxonMobil e tão valioso quanto todos os fabricantes de automóveis em exercício do mundo juntos.¹⁶

Em 2020, houve também uma boa parte da conversa sobre o papel do hidrogênio no novo sistema energético. Historicamente, uma visão de uma "economia de hidrogênio" interessou aos tecnólogos, onde o hidrogênio poderia ser produzido dividindo a água eletroquimicamente e, em seguida, recombinado com oxigênio no ar para produzir água novamente, liberando energia útil no processo. Pensava-se que isso poderia ser aplicado ao transporte terrestre, à aviação ou ao armazenamento estacionário de energia. Há uma década, os veículos elétricos alimentados por baterias de íons de lítio e veículos com células a combustível de hidrogênio eram vistos como soluções concorrentes para a descarbonização do transporte terrestre. No entanto, os veículos elétricos aumentaram, foram entusiasticamente adotados e estão agora a ser implantados rapidamente pela Tesla e por outros fabricantes de automóveis, embora o mesmo não tenha ocorrido para os veículos com células a combustível. Então, por que o hidrogênio recebeu tanta atenção em 2020, quando nenhuma empresa de tecnologia movida a hidrogênio teve um rompimento significativo e a transição dos veículos convencionais com motor de combustão interna parece favorecer fortemente os veículos elétricos?

Esta é uma situação curiosa, uma vez que as grandes empresas de combustíveis fósseis têm pedido a governos de todo o mundo financiamento de estímulo à Covid 19 para investir na produção de tecnologia de hidrogênio.¹⁷ a Agência Internacional da Energia coloca a oportunidade do hidrogênio como: "houve falsos começos para o hidrogênio no passado; desta vez poderia ser diferente. Os recentes sucessos da energia solar fotovoltaica, eólica, baterias e



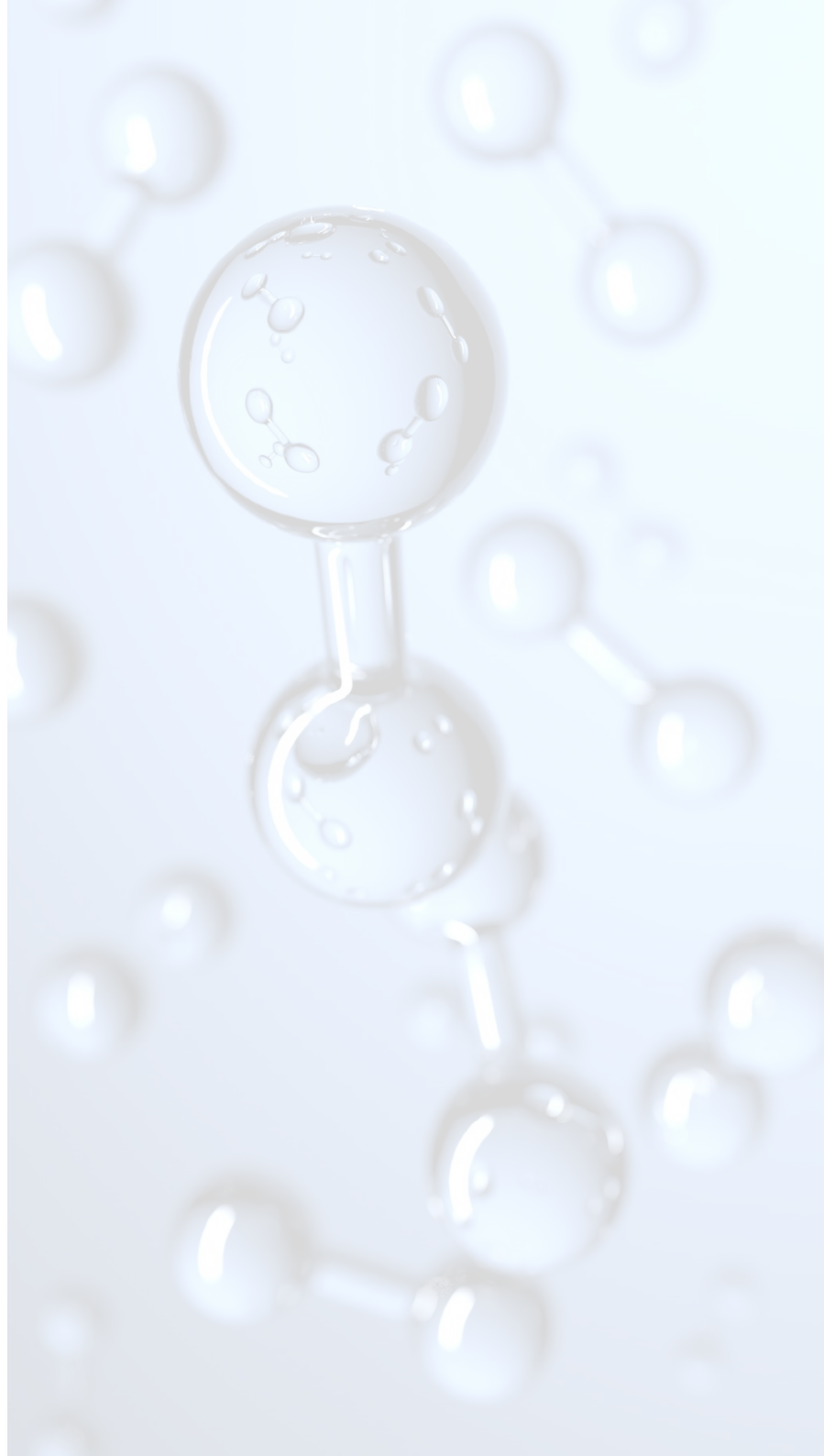
veículos elétricos mostraram que a inovação política e tecnológica tem o poder de construir indústrias globais de energia limpa.”¹⁸ mas por que exatamente esse tempo poderia ser diferente para o hidrogênio, só porque os veículos elétricos foram tão bem sucedidos? Que lógica justifica este salto conceitual?

No mínimo, o sucesso das baterias de íons de lítio e dos veículos elétricos mostra que o hidrogênio não é necessário em muitos locais onde foi anteriormente proposto, com as baterias a serem utilizadas tanto em caminhões como em pequenas aeronaves, há muito contempladas como segmentos de mercado seguros para o hidrogênio.¹⁹ Se as baterias capturaram a maior parte destes segmentos de mercado para a tecnologia energética, então porque é que precisamos de hidrogênio? Os proponentes do hidrogênio fazem repetidamente um “argumento de adjacência de tecnologia limpa” para o combustível: acreditam que o sucesso das baterias em várias aplicações justifica o investimento em Hidrogênio, mas não há lógica óbvia para este salto conceitual, uma vez que as baterias parecem estar a ganhar. As empresas de combustíveis fósseis empregaram o argumento da adjacência da tecnologia limpa de forma mais agressiva do que quase qualquer outra indústria.²⁰

Uma vez que o hidrogênio é semelhante ao metano (ambos são gases que libertam calor quando reagidos com oxigênio), permite às empresas petrolíferas reutilizar algumas das suas infra estruturas petroquímicas para a nova economia energética e alavancar conhecimentos técnicos históricos. O hidrogênio é mais interessante para as empresas petrolíferas do que para as baterias, porque elas sabem melhor como controlá-lo utilizando as infraestruturas existentes e a experiência técnica. Mas as empresas petrolíferas têm as mesmas ideias sobre o hidrogênio que os tecnólogos têm há décadas?²¹

Para dissecar essa questão, vamos examinar as principais vias propostas para a produção de hidrogênio. Segue se um esquema das diferentes formas como o hidrogênio pode ser produzido a partir de diferentes matérias primas. No discurso popular, esses produtos de hidrogênio são diferenciados por significantes de cor. Em 2019, 95% do hidrogênio era castanho e preto (proveniente do metano e do carvão), o que não se alterou significativamente no último ano.^{22, 23, 24}

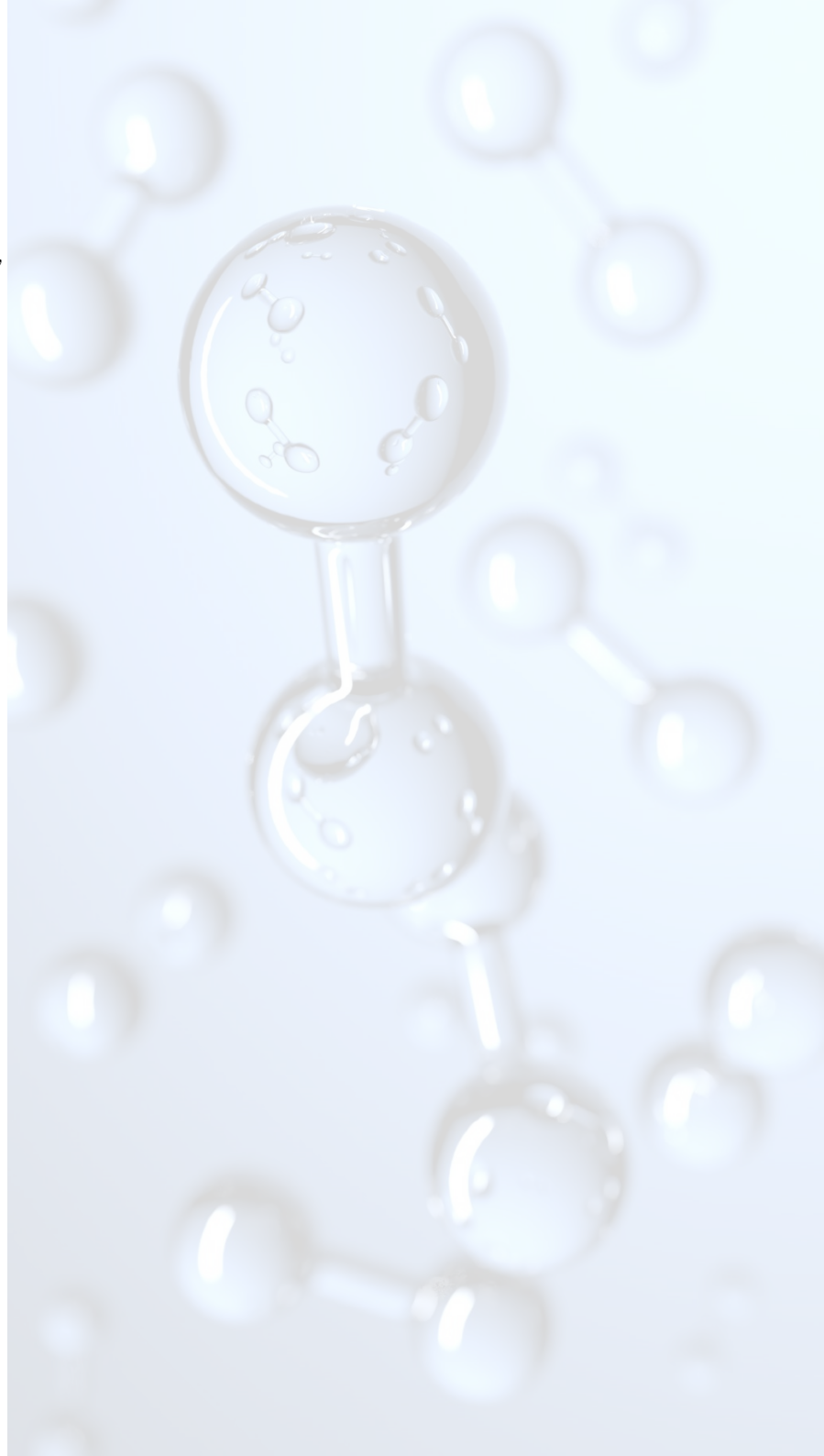
O hidrogênio azul e verde parecem ser oportunidades convincentes para ajudar na descarbonização, transportando energia como hidrogênio e libertando a onde for necessário. O hidrogênio verde tem sido um projeto de paixão dos tecnólogos desde a década de 1970, mas historicamente não tem sido capaz de competir economicamente com o hidrogênio castanho e negro porque as tecnologias eletrolisadoras que o permitem não são fabricadas em massa, pelo que são demasiado intensas em termos de capital.²⁵



Embora o hidrogênio seja certamente necessário para produzir produtos químicos como a amônia, dos quais dependemos para fertilizantes, há uma série de questões técnicas com as várias visões da utilização do hidrogênio como tecnologia energética. Algumas delas incluem:

O vazamento de metano é um grande problema com a extração e o transporte de metano. Nos sistemas de hidrogênio azul, este problema não está incluído no âmbito de aplicação das empresas de combustíveis fósseis. Para o contexto, as normas relativas às emissões de metano provenientes das infraestruturas dos EUA são tão más que a França rejeitou recentemente a venda de mais metano fracking Americano na Europa.^{26, 27}

O hidrogênio não pode ser substituído em partes da rede de gasodutos de metano em concentrações elevadas, uma vez que fragiliza os materiais de que esses tubos são feitos. Isso significa que seria necessário construir uma infraestrutura significativa para movimentar o hidrogênio, o que os veículos elétricos não precisam porque a maioria dos edifícios já tem eletricidade. O hidrogênio de baixa pressão tem uma densidade volumétrica de 4% menos energia do que o metano, o que significa que algumas das funções úteis dos gasodutos de metano não podem ser replicadas com hidrogênio. Os tubos de média e alta pressão teriam de ser substituídos, mas todos os compressores da rede também teriam de ser substituídos de qualquer forma, em parte porque o consumo de energia para o movimentar aumentaria por um fator de três.^{28, 29, 30} O hidrogênio azul parece bom em teoria, mas há um problema. Não existe. Mais especificamente, a captura e armazenamento de carbono (CCS) não existe de forma significativa à escala comercial. Se a CCS for viável ou precisar de se tornar viável, os governos devem obrigar todos os grandes fluxos de CO₂ (como Centrais Elétricas e operações químicas já existentes) a utilizar a CCS. Isso resolveria em grande parte a crise climática. No entanto, as empresas de combustíveis fósseis não promovem o CAC obrigatório porque sabem que isso tornaria a utilização dos seus produtos de hidrocarbonetos demasiado dispendiosa, destruindo assim os seus negócios e acelerando a transição para tecnologias energéticas não hidrocarbonetos. Além disso, o CCS convencional num contexto de hidrogênio azul provavelmente apenas capturaria mais de 70% do CO₂, e o restante seria emitido a menos que processos mais sofisticados, como a reforma autotérmica oxícombustível, fossem substituídos.^{31, 32} Na medida em que a energia é necessária para converter água ou metano em Hidrogênio, essa energia pode ser convertida em eletricidade e entregue diretamente às rodas de um veículo elétrico, em vez de passar por um hidrogênio químico intermédio, perdendo energia a cada conversão. Por exemplo, seria necessário construir cerca de 3 turbinas eólicas adicionais para alimentar uma frota de veículos com células de combustível (30% de eficiência) em comparação com uma frota de veículos elétricos (90% de eficiência) apenas com base na quantidade de energia perdida ao longo do



Caminho do vento para a roda. Esta é uma das razões pelas quais a conversão de toda a frota de veículos da Europa em Hidrogênio consumiria mais energia renovável do que toda a sua procura de eletricidade em 2019.³³

Não existe uma infraestrutura de transporte de hidrogênio da mesma forma que existe uma vasta infraestrutura global de transporte de eletricidade. Segundo a IRENA, apenas 15% do hidrogênio na Europa deixa hoje o local onde é produzido, o que significa que é totalmente consumido na sua origem. Isso diminui drasticamente a proposta de valor do transporte terrestre movido a hidrogênio e é uma das principais razões pelas quais há um número de um dígito de veículos com células de combustível disponíveis, mas centenas de Veículos Elétricos no mercado em 2021.³⁴

Então, por que a indústria de combustíveis fósseis está tentando convencer os alocadores de capital de estímulo Covid 19 em governos de todo o mundo a financiar novos projetos de hidrogênio? As empresas de OG compreendem seguramente as principais desvantagens do hidrogênio para os transportes e outras novas utilizações do sistema energético onde não é atualmente utilizado. Com base em realidades técnicas e comerciais, acreditamos que as suas mensagens sobre o hidrogênio devem ser vistas como desinformação. A história do hidrogênio promovida pelas empresas de combustíveis fósseis é um novo capítulo na sua campanha multigeneracional "FUD" para preservar a rentabilidade da extração e processamento de hidrocarbonetos, especificamente o metano.

Mais precisamente, trata-se de um golpe de risco e troca.

A maioria das pessoas pensa em Hidrogênio verde quando pensa em Hidrogênio. Mas as empresas de combustíveis fósseis estão a sugerir que a "economia do hidrogênio" pode começar a funcionar com hidrogênio castanho, depois mudar mais tarde para hidrogênio azul, e ainda mais tarde para hidrogênio verde, à medida que a tecnologia CCs e, finalmente, eletrolisadora se torna menos dispendiosa. Apesar das baixas emissões teóricas de CO₂ do hidrogênio azul (assumindo que as fugas de metano são resolvidas, o CCS desenvolvido e pago, as infraestruturas de transporte de hidrogênio desenvolvidas, etc.), eles sabem que será sempre mais barato simplesmente despejar o CO₂ na atmosfera do que capturá-lo. Portanto, eleitores e investidores podem pensar que estão recebendo hidrogênio verde financiado por pacotes de Ajuda à Covid 19, mas na verdade estão sendo propostos com hidrogênio azul poluente e provavelmente acabarão com mais hidrogênio marrom.

Mudar mais tarde para hidrogênio azul e verde não faz sentido, porque não é assim que funciona o CAPEX. Quando um grande projeto, como uma fábrica de produtos químicos ou uma mina, é construído, custa centenas de milhões a milhares de milhões de dólares. A razão

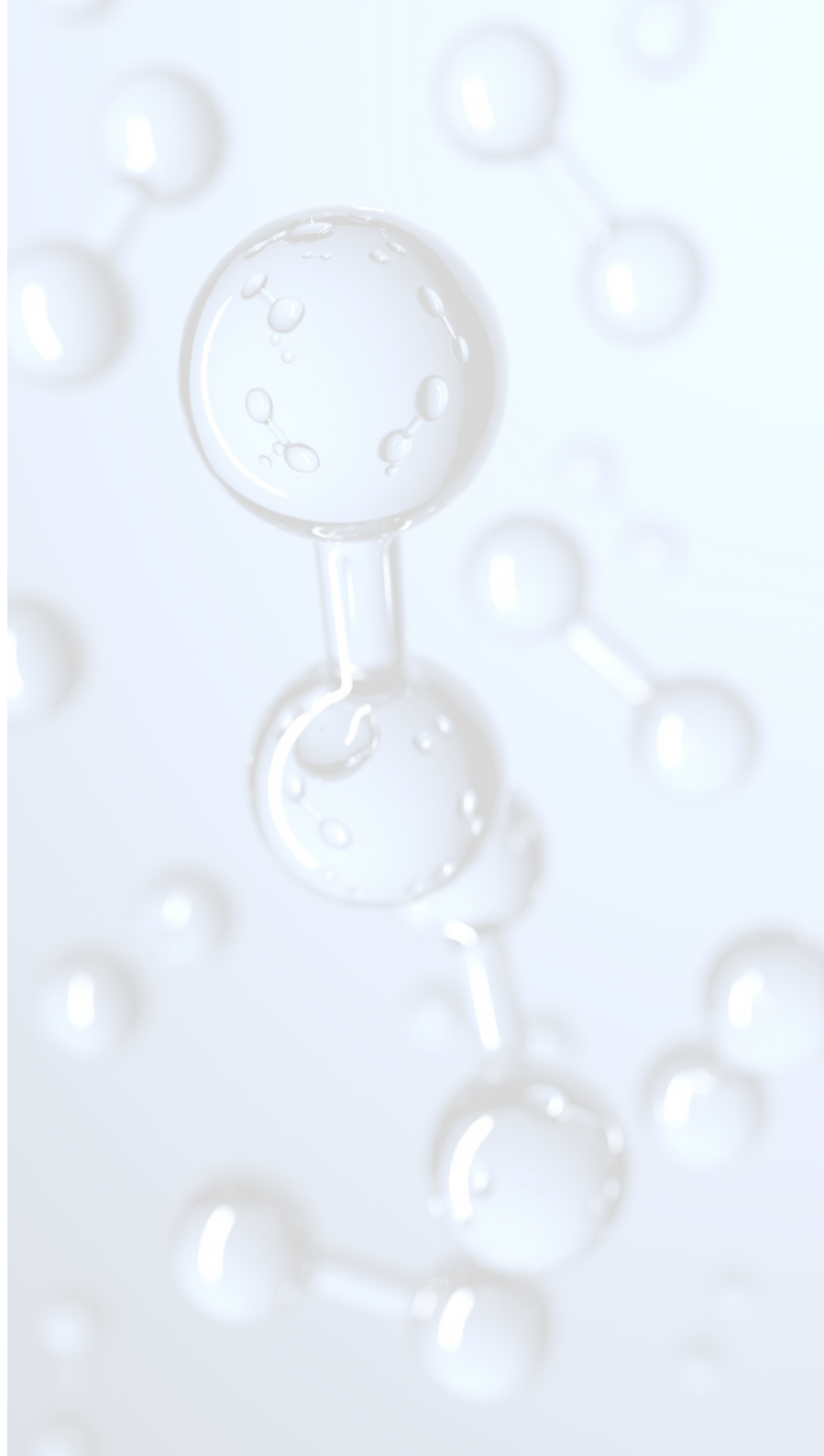


pela qual os investidores dão dinheiro para construir grandes projetos é porque depois de pagarem por si mesmos depois de alguns anos, os investidores continuam ganhando dividendos da operação por décadas. As fábricas de produtos químicos não são construídas por 5 10 anos e depois desligadas. Eles são construídos por 20 50 anos. Assim, A infraestrutura De Hidrogênio construída na década de 2020 quase certamente continuará operando por décadas. Se for hidrogênio castanho, isso representaria emissões significativas de CO2 contínuas para as quais não temos um orçamento de carbono.

A escala relativa dos investimentos históricos em novas tecnologias energéticas por parte das empresas de combustíveis fósseis corrobora o fato de que é pouco provável que aumentem a CCS ou mesmo resolvam problemas de fugas de metano em breve. A Exxon afirma ter investido cerca de US\$10 bilhões em PD de tecnologia de energia de baixo carbono desde o ano 2000, ou cerca de 0,2% de sua receita nesse período.^{35, 36} enquanto isso, a Tesla levantou US\$12 bilhões em 2020 sozinho³⁷ e a LG Energy Solutions se comprometeu a investir US\$10 bilhões em um novo projeto de fabricação de baterias na Indonésia em dezembro de 2020.³⁸ a Exxon poderia estar investindo muito mais. Os seus pequenos compromissos com o desenvolvimento tecnológico em comparação com outras empresas demonstram que nunca se preocupou realmente com o avanço das novas tecnologias energéticas ou com a redução das emissões de CO2. De fato, em 2020, um documento vazado da Exxon mostrou que a empresa realmente planeja continuar investindo em combustíveis fósseis e até aumentar as emissões na década de 2020!^{39, 40}

A Exxon e a maioria das outras empresas de combustíveis fósseis nunca o fizeram, atualmente não o fazem e nunca se preocuparão em mitigar as mudanças climáticas. Eles só se preocupam em maximizar o valor de seus ativos históricos e infraestrutura para impulsionar as capitalizações de mercado. As baixas de avaliação de ativos prejudicariam o preço das ações, portanto, em certo sentido, eles estão cumprindo seus deveres fiduciários de primeira ordem para com seus acionistas para garantir que possam extrair valor dos ativos de metano.⁴¹ isto pode parecer assustador e sádico, mas é característico e os incentivos são claros.

Quando desafiados em seus planos de longo prazo para o hidrogênio, os argumentos de adjacência de tecnologia limpa das empresas de combustíveis fósseis para o hidrogênio desmoronam principalmente. Para que o hidrogênio verde floresça, temos de nos lançar inteiramente nele agora, não mais tarde. Isso é necessário para alcançar economias de escala para a fabricação de eletrolisadores, o que reduzirá o custo do hidrogênio verde, assim como a Tesla conseguiu reduzir o custo de fabricação de Veículos Elétricos na década de 2010, concentrando se neles. Infelizmente, o hidrogênio carece de mercados transitórios de elevado valor, como



os telemóveis e os portáteis, que foram o que levou as baterias de íons de lítio de esquisitices de alto custo a uma escala comercial para os veículos elétricos em apenas duas décadas.

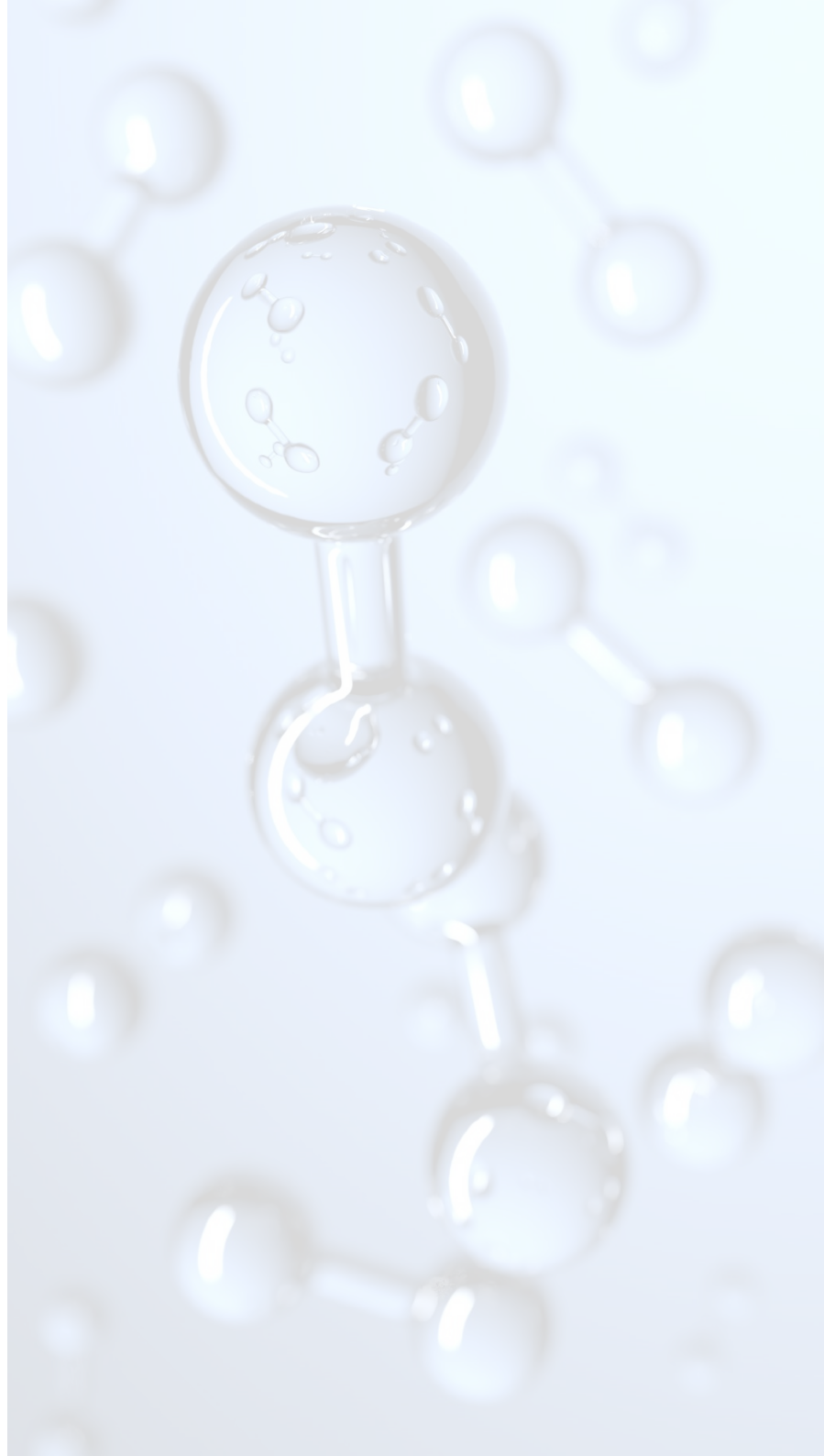
As empresas de combustíveis fósseis dificilmente escondem a sua falta de interesse a longo prazo pelo hidrogênio verde. Seria absurdo dar lhes um lugar à mesa e permitir lhes Orientar os afetadores de capital para a construção de infra estruturas de hidrogênio castanho. A Tesla não solicitou aos fabricantes de automóveis incumbentes conselhos sobre como fabricar veículos elétricos. Concentraram-se no desenvolvimento tecnológico dos primeiros princípios, forjaram o seu próprio caminho e até evitaram práticas convencionais e históricas de fabrico de automóveis para não serem contaminadas com estruturas antiquadas de resolução de problemas.⁴²

Se as empresas de combustíveis fósseis querem sobreviver, têm de criar valor para os acionistas de baixo carbono e a longo prazo. Existem algumas maneiras de fazer isso, incluindo: Pare de desperdiçar tempo e energia tentando enganar a União Europeia e outros governos para que usem o Alívio Da Covid 19 para prolongar a vida útil dos ativos de metano.^{43, 44}

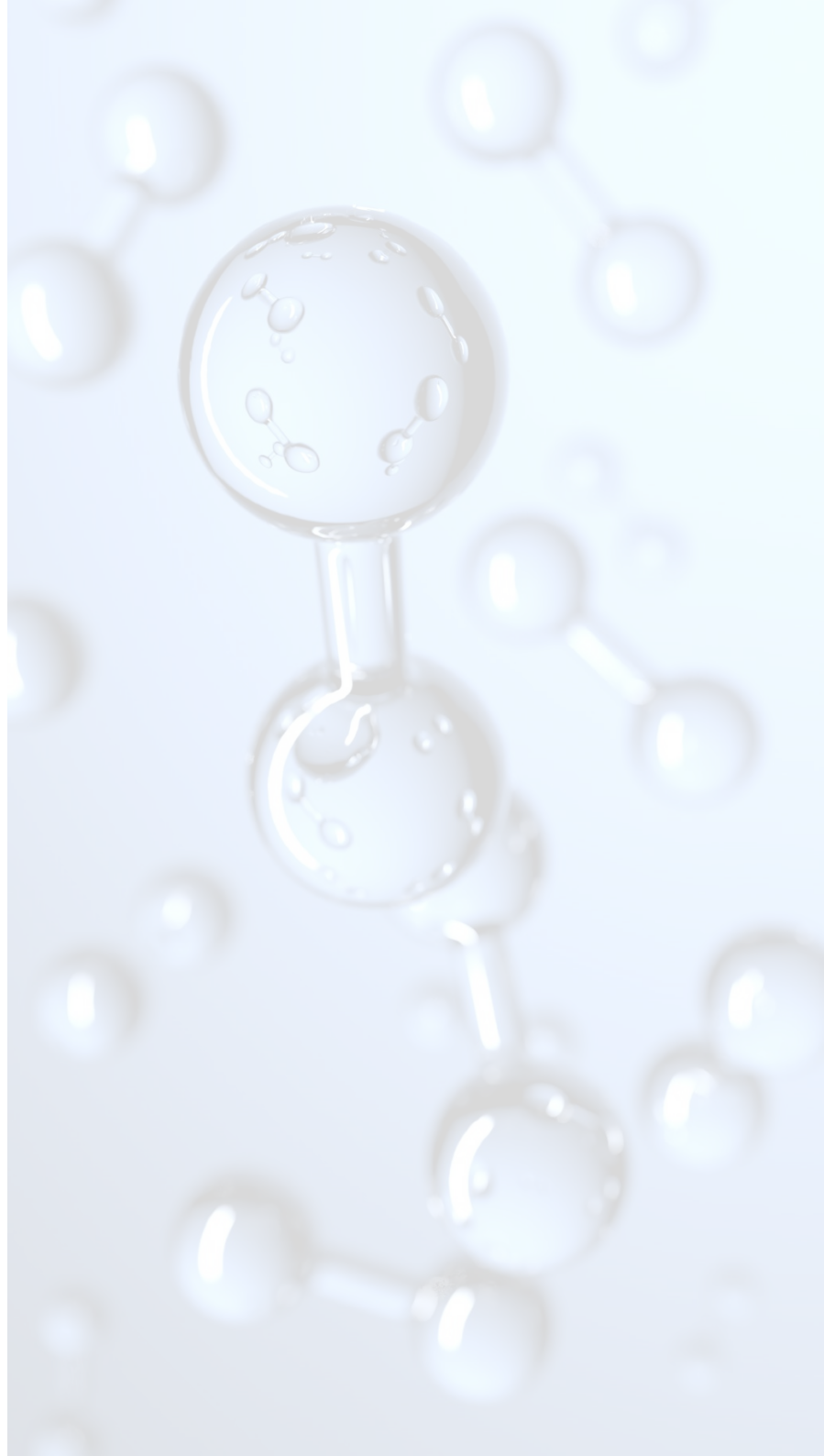
Ceda graciosamente a liderança em tecnologia energética às baterias e às energias renováveis. Tornar se empresas químicas. Duplique o hidrogênio verde para o processamento químico, como a síntese de amoníaco para fertilizantes. Encontrar novos mercados sensatos para o hidrogênio como reagente químico e não como produto energético. O hidrogênio, tal como todos os produtos químicos e intermediários, tem de ser descarbonizado, e o hidrogênio verde é a melhor forma de o fazer, uma vez que os preços do vento e da energia solar continuam a baixar.^{45, 46, 47}

Utilizar conhecimentos técnicos de perfuração e conclusão de poços para aumentar a energia geotérmica ou outras indústrias não hidrocarbonetos que necessitem de manobrar cirurgicamente fluidos subterrâneos.^{48, 49, 50} as empresas de OG poderiam também aproveitar a sua experiência na gestão de grandes projetos de capital para ajudar a construir as indústrias extrativas necessárias ao fabrico de produtos electrónicos e de baterias. Isso inclui o investimento em projetos de extração e processamento de lítio, níquel, manganês, cobalto e grafite.^{51, 52, 53}

Ser o parceiro limitado da transição energética. Depois que os preços do petróleo se recuperarem totalmente da pandemia de Covid 19 em 2021 2022, as empresas de OG de baixo custo serão lucrativas por mais alguns anos até que a demanda comece a cair devido à maior penetração no mercado de EV. Esse lucro poderia ser utilizado para investir passivamente em novas tecnologias e projetos de sistemas energéticos, como a eletricidade, que emite menos de 40 gco2/kWh, e projetos de armazenamento de energia, como as explorações de baterias.⁵⁴



Devido ao efeito de "desmaterialização" associado à transição energética,⁵⁵ haverá menos receitas operacionais a recolher no novo sistema energético do que na produção de combustíveis fósseis. Assim, apenas as empresas de combustíveis fósseis que agora procuram estas oportunidades poderão continuar a existir dentro de uma ou duas décadas. É por isso que chamamos o hidrogênio de seu "último" grande golpe: esse golpe não funcionará. Refs. citadas



Outras Formas Armazenamento

No contexto de uma sociedade em transição para um sistema energético verde, o hidrogênio tem sido apresentado como uma das opções enquanto tecnologia verde, ou seja, limpa, renovável e ecológica. No entanto, é importante considerar que todo o desenvolvimento e promoções a respeito do hidrogênio verde, na verdade, não acontece de forma isolada sem ligação com toda a cadeia produtiva de energia, e, mais ainda, do movimento para buscar energias que não ameçam a sobrevivência da humanidade.

Também é importante lembrar que a distinção entre as fontes de energia (quase todas ligadas ao sol) ocorre na forma como são armazenadas, transportadas e no seu aproveitamento após esta ser gerada. Mas para atender a questão de mobilidade é preciso transportar e armazenar a energia longe dos locais onde ela foi gerada. Por isso a questão das formas de armazenar é importante. Nesse sentido é importante entender que hidrogênio e amônia são formas de armazenar energia, não confundir com fontes de energia.

Continuando Estudar

Baterias

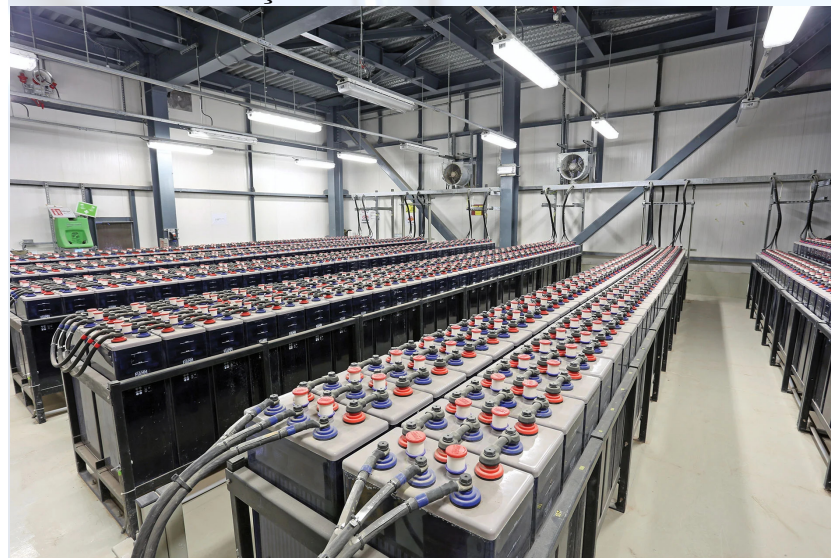
Baterias são necessárias para diversos tipos de equipamentos, veículos, e, principalmente, para armazenar energia. As baterias armazenam energia que será disponível na forma de eletricidade (corrente contínua). Estamos acostumados com uso de baterias descartáveis (baterias de lâmpadas com prazo de um mês, ou pode ser por mais tempo para baterias para carro). Imagina o volume de metais que a sociedade joga fora na forma de baterias. No caso de baterias mais modernas, elas usam lítio ferro. Após o uso, metais raros como lítio ou cobalto são descartados no lixo.

Baterias com pequenas cargas e baixo prazo de validade é uma coisa, mas baterias para auxiliar no abastecimento estável de distribuição elétrica para um bairro ou cidade, claramente é outra coisa. Na verdade, não existem baterias enormes com capacidade de armazenar GigaWatts. Na foto acima é mostrado o maior sistema da Austrália, implantado recentemente, com capacidade de 25Mw/50MWh, construído com auxílio financeiro do governo de U\$25 milhões. 25MW é suficiente para abastecer por volta de 1500 casas. E 50WHh significa que a bateria pode fazer isso por 2 horas. Isso é suficiente para auxiliar a manter a rede local durante flutuações menores. Mas um sistema para segurar energia por uma pequena cidade por semanas, ainda estamos longe disso.

Esse é um exemplo onde um sistema descentralizado pode ser bem mais eficiente. Por exemplo, no caso mostrado, imagina que o governo local distribui uma boa bateria (e um



Gannawarra Instalação - Austrália .



Banco de Baterias

inversor) para cada uma das 1500 casas,... será mais barato e mais útil do que a instalação de um grande sistema centralizado!

Água Elevada

Quando acontece de gerar um excesso de energia, o excesso pode bombear água por uma represa mais alta. E quando o sistema gerar um déficit, é possível liberar a água da represa para passar por uma turbina e gerar energia! Imagina que a água liberada fica em uma outra represa, até ser bombeada acima de novo. Um sistema fecha!

Isso funciona, mas de novo, os desafios são as condições e lugares certos (com boa declividade, água no início e escala). Com altitude de 500m. e a eficiência das turbinas, é preciso liberar 45.000 m³ da água para gerar o equivalente a 50Mwh citado acima. Isso equivale a uma grande represa,... para abastecer as 1500 casas por 2 horas!

Lembrar, que a água nessa grande represa é só para segurança de energia, ela não pode ser usada para beber ou para plantios de safras, para animais domésticos ou silvestres beberem. Para segurar a energia, em geral, metade da água disponível será utilizada,..... e não será disponível para produzir alimentos ou manter o ecossistema local!

Ar Comprimido

Em escala pequena, é possível comprimir o ar com uso de diversas ferramentas para tal. Isso pode ser útil em escala doméstica, mas será muito difícil desenvolver em escala maior. Pode ser em regiões com cavernas profundas, em rochas bem duras e impermeabilizadas. Mas no geral, não é uma boa opção considerando a questão de escala.

Volantes de Momentum

Volantes grandes podem armazenar energia na forma de momentum (movimento). De novo, isso pode ser estratégia útil em fábricas ou usinas locais, mas não tem aplicabilidade em escala.

Baterias por Calor

Outra tecnologia que está sendo desenvolvida são baterias por calor. Depósitos altamente isolados, com bloco de puro carbono bem denso. Isso pode ser aquecido até temperaturas bem altas, e armazenar o calor por dias,.... e posteriormente, podem ser utilizados em operações que necessitam de calor (produção de vidro ou ferro) ou para gerar eletricidade. Ainda a eficiência desse sistema não está clara, mas pode se prever que no futuro eles possam ter escala



Volante de Momentum .



Ar Comprimido Comercial

e ser uma opção extra no manejo de energia pós petróleo.

Bateria por Gravidade

 [Bateria por Gravidade](#)



Bateria por Calor



Bateria por Gravidade

O Projeto do Ceará

Após pesquisar e estudar os diversos componentes dos sistemas energéticos e buscar entender as conexões entre energia, materiais e economia, conseguimos obter elementos que auxiliam a fazer uma avaliação mais crítica e informativa acerca do projeto atualmente promovido pelo Estado do Ceará, em consórcio, com um grupo comercial da Austrália, a Fortescue Future, que é parte do Fortescue Metais.

Aqui apresentamos o link para a descrição do projeto que foi recentemente publicado na página de web do Governo do Estado do Ceará. Vamos fazer uma breve avaliação do projeto!

[Como será a usina de Hidrogênio Verde da Fortescue .](#)

[RIMA HUB do Hidrogênio Verde, PECÉM](#)

Continuando a Estudar

Dessalinização

O projeto da Fortescue Future descrito na página de Web do Governo do Estado do Ceará, começa com a necessidade de dessalinizar a água do mar. Isso consome pouca energia, mas o projeto planeja consumir 106.174 toneladas por dia de água do mar, o que resultará em água doce e 55.318 toneladas por dia de chorume tóxico (alto nível de sal). Os documentos não explicam o que acontecerá com esses chorume,...onde ele será descartado? vai contaminar onde?

Amônia

Por eletrólise, a água doce consome 2100MW para gerar 837 toneladas de gás hidrogênio, que será processado com 5103 toneladas do ar, para gerar 4725 toneladas de amônia, por dia.

A documentação disponível não mostra de forma clara se o projeto usará o antigo processo de Haber Bosch para produzir a amônia ou se o projeto aproveitará a tecnologia moderna de células reversas de nitrogênio.

Isso leva a outra questão. As possibilidades (Haber Bosch ou célula reversa de nitrogênio) são plantas caras e não podem ser simplesmente ligadas quando tem vento ou sol, e desligadas a noite ou quando não tem vento. Elas funcionam 24 horas por dia. O que significa que 60 - 70% do tempo delas será consumindo eletricidade da planta termoeletrica (gerando hidrogênio preto) e pode ser 30% do tempo gerando hidrogênio verde.



O QUE VOCÊ PRECISA? Ex: IPVA, Conta de Água, Hospitais, Notícias... OUVI ESTAC

ENERGIAS RENOVÁVEIS
Com grande potencial em energias renováveis, o Ceará está se tornando a Casa do Hidrogênio Verde

1 DE JANEIRO DE 2024 - 10:28 | #Ceará #Energias Renováveis #Hidrogênio Verde #Potencial
Joanna Cruz - Ascom Casa Civil - Texto
Carlos Gibaja - Casa Civil - Foto

Já são mais de 30 acordos com empresas que querem investir em H2V no Estado

Exportando

Essa amônia será transportada do porto do PECÉM e exportada ao Porto de Rotterdam/Alemanha (observe na primeira foto, a logo do Porto de Rotterdam na entrada do Hub hidrogênio verde do PECÉM)). O Porto de Rotterdam tem planos para construir um "cracker" (instalação química enorme) com capacidade para transformar até 1 milhão de toneladas de amônia até hidrogênio gás. Esse hidrogênio será utilizado principalmente como uma química em usinas químicas no entorno do porto (porque transportar hidrogênio é problemático, e até hoje, todo o hidrogênio produzido é utilizado "on site". Então, esse projeto da Fortescue vai gerar muito lucro para a Fortescue, vai abastecer a Alemanha com parte de seu consumo de química de hidrogênio, mas por quê a participação do Ceará?

O que o Ceará vai receber de volta? além do problema de centenas de toneladas de chorume tóxico? a planta vai consumir 3GW (GigaWatts) de energia, e imaginamos que o Estado do Ceará vai vender isso, mais é provável que seja por um preço bem em conta. Mas, como o projeto vai beneficiar o povo do Ceará mais do que essa venda?

Consumo de Energia

O [Relato da ANEEL, 2022](#) A ANEEL relatou que o Ceará tem 102 projetos de energia eólica e energia solar produzindo 2,48 GW, o que representa 48% de sua matriz energética de 5,14GW. O [relato publicado no Diário do Nordeste, 2023](#) explica que o HUB Hidrogênio Verde da Fortescue vai produzir 1,3 GW na forma de amônia além do consumo de 3GW de energia do PECÉM. Então, em resumo, o projeto "Hidrogênio Verde" vai consumir toda a energia renovável gerada no Ceará, e ainda mais. E vai exportar esses 1,3GW de amônia para Alemanha. Sendo que o projeto estará consumindo uma parte da energia não renovável do PECÉM, será melhor referir a esse projeto como "Hidrogênio Marrom" e não "Hidrogênio Verde".

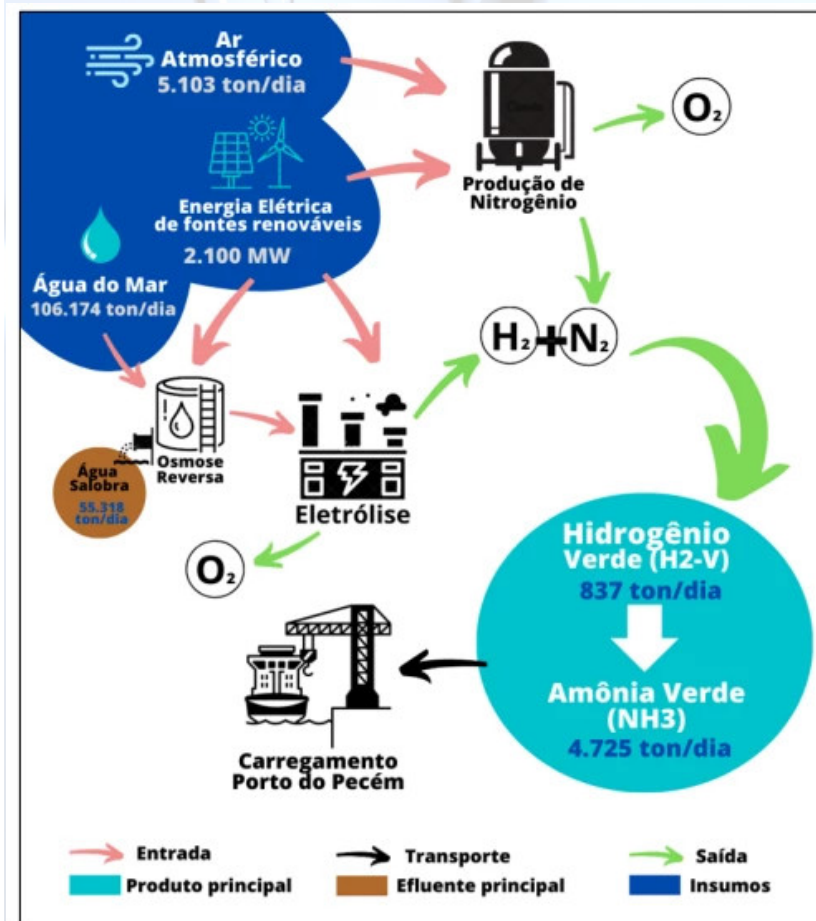
Emissões de GEE

O projeto é verde?

Como notado acima, uma parte significativa da eletricidade consumida é oriunda da termelétrica do PECÉM, e, nesse sentido, o projeto por definição não é verde.

Após a produção de amônia, ela será exportada para Alemanha por navios. Sabemos que o transporte por navios internacionais é uma das indústrias mais sujas em termos de geração de GEE. Então, por isso, o projeto está longe de ser verde.

Na Alemanha, a amônia será queimada para produzir energia. Nesse processo libera



Projeto Energia Verde/Fortescue

dióxido de nitrogênio, que é um GEE bem forte.

Para implementação desse projeto o consumo de energia não é renovável, o transporte para exportação e uso final tem alto nível de geração de GEE. É difícil entender como esse projeto pode ser considerado verde, pois em nenhum momento ele é verde!

O Futuro para o Ceará

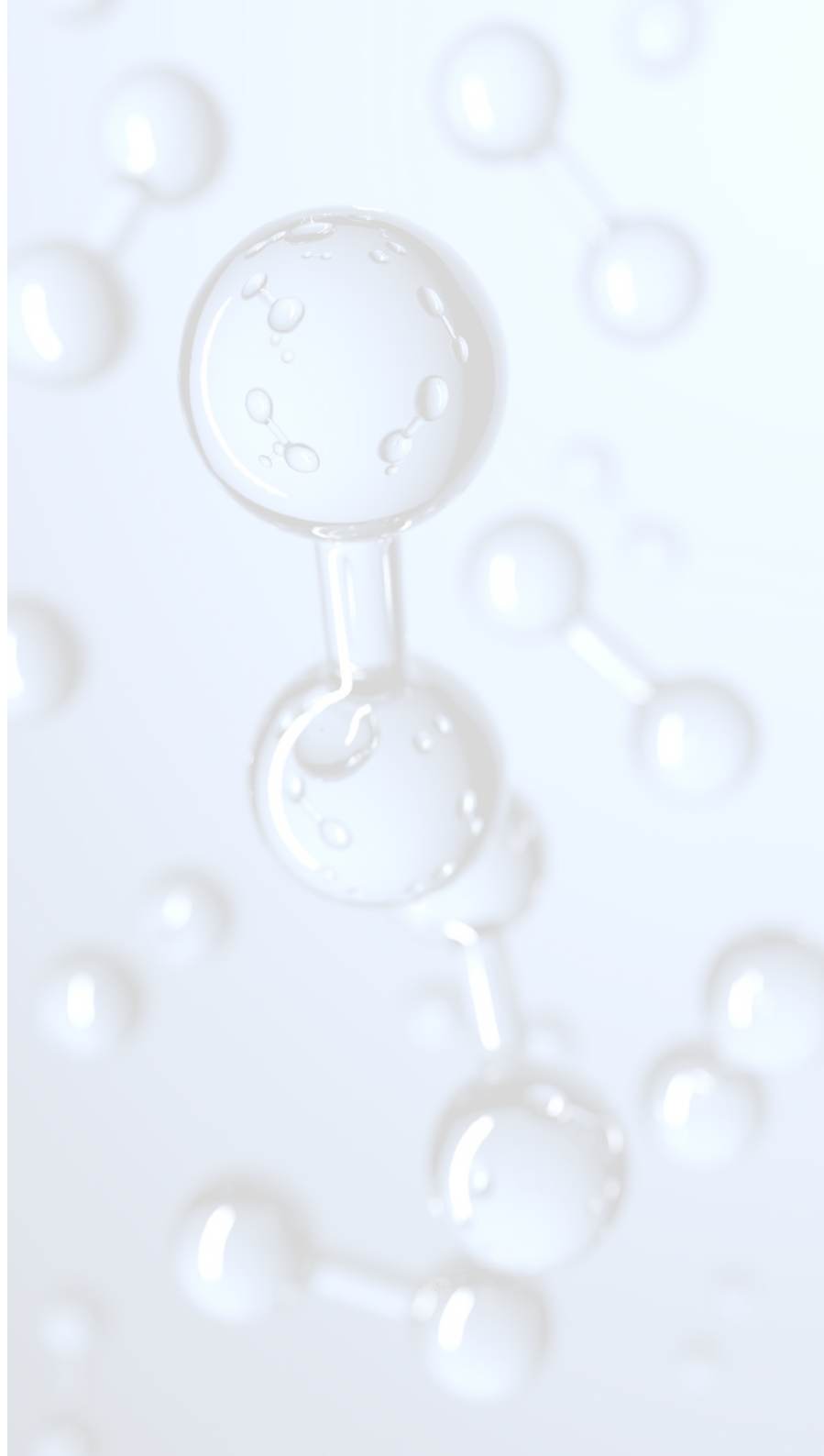
Como estudamos no início da eletiva, o mundo, por necessidade, está no momento de transição energética, e, esperamos que isso seja uma transição na direção mais verde/ecológica. Uma grande parte dessa transição incluirá o desenvolvimento e uso de carros elétricos. Considerando que esse projeto vai vender mais da metade da capacidade da geração de eletricidade para a Alemanha, o Ceará ainda terá energia elétrica suficiente para adotar carros elétricos? Se vender a maior parte para a Alemanha, o que será usado para os carros locais? Ou o Ceará vai ficar preso em carros que usam petróleo enquanto nossa energia estará sendo vendida e consumida na Alemanha?

Outras Noticias sobre o Projeto Ceará

[EDP produz sua primeira molécula](#) Diário do Nordeste, 26/8/2024 apresenta fala da Presidente Dilma (2015) com proposta para estocar o vento. O artigo explica que a forma mais utilizada no Brasil é armazenar a água em altitude. Mas como o hidrogênio pode ser útil nesse sentido? O artigo mostra claramente que o "estoque" é para balancear a rede pública em momentos de demanda, de pico, e, não para ser distribuída para o público e seus carros. Isso tem sentido, enquanto um mecanismo para manter a segurança da rede elétrica.

[Ceará receberá a primeira usina de hidrogênio](#) Governo do Ceará, 1/9/2021 anuncia um projeto com EDP Brasil, e, fica claro que o hidrogênio será exportado (não fica claro em que forma). Ao final do artigo, é citada pesquisas relativas a "transportes rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo". Em 2022 isso ainda foi uma possibilidade, mas hoje o mundo está andando na direção de caminhões, navios costeiros e aviões de distâncias curtas serem diretamente elétricos, enquanto que aviões de longa distância e navios internacionais serão de biocombustíveis. O hidrogênio não está sendo considerado em forma séria para mobilidade. Mesmo com os petroleiros promovendo isso.

[Hidrogênio verde: capacidade de transmitir energia pode ser gargalo](#) Jornal O Globo de 17/9/2023, esse artigo apresenta questões burocráticas federais a respeito da distribuição de energia. Na verdade, o artigo é pouco confuso, no sentido de que ele fala da produção de hidrogênio verde e depois fala de aprovações burocráticas de linhas de transmissão. Linha



de transmissão, parece que estão falando de linhas elétricas. É óbvio que por razões técnicas, transferir hidrogênio por tubos é quase impossível. De novo, podemos entender que a proposta é armazenar hidrogênio durante o dia, e transferí-lo de volta à eletricidade (com 27% de eficiência) para transmití-lo a noite,....de novo, efivamente balancear as redes de outros estados. Isso pode ter sentido, mas não tem nada a ver com carros ou caminhões/ônibus a base de hidrogênio. Balancear as redes tem sentido.

[Primeira molécula de Hidrogênio Verde produzida no Brasil é lançada no Ceará](#) Estado do Ceará, 1/1/2023 anuncia a primeira produção de hidrogênio verde do Brasil. O artigo fortemente liga esta produção como o ZPE (Zona de Processamento de Exportação do Ceará) então, entendemos que esse projeto é para exportar nossa eletricidade limpa, e deixar os Cearenses consumir eletricidade suja! O artigo fala hidrogênio "considerando um combustível universal",... mas não explica de onde vem esta consideração. Os engenheiros químicos não acham isso. Os geólogos não acham isso. Mas os petroleiros que estão vendendo hidrogênio cinza (que produz MUITO GEE), eles acham isso!

Qair começa a produzir Hidrogênio Verde

Aqui um publicação no Diário do Nordeste, 22/11/2023 anunciando novo contrato entre o Estado do Ceará e a empresa Francesa [Qair Internacional](#), ligada à geração de energia renovável, ligada ao hidrogênio verde. O artigo fala de três etapas dessa parceria:

- 1 Instalação do dois geradores de 2MW que consome hidrogênio verde.
- 2 Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento
- 3 Usina piloto de hidrogênio verde de 5MW

Observar que na primeira fase, será o consumo de hidrogênio verde (por isso, os geradores serão instalados no PECÉM, sendo que o hidrogênio é difícil de armazenar e/ou transportar) para produzir eletricidade por eventos e demandas extras. De acordo com alguns estudos sabemos que hidrogênio verde, além desse tipo de instalação pode ser utilizado para auxiliar a balancear as redes em momentos de pico de demanda. Isso é uma estratégia interessante, mesmo que não seja bem eficiente. Esperamos que esses geradores de eletricidade sejam células de hidrogênio e não geradores queimando hidrogênio, que polui com NOx/óxidos de nitrogênio e GEE fortes (o artigo e nem os dados da página da Qair explicam). Como estudado anteriormente, consumimos em volta de 50kW para produzir cada kilo de gás hidrogênio. Outros 3 kW para comprimir e armazenar. Quando usamos o hidrogênio em uma célula de hidrogênio, recebemos em volta de 15kW por litro. O processo tem eficiência de 25%. Por isso, propostas como carros a hidrogênio são essencialmente abandonadas globalmente (é mais eficiente, mais barato



Gerador da Eletricidade
[Artigo Original](#)

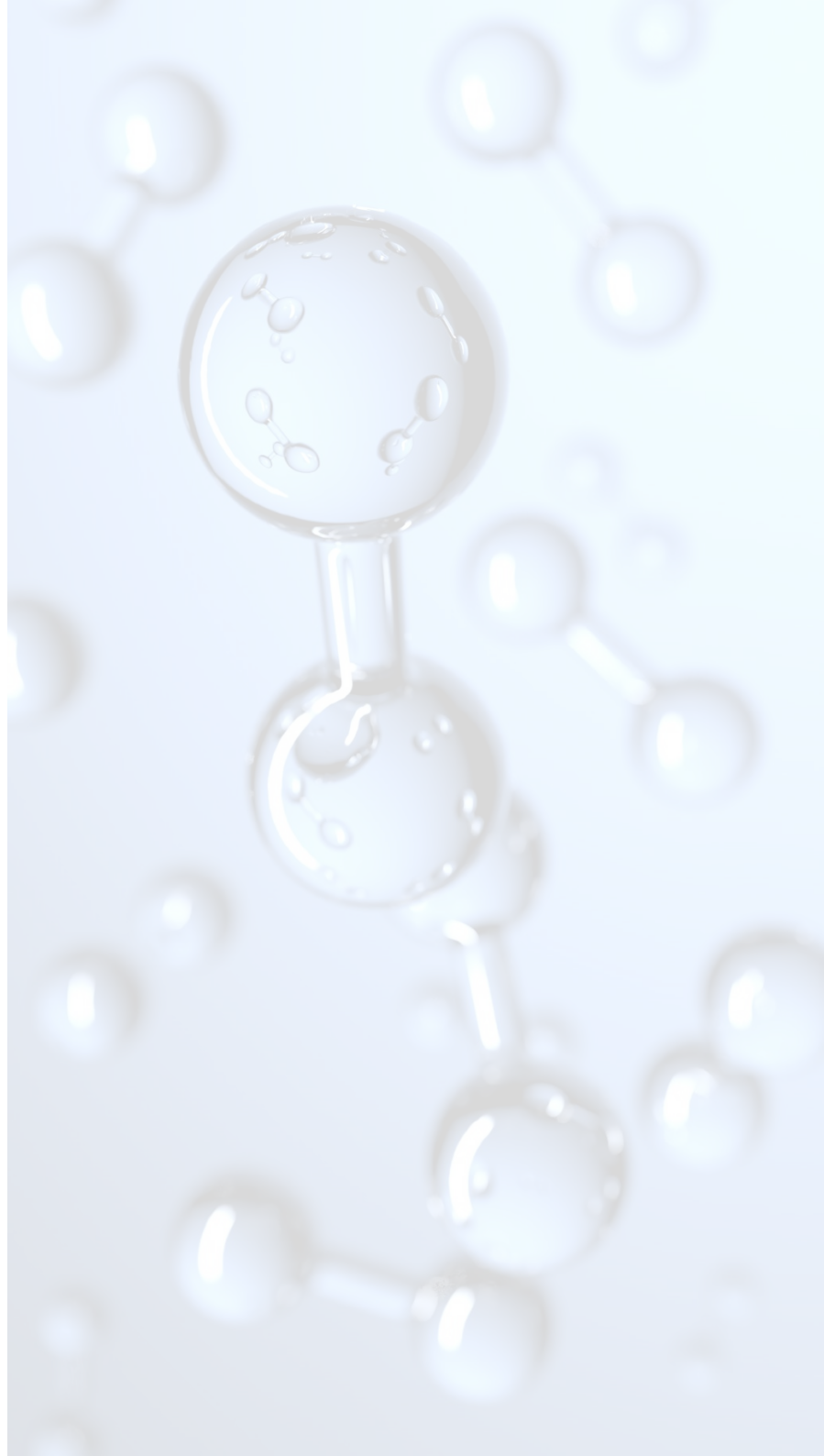
e ganha mais poder por carros diretamente elétricos). Mas, como uma estratégia emergencial para segurar o balanceamento da rede pública, tem sentido. Em momentos de emergência, eficiência energética não é a consideração primária. Por outro lado, é difícil entender como a empresa Qair vai lucrar com seus geradores só funcionando em momentos emergências.

A segunda fase do projeto está um pouco vago, pois o artigo não explica qual a pesquisa e desenvolvimento, imaginamos que esta será a respeito de hidrogênio verde.

A descrição da terceira fase, que é a produção de hidrogênio verde, aparece consumindo 5mW de eletricidade. Mas não fica claro, qual a finalidade desse hidrogênio. Como citado anteriormente, o hidrogênio está sendo abandonado quanto se trata de mobilidade por carros,....então, qual a finalidade do consumo de 5kW de electricidade?

Posteriormente, o artigo fala que o hidrogênio "é um gás já usado como fonte de energia para transportes e para a indústria". Como já estudado anteriormente, o hidrogênio é utilizado na indústria petrolífera e também para produção de adubos agrícolas, usado como química, não como energia. E, o uso "para transporte" ocorre onde? Quantos de nós tem carro a base de hidrogênio? Quantos de nossos amigos têm carro a base de hidrogênio? Quantos carros a base de hidrogênio estão rodando no Brasil?

Por exemplo, nos EUA em 2023, foram vendidos 2968 carros a base de hidrogênio, isso em comparação a 1.1 milhões de carros elétricos. ref. A direção do mercado é óbvio (Toyota, Hyundai, Volkswagen e BMW estão abandonando o desenvolvimento de carros a base de hidrogênio. Lembrar que na verdade, quem ainda está promovendo o hidrogênio a nível global são os petroleiros, sendo que 98% do hidrogênio produzido globalmente é a partir de gás natural (hidrogênio cinza) e que mesmo com tantas promoções o hidrogênio verde ainda é infinitamente pequeno,....e os petroleiros continuam vendendo seu hidrogênio sujo!



Adaptando ao Futuro

Até o momento estudamos de forma introdutória temáticas sobre energia e transição verde em diferentes aspectos e apresentamos alguns elementos acerca de possibilidades, restrições, lacunas, impactos e um pouco a respeito de inovações tecnológicas que poderão ser utilizadas no futuro. Nesta última aula vamos considerar as tendências futuras, enfatizando questões técnicas e também o sentido mais social e humano. Vamos buscar fazer reflexões de como poderá ser este futuro. Como será a sociedade no futuro? Quais tecnologias achamos que serão úteis?

Lembrando que todas essas temáticas estão relacionadas com as questões das mudanças climáticas, perda da biodiversidade, e, toda a teia de desafios que a humanidade está enfrentando. Devido as consequências decorrentes dos desequilíbrios de elementos essenciais para manutenção da vida no planeta e estrutura social é necessário ações emergenciais adaptativas e mudanças profundas em diversas dimensões e setores da sociedade.

A adaptação para o futuro, que está chegando bem rápido, é um tema amplo, e por isso, ele será desenvolvido como temática de uma nova UCE, em uma outra eletiva. Aqui só mencionaremos alguns elementos e propostas mais específicas ligadas com a questão energética.

Será importante notar que a maioria das falas dos políticos ou empresários (e até muitos ativistas ambientais) em relação aos desafios globais, principalmente, em relação às mudanças climáticas, transição verde e energia, demonstram ideias e discursos vagos, sem uma reflexão e avaliação crítica da realidade e sem considerar dados e fatos atuais. A maioria dessas pessoas gostam de movimentos empolgadores e falaciosos que faz parecer que suas colocações constam de fatos reais e resultantes de pesquisas e estudos científicos. Percebe-se que boa parte da população aceita a motivação e empolgação porque elas oferecem propostas simplistas, propostas que significam que o povo não precisa mudar nada, mesmo que nada disso seja real e que essas propostas normalmente consideram mais o lucro de empresários. O futuro será bem diferente do presente,...com mudanças profundas, sérias e existenciais.

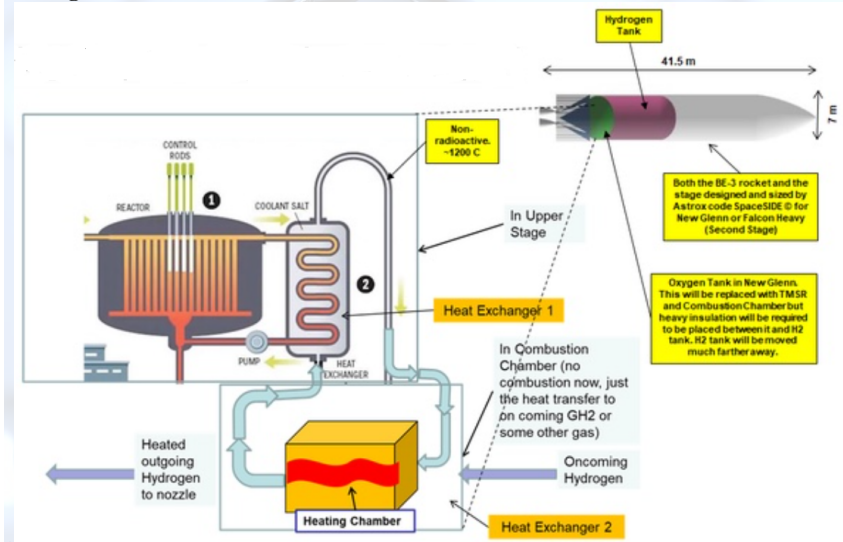
"Para cada problema complexo tem uma solução óbvia, clara, simples e errada!" H L Menkin (jornalista)

Continuando a Estudar

No contexto da transição verde propomos algumas ações que podem contribuir nas questões de adaptação ao futuro. Começaremos com considerações acerca das questões energéticas e depois chegaremos até questões sociais e mais amplas (sem seguir uma sequência ou hierarquia de importância): Reestruturação total da rede pública de eletricidade.

Criar séries de micro-redes interligadas e que possam receber suporte (balanceando) ou apagar.

▶ Não existirá energia para todos
Energias Renováveis sendo Construídas



Reator Nuclear Sali Liquido de Tório .



Protótipo funcionando na China [Copenhagen Atomics](#)

Algumas redes oferecem eletricidade com menos garantia de alta estabilidade, essas são utilizadas para iluminação e em aparelhos com demanda simples de energia (geladeiras, máquina de lavar roupa). Outras redes oferecem energia só em uma parte do dia (fábricas e usinas). Outras podem ser bem localizadas, oferecem garantia de estabilidade, pode ser em horários limitados, como em serviços de computação por bancos, serviços governamentais e serviços fundamentais saúde, segurança, dentre outros serviços.

Considerando as redes públicas, desenvolver uma indústria em volta de tecnologias que permitam às pessoas armazenarem energia quando a rede estiver funcionando para uso em outros momentos baterias modernas, micro eletrólise produzindo hidrogênio ligado às micro-células de hidrogênio, sistema de volantes de momentum, armazenamento em várias formas de cristais.

Também por questões das redes, as habitações terão insolação alta por conta de calor (perda ou ganho) para que parte da construção seja em âmbito de ambiente controlado tipo quarto seguro, mas segurança no sentido de frio ou calor.

Habitações serão feitas com materiais locais (madeira, barro, bambú...) e controladas em termos de tamanho, especialmente, os sistemas de energia, coleta de água e processamento de lixo.

As cidades serão otimizadas a receber e armazenar a água da chuva, e as habitações terão seu próprio sistema de coleta de água da chuva.

Nas áreas comerciais e financeiras, as micro usinas nucleares que não usam urânio, mas fissão líquida de sais de tório que, ao fim da vida útil, abastecem materiais para uso em hospitais com medicina nuclear. Oferecem redes locais super estáveis, com serviço somente localmente. Tecnologia de aparelhos elétricos mudarão para que eles possam funcionar mesmo com abastecimento elétrico de qualidade baixa.

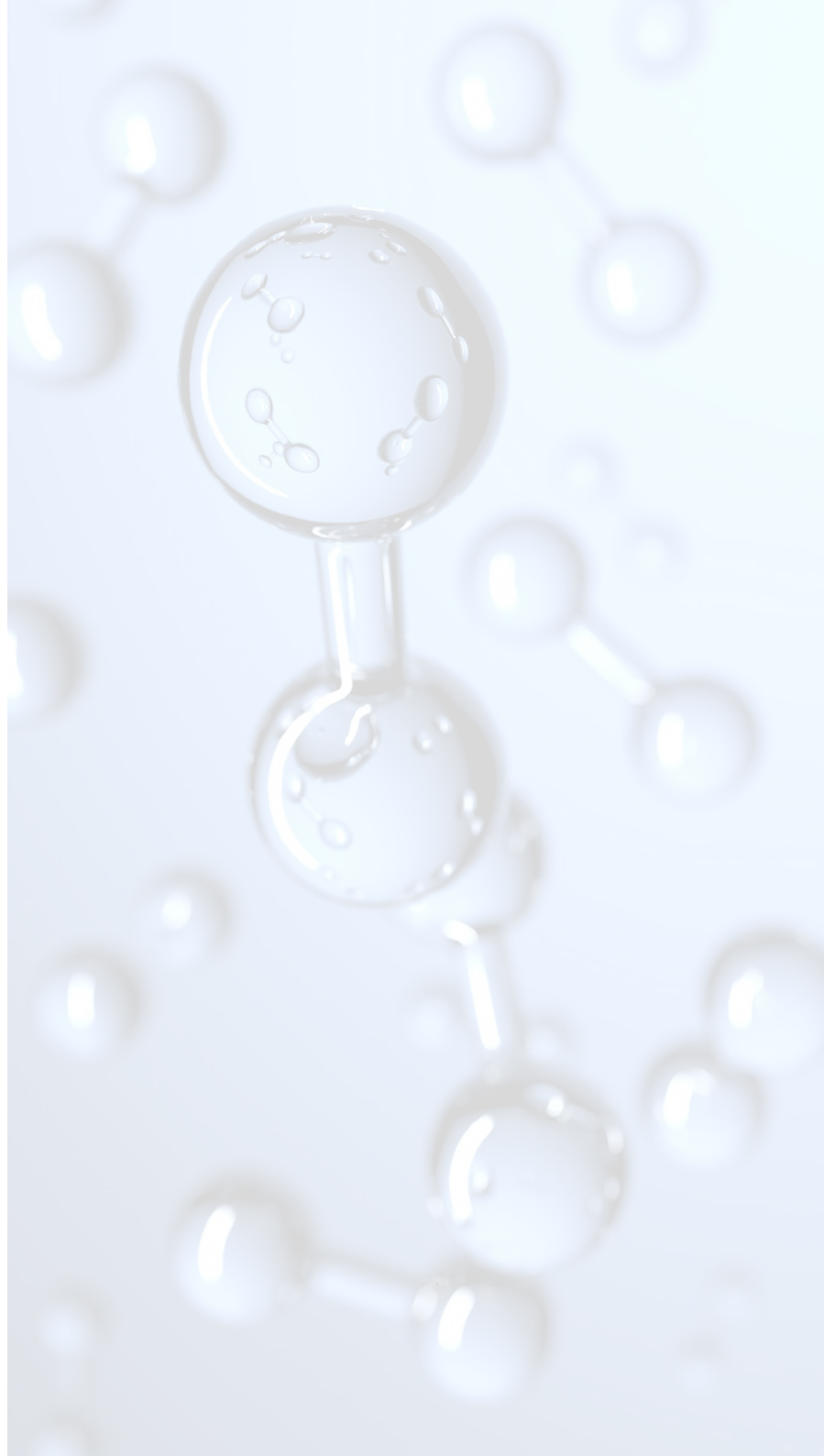
Comunicação e tecnologia serão baseadas em aparelhos bem simples, principalmente baseadas em só texto. Celulares serão uma lembrança de dias passados.

Todos os aparelhos serão desenhados para serem desmontados e as partes dos componentes serão aproveitadas ou recicladas. Os componentes que não forem reaproveitados serão facilmente desmontados para recuperação dos metais específicos, e outras partes aproveitadas para gerar energia.

Aparelhos com vida útil/obsoletas serão proibidos

Plásticos serão feitos a partir de fontes orgânicas (batata, banana, bambú, mandioca, abacaxi) e 100% reaproveitados.

Muitas indústrias fecharão periodicamente, na época do inverno, verão, época de furacões...a



economia será reestruturada para isso.

Novos produtos e tecnologias serão avaliados por suas contribuições benéficas para a humanidade, para a produção de energia e por suas habilidades de reaproveitamento. O lucro por um grupo de investidores específicos será a última prioridade. A economia será localizada, com pouco movimento econômico, pessoal ou material, e fluirá para regiões externas.

Uma economia localizada, significa que o sistema político será mais localizado, com governos nacionais chegando até serem redundantes. Para isso funcionar, os governos locais deverão ser soberanos, incluindo o direito de criar dinheiro no momento somente o governo nacional tem esta autoridade. Isso mudará muito o sistema político.

Isso implicará em uma mudança radical no sistema de governança, o que significa que a tomada de decisões deverá ser tirada dos interesses comerciais e concentrada em processos mais colaborativos e mais comunitários. Isso implica em uma mudança radical no sistema de impostos e tributação.

A produção de alimentos será principalmente em escala doméstica, de bairros (hortas comunitárias) e regionais.

Áreas abertas como parques serão reorganizados para se transformarem em hortas coletivas ou uso de sistemas agroflorestais. Isso incluirá a criação de animais de pequeno porte, galinhas, patos, pomba, coelhos. Fora o consumo de carne a partir desses animais pequenos e locais, a população passará a ser essencialmente vegetariana.

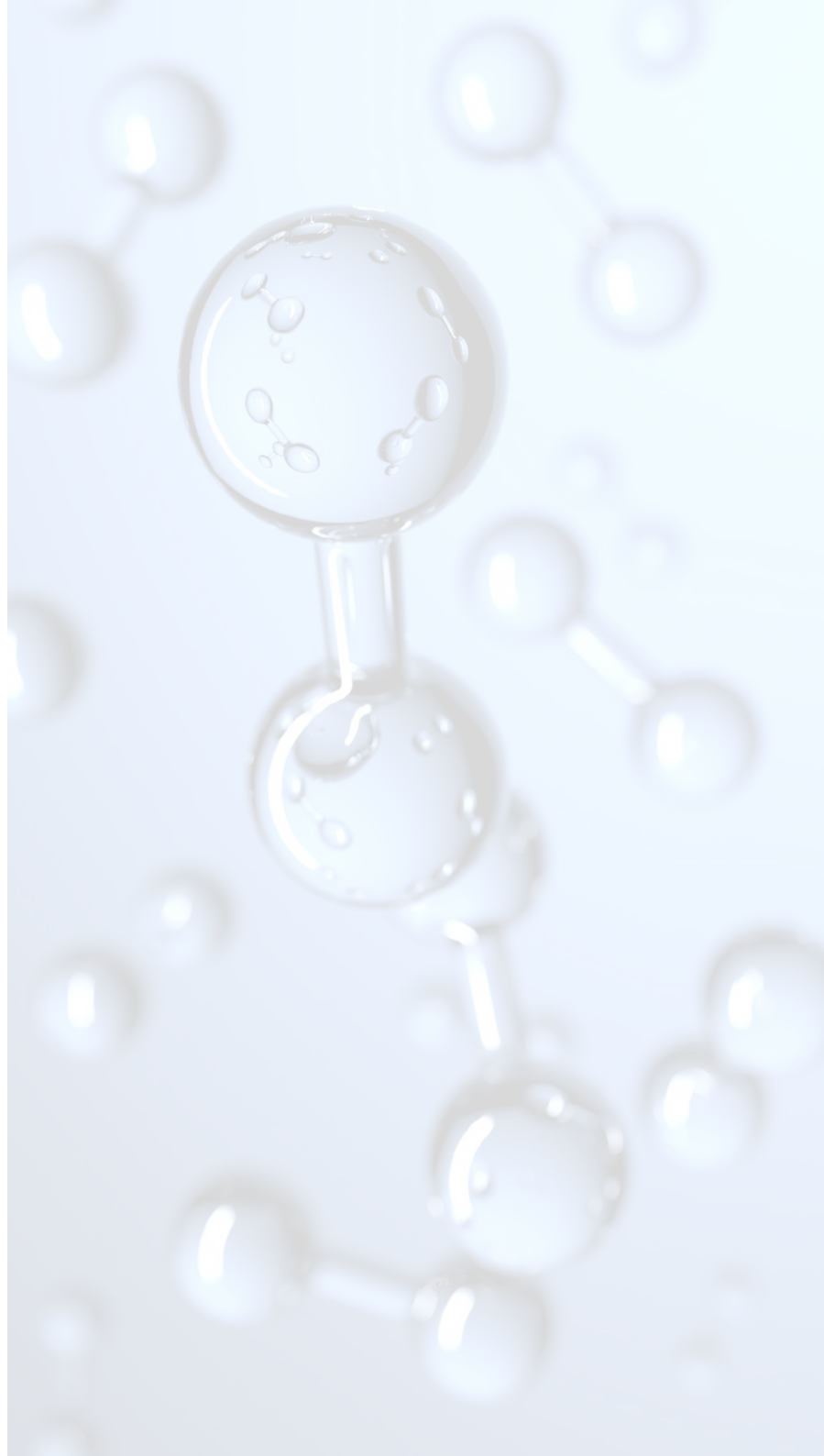
Transporte local será a pé, por bicicleta, ônibus/coletivos ou sistema de carros coletivos. Carros individuais não existirão mais. Viagens longas serão mais difíceis. O comércio internacional será mínimo.

Medicina e sistema de saúde será público e localizado. Nos sistemas de saúde a ênfase será em saúde e prevenção, e não na cura de doenças. Médicos poderão receber pelo quantitativo de seus pacientes que NÃO ficarem doentes, e seus salários serão diminuídos quando tiver pacientes doentes.

Uso de plantas medicinais, PANCS/Plantas alimentícias não convencionais, e seus produtos serão comuns. Todos os materiais de origem orgânica serão compostados em escala doméstica ou local.

Recursos humanos (esgoto) serão processados para recuperar elementos essenciais (fósforo, potássio, cálcio), para gerar húmus e gerar energia como biodigestores tudo em escala regional.

Tecnologia de baterias será expandida, com desenvolvimento de baterias de flúor ou magnésio, sódio, cloro ... com ênfase em materiais com mais disponibilidade do que o lítio, gálio e



germânio.

Nota: Esta lista obviamente significa mudanças radicais na estrutura social, e, especialmente no comportamento e desejos humanos. Isso pode parecer bem utópico. Mas, o alternativo é caos, miséria, conflitos e até extinção da humanidade.



Apresentações

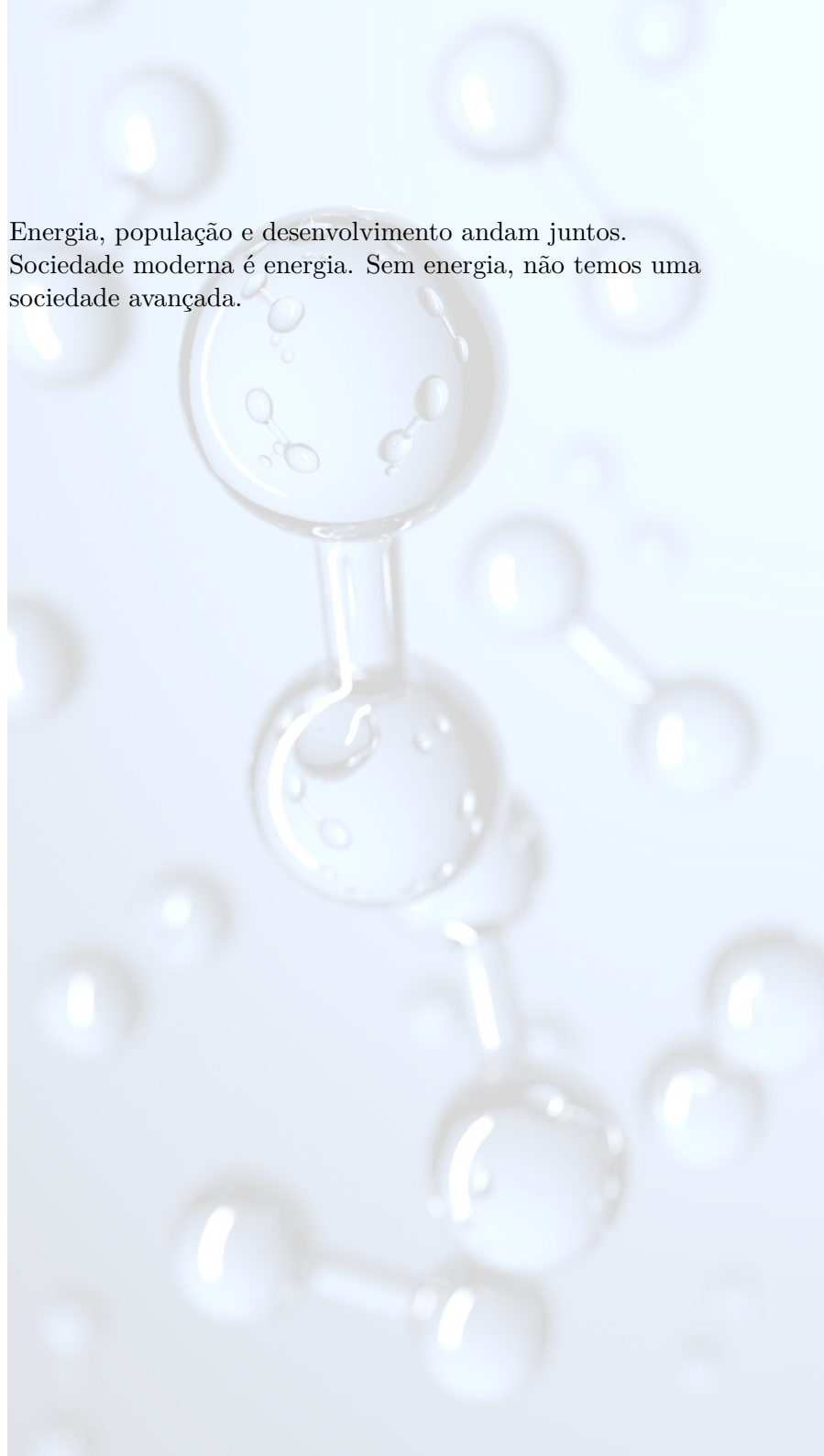
Introdução ao Hidrogênio Verde

Energia e Sociedade

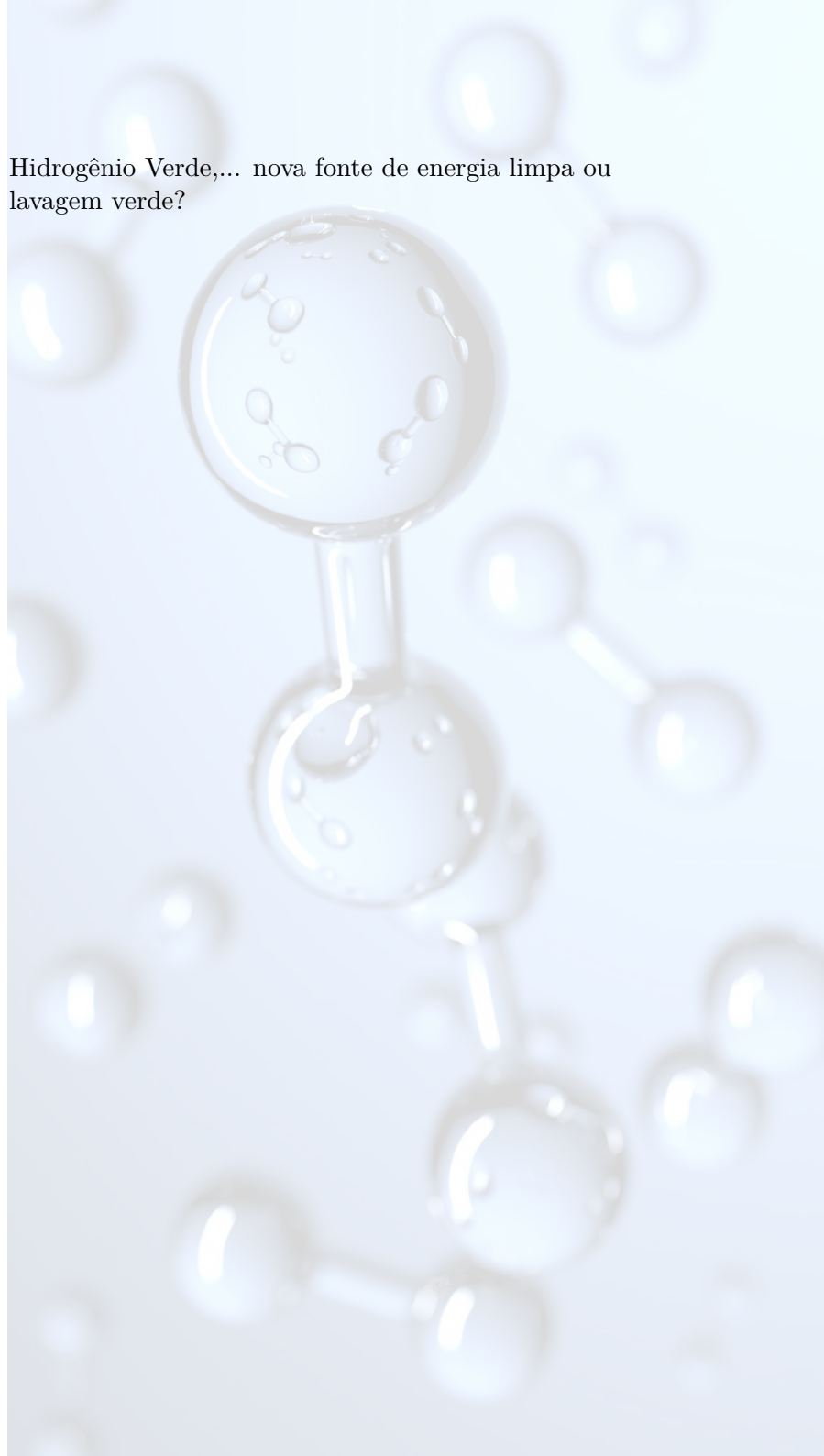
O que significa as áreas mais iluminadas nesta imagem? Como é o grau de desenvolvimento deles?



Energia, população e desenvolvimento andam juntos. Sociedade moderna é energia. Sem energia, não temos uma sociedade avançada.



Hidrogênio Verde: Mito ou Realidade



Transição Verde



Só estamos falando do hidrogênio verde porque ele faz parte da transição verde global. A produção do petróleo passou o pico em 2018, ainda temos muito petróleo mas sabemos que daqui em frente diminuirá muito sua disponibilidade. E, precisamos achar fontes de energia mais rápido ainda, isso se quisermos diminuir um pouco os impactos mais severos das mudanças climáticas.

Hidrogênio como Química



Indústria produz e consome hidrogênio (120 milhões de toneladas em 2022) como uma química e não como energia.

Nas discussões atuais parece que a tecnologia do hidrogênio foi desenvolvida recentemente e que agora temos acesso a nova fonte de energia. Na verdade, a indústria, e, especialmente a indústria química está usando muito hidrogênio por várias décadas...como uma química H_2 . É uma química importante em nossa sociedade e por ano produzimos em volta 120 milhões de toneladas de hidrogênio. Isso é utilizado na produção dos produtos de petróleo (gasolina), na produção de fertilizantes químicos, como refrigerante e em alguns processos bem especializados.

Mas todo esse hidrogênio é produzido acima de gás petróleo, então, isso é hidrogênio cinza.

Depois que pararmos de usar petróleo a demanda por hidrogênio diminuirá. Mas, a questão dos fertilizantes é um desafio que ainda não tem solução.

Observe que após décadas lidando com o hidrogênio, os engenheiros químicos não tentaram armazená-lo e nem transportá-lo. Eles produzem e consomem diretamente.

Hidrogênio, Energia Armazenada



A discussão hoje é sobre o hidrogênio como fonte energética. Hidrogênio não é fonte energética!

Para produzir hidrogênio (qualquer cor) consome muita energia. No caso da produção do hidrogênio por eletrólise, é gasto em torno de 52kW por litro. Hidrogênio é bem expansivo, então é preciso comprimí-lo - até 700barr, que consome outros 3kW por litro. Então, o hidrogênio em um tanque gasta em torno de 55kW por litro a fazer.

Existem células de hidrogênio que podem consumir hidrogênio e gerar eletricidade. Depende pouco no design das células de hidrogênio, esse processo libera em torno de 17kW por litro consumido.

É investido 55kW para receber 17kW de volta, uma eficiência de 27 -30%!!!!

Carros à Hidrogênio



O Toyota Mirai.

Essa é uma ideia doida, e a maioria dos produtores de carros estão abandonando seu desenvolvimento. Pensar em comparação aos dados acima. Podemos carregar uma bateria em um carro com motor elétrico, e que conseguimos aproveitar em 95 de energia da eletricidade. Ou podemos converter a hidrogênio, comprimí-lo, colocar no carro, usar células de hidrogênio para converter de volta a eletricidade para ativar o motor do carro. Recebendo 27-30% de energia consumida!!!

Além disso, eletricidade está disponível em quase todos os lugares. Hidrogênio comprimido está disponível onde??? Transportar o hidrogênio comprimido para os postos de gasolina, é ineficiente, caro e perigoso. Hidrogênio é uma molécula bem pequena, que escapa com facilidade, até passando por dentro do aço. É preciso instalar tanques de alta pressão, com materiais especiais para armazenar o hidrogênio.

E depois disso, um carro à hidrogênio será mais pesado e menos potente quando comparado a um carro elétrico. Por isso, em 2022 nos EUA, foram vendidos 2900 carros a hidrogênio e 1.1 milhões de carros elétricos!

Estoque para Balancear as Redes



Um desafio grande na ideia da transição verde, é simplesmente que energia solar e eólica não são bem estáveis e não são produzidas durante a noite. Então, de onde virá a energia no período noturno, ou quando não tiver vento ou sol? Esse é um dos desafios e gargalos principais para a transição verde.

As enormes baterias são uma possibilidade, mas existem dificuldades técnicas de escala, e tem questões a respeito da disponibilidade dos metais necessários.

Entre as outras possibilidades incluímos o hidrogênio.

Mesmo que a conversão seja bem ineficiente, podemos usar o excesso de energia produzido durante o dia (e tem sol ou vento) para produzir hidrogênio e armazenar em tanques estacionários sob pressão. No período noturno, usaremos o hidrogênio, via uma célula de hidrogênio, e gerar a eletricidade para balancear a rede. Não é bem eficiente, mas é uma opção.

Em verdade, um dos projetos iniciais do governo do Ceará, é com a empresa francesa Qair, com objetivo de fazer exatamente isso, para aumentar a capacidade de gerar eletricidade extra para eventos públicos ou em momentos de pico de demanda

Como Amônia



Como falado anteriormente, o armazenamento do hidrogênio é problemático, e, transportá-lo é mais ainda. Por isso, os engenheiros com experiência não tentam fazer isso.

Mas isso levará a outra possibilidade,....ou seja, a conversão do hidrogênio em amônia.

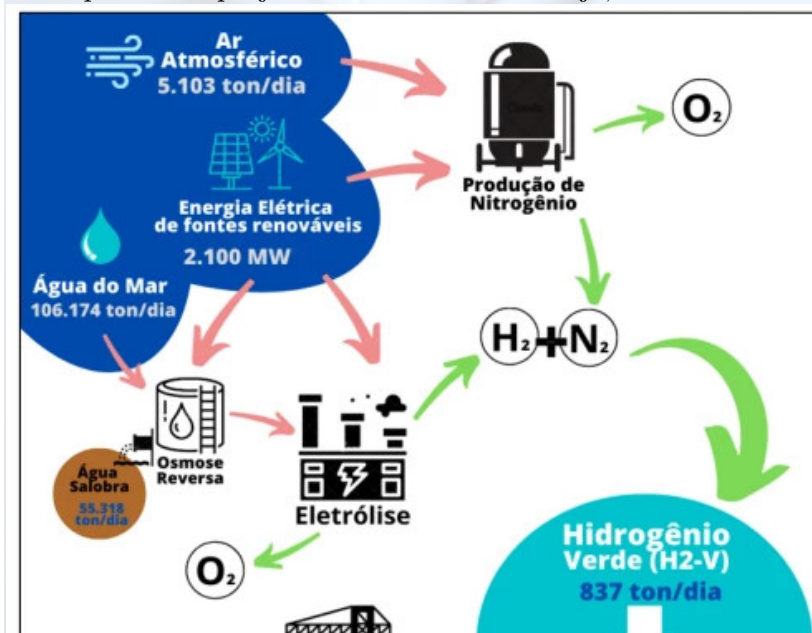
De novo, a indústria tem feito isso há décadas, em volume enormes, usando hidrogênio cinza para produzir, principalmente, fertilizantes. Mas a amônia é inflamável, super corrosiva e perigosa aos seres humanos, mas também pode ser utilizada em motores de maior escala. A amônia pode ser uma possibilidade para transporte pesado no futuro - caminhões, ônibus, trens, navios.

Além de ser perigoso e corrosivo, a queima da amônia (com pouco gás hidrogênio) pode produzir gás-NO_x, que são gases de efeito estufa bem fortes. É preciso avaliar isso com cuidado, pois não tem sentido substituir um GEE por outro.

Projeto Fortescue Futures



O que é o projeto recente entre o governo do Ceará e a Fortescue Futures - uma mineradora da Austrália? Em essência o projeto vai dessalinizar água do mar para gerar hidrogênio por eletrólise, para passar a uma célula reversa de nitrogênio para gerar amônia, que será transportada para o Porto de Rotterdam/Alemanha, por navio (a diesel). O Porto de Rotterdam está construindo uma enorme usina para "crack", para a amônia voltar a hidrogênio. Ainda não está claro se esse hidrogênio será usado como química (mas provável para gerar "syngas- química gasosa composta por hidrogênio, monóxido e dióxido de carbono), usados para esquentar suas casas, como parte essencial para produzir mais plásticos (industrial/química) ou para gerar eletricidade para balancear as redes elétricas deles. Claro que existem muitos detalhes técnicos, mas em resumo, o Ceará irá vender uma grande parte de sua energia solar, eólica ou termoelétrica para ser transportada e dar suporte a indústria química e energética da Alemanha. Liberando muito GGE no transporte e pode ser mais ainda na Alemanha como seu uso e queima. O projeto tem cor verde bem suja, no mínimo.



Parte da Transição



volta a Aula: Introdução

A falada transição verde, em que a proposta é mudar a matriz energética para fontes de energias limpas e renováveis apresenta desafios relacionados à questões ambientais, sociais e técnicas sérias. O planeta não tem os metais para produzir baterias para bilhões de carros elétricos. Menos ainda, os metais para as baterias para armazenamento, ou outras tecnologias para manter as redes públicas estáveis. A visão de um mundo semelhante ao de hoje com carros, computadores, consumismo de coisas do mundo todo), menos que, tudo movido por energias renováveis é um tanto fantasiosa, e, pode virar um pesadelo para a maioria da população.

É preciso repensar a a estrutura da sociedade, as demandas energéticas e de materiais, as relações entre as pessoas e criar consciência quanto a necessidade de cuidar da vida. Podemos evitar a parte pior do pesadelo que está por vir. Não começamos em tempo hábil para que a transição pudesse ser mais facil e organizada, mas não temos outra opção, será mudanças climáticas severas, ou nos tranformamos enquanto pessoas e sociedade.

Em apresentações futuras, poderemos estudar mais acerca da transição energética.

Transição Verde

Transição Verde



Existem muitas discussões e promoções acerca da temática Transição Verde. Por questões das mudanças climáticas e também do pico do petróleo, é óbvio que precisamos mudar radicalmente nossa forma de gerar e usar a energia, e, não há dúvidas em relação à isso.

Mas, os políticos, empresários e a maioria da população pensa e promove a ideia de que isso implica na necessidade de desenvolver novas tecnologias, aplicá-las e depois continuar exatamente como antes, mas produzindo menos poluição. Simples!!!

Dados Reais



Existem muitas discussões, palestras bem elaboradas e muita empolgação, mas por trás de tudo isso o que se observa é que são baixas as análises relativas aos dados reais. Os dados não são calculados com base no que é necessário para esta transição; Quais os materiais necessários? Quais as disponibilidades desses materiais? Quais as fontes de energia? Qual é a realidade de fato,....após passar a fase de empolgação?

Materiais Necessários



Dr. Simon Michaux

Aqui, a ênfase é em relação à questão dos materiais necessários considerando a realidade da tarefa e das tecnologias conhecidas ou que estão em desenvolvimento,..... e não em ideias e desejos vagos. Apresentamos resultados das pesquisas feitas pelo Dr. Simon Michaux, da Universidade da Finlândia, sendo que ele é um dos poucos cientistas trabalhando nesta área. Ele trabalha na área de geologia e metalurgia e tem décadas de experiência na indústria da mineração e energética. Essa apresentação consta essencialmente de um sumário (tradução para português) de uma palestra do Dr.Simon Michaux, feita pela Universidade de Queensland/Austrália, em 2023. Ele tem vários outros vídeos e entrevistas que vale estudar (legendas em português). Outro vídeo interessante para ver!

Sumário dos Relatórios



Geological Survey of Finland
Circular Economy Solutions KTR
Espoo

20.8.2021

GTK Open File Work
Report 42/2021

Assessment of the Extra Capacity Required of Alternative Energy Electrical Power Systems to Completely Replace Fossil Fuels

Simon P. Michaux

Esta apresentação consta essencialmente de um sumário simples dos vários relatórios e publicações que Dr. Simon Michaux desenvolveu pela universidade a qual está ligado, e, especialmente para instituições governamentais e a União Europeia.

Página do Dr. Simon Michaux O relatório relativo à União Europeia está disponível aqui - mas está em inglês e tem 1000 páginas bem técnicas.

Previsão da IEA

Category	2020	2030	2050
Total electricity generation (TWh)	26 800	37 300	71 200
Renewables			
Installed capacity (GW)	2 990	10 300	26 600
Share in total generation	29%	61%	88%
Share of solar PV and wind in total generation	9%	40%	68%
Carbon capture, utilisation and storage (CCUS) generation (TWh)			
Coal and gas plants equipped with CCUS	4	460	1 330
Bioenergy plants with CCUS	0	130	840
Hydrogen and ammonia			
Average blending in global coal-fired generation (without CCUS)	0%	3%	100%
Average blending in global gas-fired generation (without CCUS)	0%	9%	85%
Unabated fossil fuels			
Share of unabated coal in total electricity generation	35%	8%	0.0%
Share of unabated natural gas in total electricity generation	23%	17%	0.4%
Nuclear power			
Average annual capacity additions (GW)	2016-20	2021-30	2031-50
	7	17	24
Infrastructure			
Electricity networks investment in USD billion (2019)	260	820	800
Substations capacity (GVA)	55 900	113 000	290 400
Battery storage (GW)	18	590	3 100
Public EV charging (GW)	46	1 780	12 400

Reproduzir (k) = gigawatts; GVA = gigavolt amperes.

Category	2020	2030	2050
Road transport			
Share of PHEV, BEV and FCEV in sales: cars	5%	64%	100%
two/three-wheelers	40%	85%	100%
bus	3%	60%	100%
vans	0%	72%	100%
heavy trucks	0%	30%	99%
Biofuel blending in oil products			
	5%	13%	41%
Rail			
Share of electricity and hydrogen in total energy consumption	43%	65%	96%
Activity increase due to modal shift (index 2020=100)	100	100	130
Aviation			
Synthetic hydrogen-based fuels share in total aviation energy consumption	0%	2%	33%
Biofuels share in total aviation energy consumption	0%	16%	45%
Avoided demand from behaviour measures (index 2020=100)	0	20	38
Shipping			
Share in total shipping energy consumption: Ammonia	0%	8%	46%
Hydrogen	0%	2%	17%
Bioenergy	0%	7%	21%
Infrastructure			
EV public charging (million units)	1.3	40	200
Hydrogen refuelling units	540	18 000	90 000
Share of electrified rail lines	34%	47%	65%

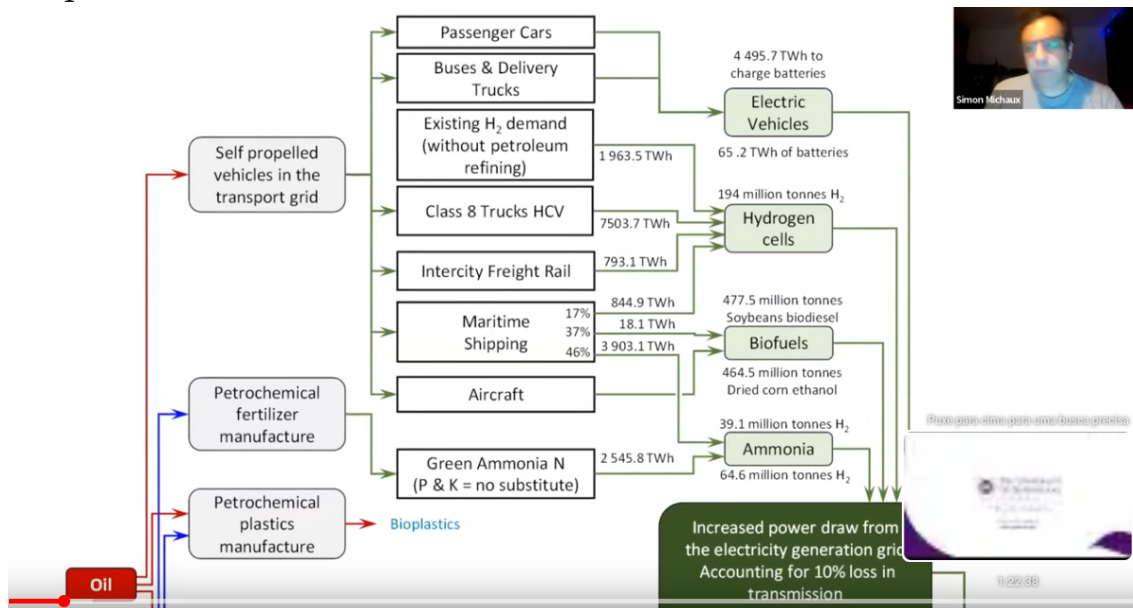
Note: PHEV = plug-in hybrid electric vehicles; BEV = battery electric vehicles; FCEV = fuel cell electric vehicles.



Essa é uma análise técnica baseada nas previsões publicadas pela Agência Internacional de Energia/IEA - . O documento original da IEA está disponível aqui

IEA previsão para 2050
 88% da energia gerada será por fontes renováveis,
 todos os carros serão elétricos,
 caminhões e ônibus serão a base de células de hidrogênio,
 aviões (diminuirão por 40%) usarão biofuels, e
 navios serão a base de biofuels, amônia e/ou hidrogênio.

Base por Petróleo



Sumário do uso atual do petróleo com base nos dados publicados pela IEA, e após a inserção de energias renováveis previstas.

O Dr. Michaux pegou os dados atuais relativos a consumo de petróleo, como publicado pela Agência Internacional de Energia/IEA/. Cada uma dessas caixinhas na verdade constam de uma planilha bem detalhada e integrada a outras planilhas relevantes.

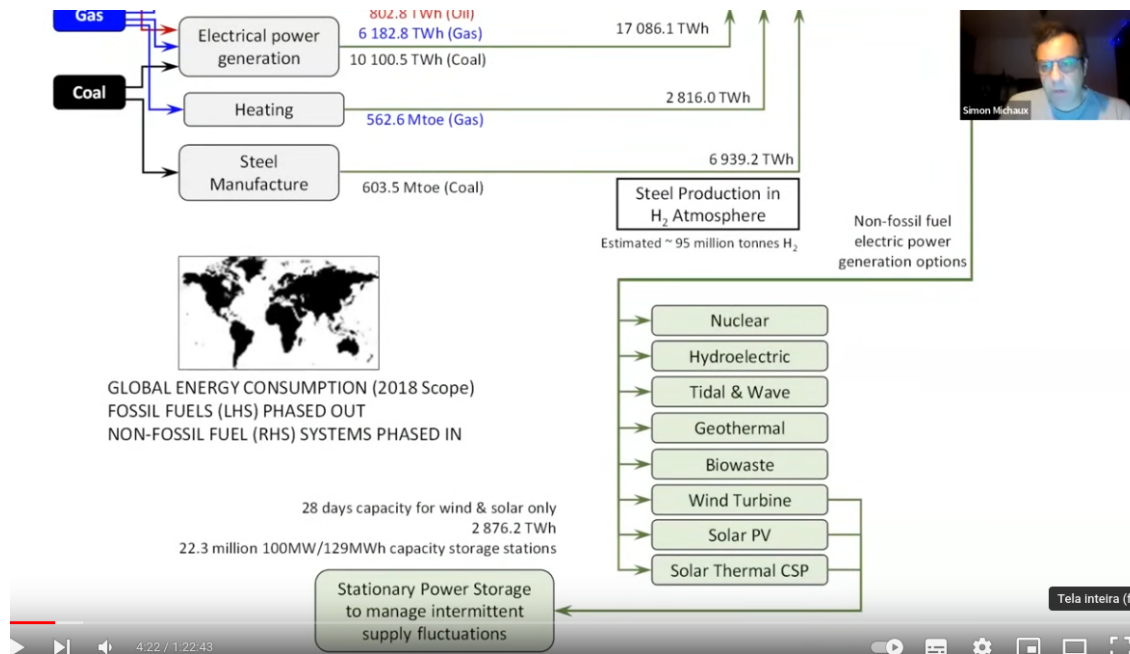
Na verdade, esta apresentação consta de um sumário de centenas de planilhas integradas. Observe que que ele quantificou o número de veículos e o consumo de cada tipo de energia, e, usou os dados dos melhores tipos de energia e eficiência que foram desenvolvidas até o momento. No final destes cálculos,...o resultado foi que o sistema energético necessita gerar quase 49.000 tWh mais do que é produzido hoje. Isso é 700.000 vezes toda a produção elétrica de todo o Brasil¹



Fluxo para o clima para o ano base 2019

1:22:38

Demanda de Eletricidade

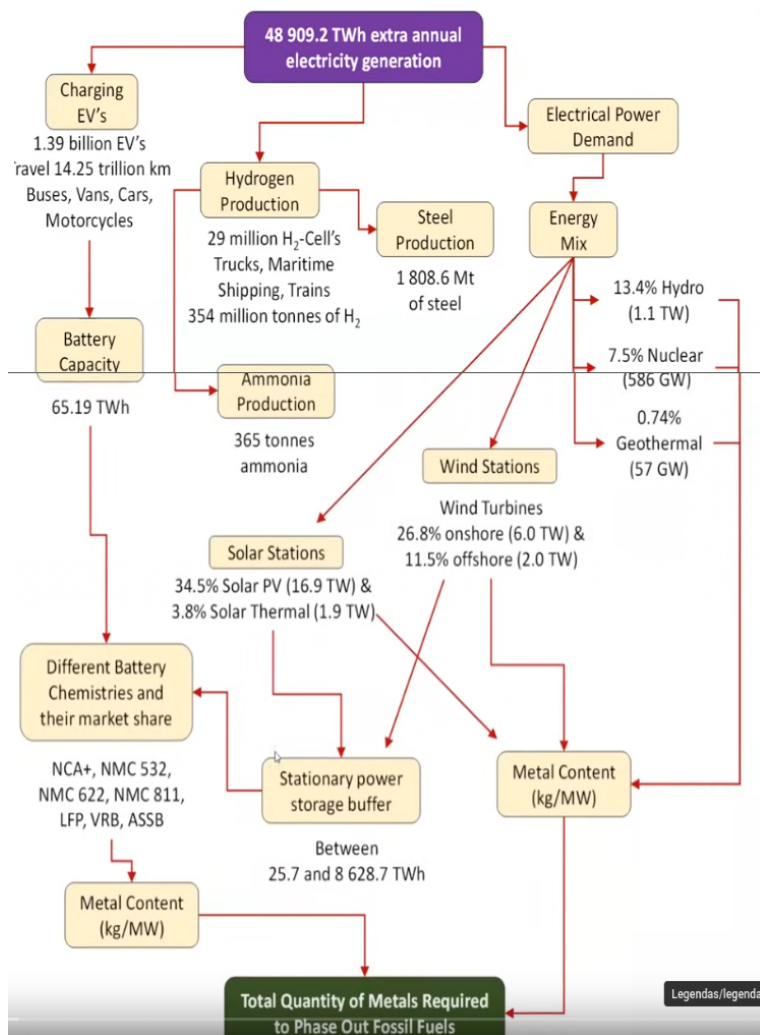


...continuando agora e incluindo a energia atualmente produzida por gás e carvão. 49000tWh é uma reserva de 28 dias para balancear a rede, isso leva à conclusão de que é preciso construir 800.000 e 22,3 milhões de novas plantas para armazenamento de energia e com capacidade média de 100mW. Pode-se fazer uma comparação com as torres eólicas instaladas nas praias que produzem por média 2 mW!

base na geração atual de eletricidade, qual a demanda necessária quando usar energias renováveis,... será preciso um extra de 48.909 TerraWattHoras (tWh). Observe que a base disso são reservas para 28 dias. Estamos falando de energias principalmente, eólicas e solar, sendo preciso considerar que, às vezes, o céu fica nublado ou não tem vento,...então, é preciso ter reservas para passar tais momentos. Conforme a região e clima esse cálculo será diferente, pois 28 dias, na verdade, não será suficiente, especialmente por cidade mais longe do equador.

Com

Como Produzir



Esse desenho apresenta um sumário do processo e determina a quantidade de usinas necessárias para chegar até a demanda necessária, e, depois busca avaliar os materiais necessários para construção dessas usinas e sua infraestrutura associada!

Avaliação de quantas usinas serão necessárias para gerar essa eletricidade, e quanto de materiais serão necessários para construir essas usinas extras.


Novas Usinas

Para gerar essa energia nova para tudo isso, será preciso construir até 2050, (26 anos) 796.210 novas usinas!

Number of new power stations



Table 22. Energy split used and number of new power stations in this study

Power Generation System	Proposed Energy Split non-fossil fuel electrical power systems (%)	Expanded extra required annual capacity to phase out fossil fuels (kWh)	Power Produced by a Single Average Plant in 2018 (kWh)	Estimated number of required additional new power plants of average size to phase out fossil fuels (number)	Estimated Installed capacity (GW)
 Nuclear	7.50 %	3.67E+12	1.28E+10	287	586
Hydroelectric	13.36 %	6.53E+12	1.33E+09	4 929	1 111
Wind	38.33 %	1.87E+13	8.12E+07	230 754	8 584
Solar PV	34.50 %	1.69E+13	3.30E+07	510 694	16 904
Solar Thermal	3.83 %	1.87E+12	7.70E+07	24 337	1 873
Geothermal	0.74 %	3.62E+11	6.03E+08	600	57
Biowaste to energy	1.74 %	8.51E+11	3.46E+07	24 609	780
Total (kWh)	100.00 %	4.89E+13		796 210	29 895
Total (TWh)		48 909.2			Giga Watts

A tabela mostra o cálculo da quantidade necessária para cada tipo de usina: * 287 usinas nucleares
 * 4929 plantas hidroelétricas
 * 230754 torres eólicas
 * 516954 placas solares
 * 24337 usinas solares térmicas
 * 600 plantas geotérmicas
 * 24609 plantas de energia de biomassa

Achando os Minerais



Fazendo comparações com o que está sendo planejado, só tem eletricidade em torno de 6,5% oriunda de energias renováveis e só 1,2% dos veículos serão elétricos. Então, ainda não existem fontes para reciclar,....será preciso encontrar os materiais para essa expansão por meio de mineração.

Cálculo baseado em:

* 1,39 bilhões de EVs, consumindo 4497tWh

* 11.105tWh para produzir hidrogênio

* 6939tWh para produzir o ferro (em atmosfera hidrogênio)

* 6448tWh para produzir a amônia a partir do hidrogênio

* 17086tWh para reposição de usinas de carvão e gás

* 2816tWh para aquecer os edifícios com bombas de calor

total 48909tWh

Metais Dependentes de Reserva

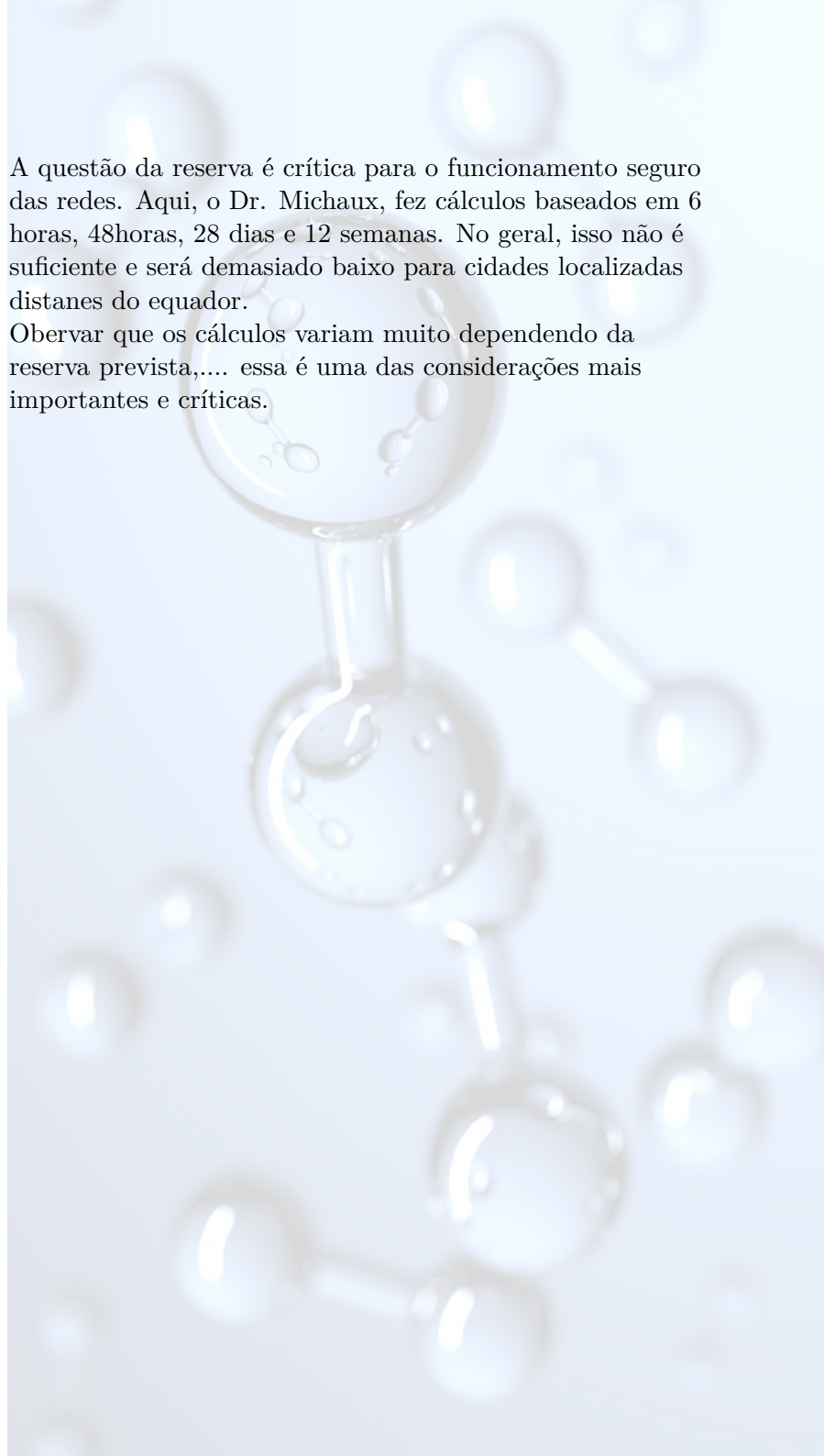
Table 43. Total metal quantity required to phase out fossil fuels, by different buffer for stationary power storage capacity

Metal	Total including 6 hours buffer stationary power storage (million tonnes)	Total including 48 hours + 10% buffer stationary power storage (million tonnes)	Total including 28 days buffer stationary power storage (million tonnes)	Total including 12 week / 84 day buffer stationary power storage (million tonnes)
Steel	1 686	1 686	1 686	1 686
Aluminium	353.5	353.5	353.5	353.5
Copper	283.6	696.6	6 161	18 022
Zinc	48.17	48.17	48.17	48.17
Magnesium Metal	0.50	0.50	0.50	0.50
Manganese	18.60	38.80	305.97	885.88
Chromium	9.20	9.20	9.20	9.20
Nickel	92.23	173.67	1 251.20	4 418
Lithium	31.49	118.81	1 274.16	3 782
Cobalt	12.24	31.97	292.94	859
Graphite	262.1	1 096	11 466	36 061
Molybdenum	1.50	1.50	1.50	1.50
Silicon (Metallurgical)	67.35	67.35	67.35	67.35
Silver	0.198	0.198	0.198	0.198
Platinum	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
Vanadium	8.25	72.6	924.0	2 771.9
Zirconium	2.61	2.61	2.61	2.61
Germanium	4.16	4.16	4.16	4.16
Rare Earth Element				
Neodymium	1.14	1.14	1.14	1.14
Lanthanum	5.97	5.97	5.97	5.97
Praseodymium	0.27	0.27	0.27	0.27
Dysprosium	0.21	0.21	0.21	0.21
Terbium	0.0228	0.0228	0.0228	0.0228
Hafnium	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029
Titanium	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029

O cálculo relativo aos metais principais necessários para tais construções vai depender especialmente da reserva necessária para passar os períodos sem vento ou sem sol.

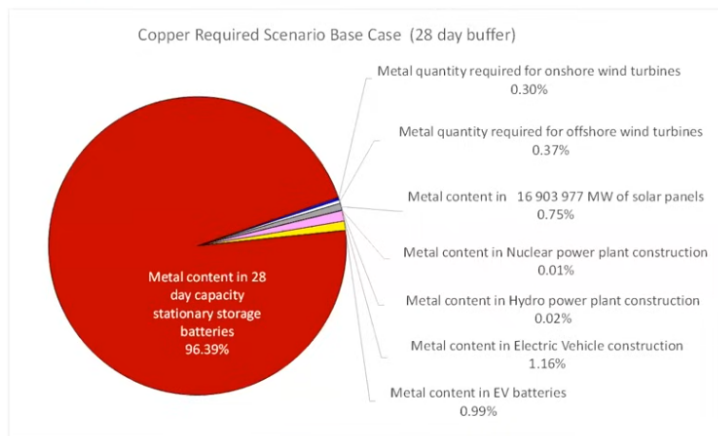
A questão da reserva é crítica para o funcionamento seguro das redes. Aqui, o Dr. Michaux, fez cálculos baseados em 6 horas, 48 horas, 28 dias e 12 semanas. No geral, isso não é suficiente e será demasiado baixo para cidades localizadas distantes do equador.

Observar que os cálculos variam muito dependendo da reserva prevista,.... essa é uma das considerações mais importantes e críticas.

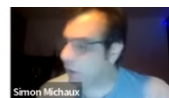


As Reservas

Where is the metal used?



Application task, assuming the 28 day power storage buffer	Base Case
Total additional power required (TWh)	48 909.2
Copper (million tonnes)	6 161.1
Nickel (million tonnes)	1 251.2
Lithium (million tonnes)	1 274.2
Cobalt (million tonnes)	292.9
Graphite (million tonnes)	11 466.2
Vanadium (million tonnes)	924.0



Until we resolve this, wind solar power generation are not viable as the primary energy system for the next industrial era

Para entender melhor a importância das reservas, é interessante interpretar os dados apresentados no gráfico. Em vermelho, é mostrado que grande parte da demanda por cobre é para uso em baterias para armazenamento de energia e dar estabilidade às redes de eletricidade. A questão de ter reservas é a maior demanda em relação aos metais.

A questão de reservas vai além do potencial da mineração, nesse caso, o cobre. Até que aconteça o desenvolvimento de outras formas para criar as reservas para a segurança das redes,....as energias eólica e solar, NÃO serão viáveis enquanto fontes principais de eletricidade em um futuro previsível!

Nota: Esse gargalo é gerado pela necessidade de manter as redes públicas com estabilidade, e, para não queimar equipamentos como laptops, aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos. Uma possibilidade é abandonar a ideia de ter uma rede única e super-estável!

Produção Hoje

Table 45. Quantity of metals required compared to global mining production in 2019

Metal	Global Metal Production 2019 (million tonnes)	Years to produce metal at 2019 rates of production (assuming the 6 hour buffer) (years)	Years to produce metal at 2019 rates of production (assuming the 48 hour + 10% buffer) (years)	Years to produce metal at 2019 rates of production (assuming the 28 day buffer) (years)	Years to produce metal at 2019 rates of production (assuming the 12 week buffer) (years)
Aluminium	63.14	5.6	5.6	5.6	5.6
Copper	24.2	11.7	28.8	254.6	744.7
Zinc	13.5	3.56	3.6	3.6	3.6
Magnesium Metal	1.12	0.45	0.4	0.4	0.4
Manganese	20.6	0.90	1.9	14.9	43.0
Chromium	37.5	0.25	0.2	0.2	0.2
Nickel	2.35	39.2	73.9	532.4	1880.1
Lithium	0.095	330.8	1248.4	13388.3	39738.3
Cobalt	0.126	97.1	253.7	2324.6	6819.6
Graphite	2.73	96.0	401.4	4201.2	13212.4
Molybdenum	0.28	5.4	5.4	5.4	5.4
Silicon (Metallurgical)	3.43	19.7	19.7	19.7	19.7
Silver	0.0263	7.5	7.5	7.5	7.5
Platinum	0.00019	14.1	14.1	14.1	14.1
Vanadium	0.096	85.9	756.0	9622.4	28867.3
Zirconium	1.34	1.95	2.0	2.0	2.0
Germanium	0.00013	32 024.3	32 024.3	32 024.3	32 024.3
Rare Earth Element					
Neodymium	0.0239	47.8	47.8	47.8	47.8
Lanthanum	0.0358	166.8	166.8	166.8	166.8
Praseodymium	0.0075	35.4	35.4	35.4	35.4
Dysprosium	0.0010	212.1	212.1	212.1	212.1
Terbium	0.00028	81.4	81.4	81.4	81.4
Hafnium	0.00066	4.4	4.4	4.4	4.4
Titanium	0.014	0.021	0.021	0.021	0.021



Metal produced in 2019



Tela Inteira (f)

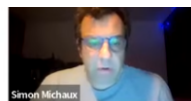
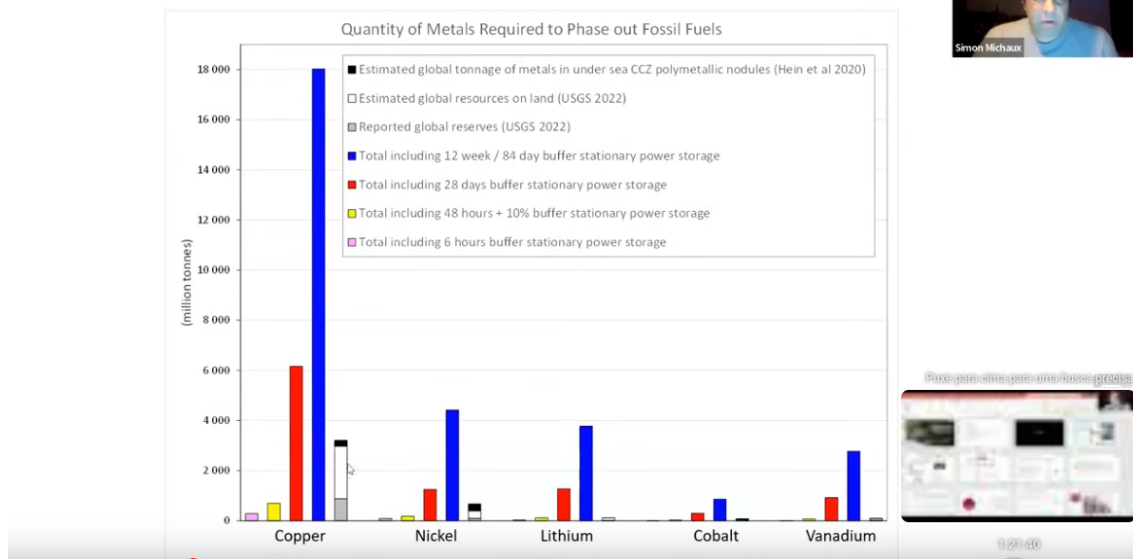
Avaliando os metais necessários para a Transição Verde tendo por referência a quantidade de metais extraídos em 2019. A última coluna do gráfico corresponde ao número de anos para produzir a quantidade necessária para a transição. A coluna em verde indica o tempo bem além do que temos para atingir o objetivo, que são 26 anos.

Observar que o lítio é um componente crítico para produção de todo tipo de baterias. Conforme previsões será necessário a extração de lítio equivalente à quase 40.000 anos de extração, isso para atender a demanda, nos próximos 26 anos, considerando que todos os cálculos têm por base somente a União Europeia.

Isso é para construir a primeira geração de unidades baseadas em energias renováveis. Os materiais para tais estruturas têm duração em torno de 10 ou 20 anos, quando será necessário novamente a extração da mesma quantidade de metais!

Nota: Para a segunda geração dessas unidades, imaginamos que até lá sejam desenvolvidas novas tecnologias que visem o reaproveitamento de muito dos metais usados nas instalações da primeira geração de unidades. Mas, até o momento ainda não existe metais recicláveis e nem a tecnologia para reciclagem desses metais raros. Nesse momento a maioria das instalações existentes usam minerais oriundos de mineração.

Mais Recursos



Mesmo com todos os recursos, todas as reservas, incluindo os depósitos que ainda não conseguimos extrair por falta de tecnologia,... ainda estamos longe de produzir os metais necessários para essa transição.

Incluindo todos os depósitos conhecidos mas que ainda não estão sendo explorados, mais todas as reservas conhecidas mas que ainda estão além da capacidade técnica para serem extraídas, mais todas as reservas encontradas que podem estar na beira do mar e que ainda não tem a tecnologia para extração.

Conforme apresentado no gráfico, para cada metal na quarta coluna e todas as reservas reconhecidas. Em vermelho é a quantidade necessária para a reserva energética de 28 dias, e, em azul é para reserva energética de 12 semanas.

Outra Forma de Reservas

The image shows a news article from the Australian National University website. The headline is "ANU finds 530,000 potential pumped-hydro sites worldwide" dated 1 APRIL 2019. Below the headline is a world map with numerous yellow dots indicating potential sites. To the right of the map is an infographic titled "Pumped hydro" featuring a large blue circle with "153,000 MW" inside. A red box next to it says "Over 99% of total storage capacity". Below the circle, it says "Pumped-Storage Hydropower (Source: United States Department of Energy)". A yellow box at the bottom asks "Can PHS be expanded to meet our power storage needs?". To the right of the infographic is a list of battery types: Sodium-sulfur battery, Lead-acid battery, Redox-flow battery, Lithium-ion battery, and Nickel-cadmium battery. A small video thumbnail of Simon Michaux is also visible.

A reserva energética é crítica para o funcionamento das redes. Se não for possível o uso de bateria, pode-se tentar bombear água em altura, quando houver excesso de energia, e deixá-la voltar via turbinas, isso quando faltar a rede.

O mapa mostra lugares onde o armazenamento da água em altura pode ser possível,...Conforme avaliação de geólogos o recurso de água doce é quase inexistente na Europa e muito baixa perto das áreas litorâneas.

Para gerar suficiente energia para manter a segurança da rede, é preciso armazenar 1949 km² da água doce. Nota que em 2019, toda a água usada em todos sistemas de irrigação e de abastecimento das cidades foram da ordem de 3990 km². Para manter as redes, será necessário diminuir a água disponível para a população pela metade! Isso também significa a ocupação de áreas enormes que serão inundadas, áreas que hoje são utilizadas para produção de alimentos e são propriedade tradicionais.

Armazenando Hidrogênio

Can stored hydrogen deliver the needed power storage buffer?

- H₂ can supply 15 kWh/kg from a PEM cell
- 50 kWh/kg to produce hydrogen with electrolysis (conservative)
- 2.5 kWh/kg to compress H₂ into a 700 bar storage tank

28% round trip efficiency



Table 44. Summary of mass of hydrogen needed and electrical power capacity to deliver power storage buffer

Storage capacity to manage intermittent power supply from wind and solar	Electrical power to be stored and then delivered back to the grid	Quantity of hydrogen required, where energy density of H ₂ is 15 kWh/kg	Electricity production accounting for a 10% loss in transmission (@52.5 kWh/kg to produce hydrogen)	Increase in power generation assuming 48 909.2 TWh is required annually	Wind and solar power that will require further buffer support
	(kWh)	(million tonnes)	(TWh)	(%)	(TWh)
6 hours	2.57E+10	1.71	98.9	0.2 %	19.7
48 hours +10%	2.26E+11	15.07	870.1	2.1 %	173.2
28 days	2.88E+12	191.75	11 073.5	27.1 %	2 204.9
12 weeks	8.63E+12	575.25	33 220.5	81.2 %	6 614.8

Pode-se usar o hidrogênio armazenado para a reserva energética - NÃO! Precisamos aumentar todos os número anteriores por 82%,...mas não temos a tecnologia para armazenar e transportar grandes volumes de hidrogênio.

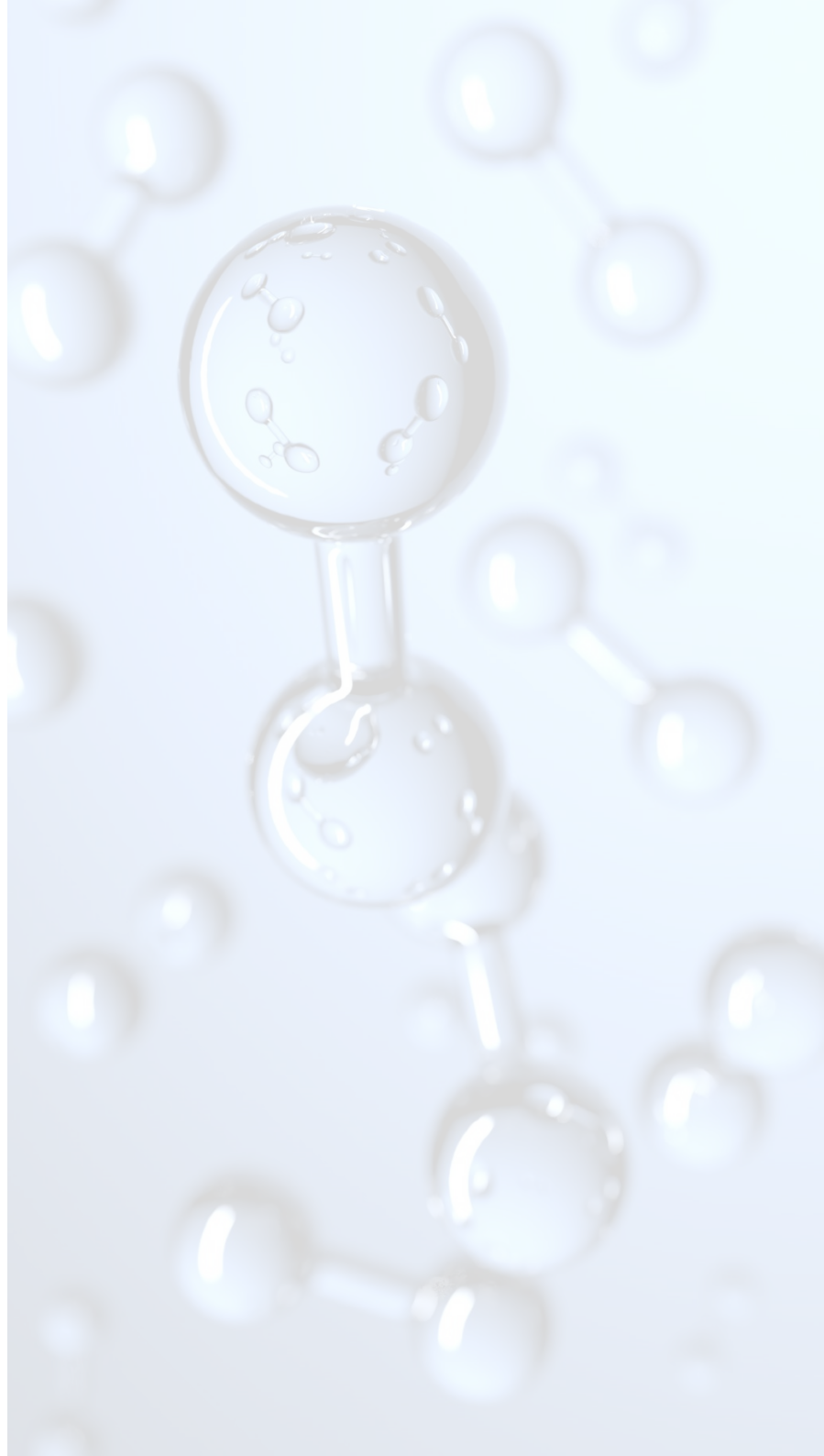
Para produzir hidrogênio é precisos 50kW por litro produzido. Para comprimir o gás hidrogênio, transportar ou armazenar, são consumidos outros 2,5kW. Quando o hidrogênio é consumido, ganha 15kW de energia de volta. Então, para gerar o hidrogênio para funcionar como reserva energética para as redes é preciso aumentar todos os números anteriores (quantidade de metais extraídos) por 82% mais ainda. É preciso quase que dobrar a capacidade da geração só para produzir o hidrogênio para a reserva energética.

Novo Paradigmas

Por questões das mudanças climáticas, a humanidade corre sérios riscos de sobrevivência, isso se continuarmos a viver como se tudo estivesse normal e com o mesmo estilo de vida atual, queimando energia fóssil. Ao mesmo tempo, ainda não existe a tecnologia, nem reserva de materiais/metals, e nem a energia necessária para recriar nosso estilo de vida tendo por base energias renováveis. Precisamos mudar nosso paradigma, nossa sociedade e nosso estilo de Vida!



Como será nosso Futuro?



Energia de Biomassa

A Agência Internacional de Energia/IEA calculou que 37% dos navios usarão energia de biomassa, e que a indústria de aviões REDUZIRÁ para 38% e tudo será energia biomassa - para isso será preciso 940 milhões de toneladas (mT) de trigo (como exemplo) NOTA: A safra global do trigo para 2018 foi de 40(mT)!!!

Quando todo o trigo, milho ou soja for produzido para atender demanda por energia, o que



as pessoas vão comer?

Um cálculo interessante para examinar. É preciso dobrar as safras para gerar a energia para atender a demanda para uso em navios e aviões,.....e, a mudança do uso da terra destinada à produção de alimentos para produção de biomassa e esta ser transformada em energia!

Também esta safra de 403mT, foi produzida com uso de tratores e maquinários que consomem diesel. Estamos calculando um mundo sem diesel,..... temos tratores e máquinas agrícolas rodando com hidrogênio o biofuels?

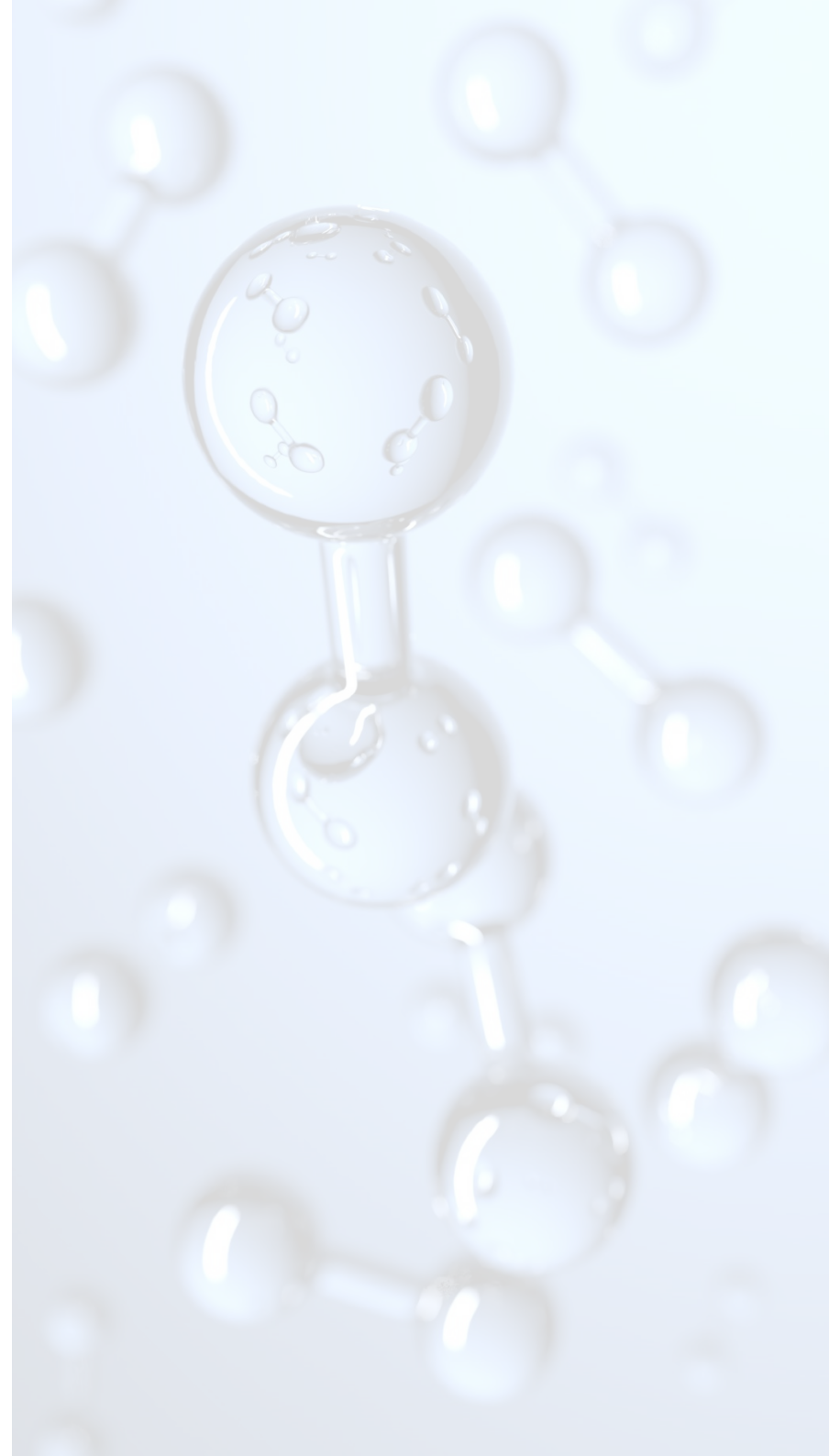
os considerar a EROEI da biomassa como que em verdade é bem baixa

Continuando a Estudar

Pessoas interessadas neste tema poderão assistir esses vídeos e/ou apresentações:

- ▶ [Mineração e Limites ao Crescimento](#)
- ▶ [Estamos cegos à Transição Energética](#)

voltar à aula: [Transição Verde](#)



Energia Doméstica

Estufa Rocket



Hoje a maioria das pessoas compram gás de petróleo para cozinhar e outras usam eletricidade. Em anos recentes o preço do gás aumentou muito, e, sabemos que brevemente o gás simplesmente não será disponível, pois ele é uma energia fóssil que está ligada às mudanças climáticas. No futuro poderemos continuar a usar eletricidade, menos em situações de ocorrência de apagões,...nesses caso, como vamos cozinhar? As estufas Rocket são extremamente facéis de construir e são bem eficientes em termos de queima de lenha.



Estufa Rocket 2



Outras Variações

Esse vídeo curto mostra como fazer uma estufa tipo Rocket bem simples (lembrar de ativar legendas em português)

 [Estufa Rocket](#)



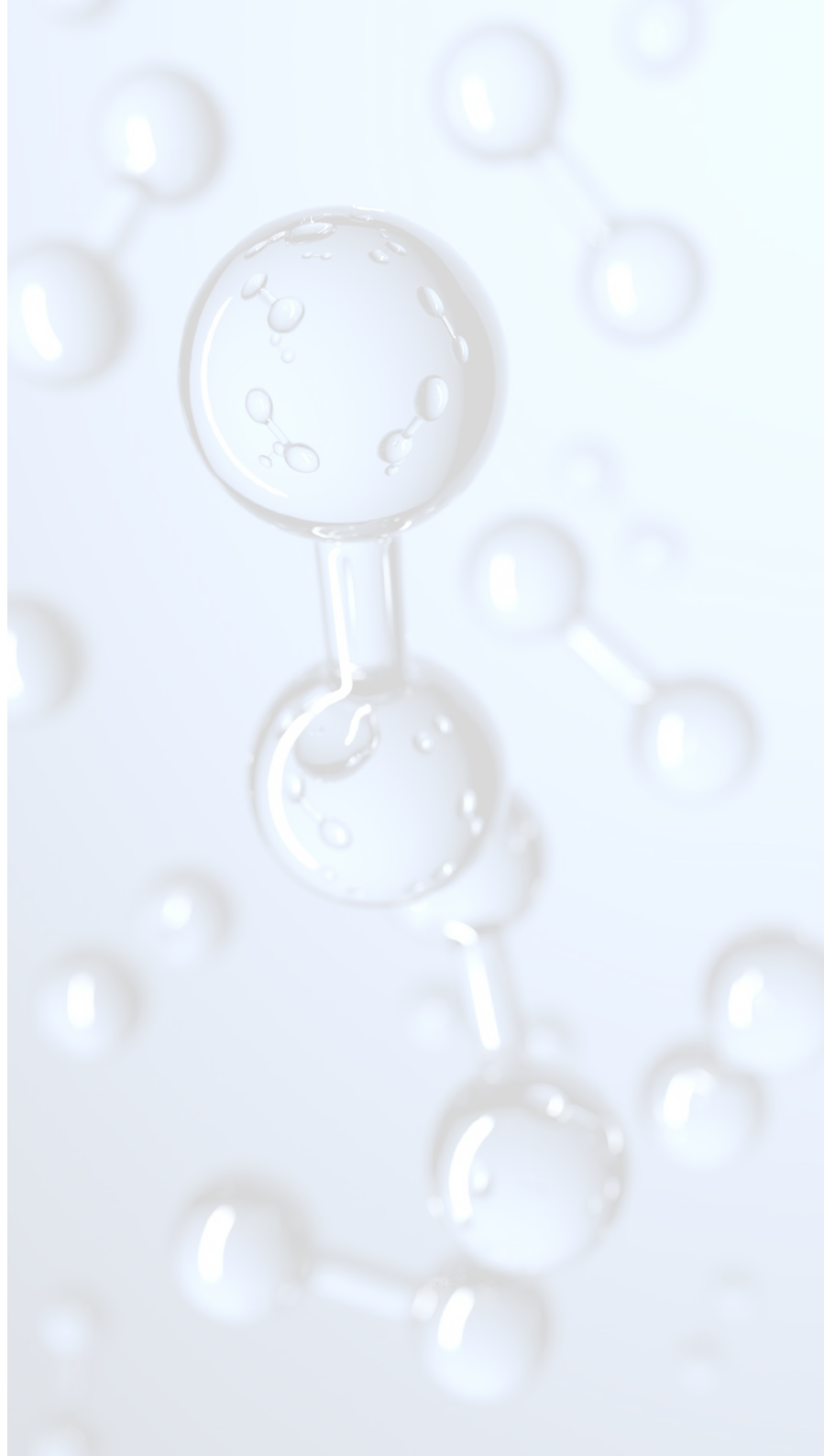
TLUD 1

Nurhuda's TLUDs in Indonesia

The newest model, **UB-03-1**, sells for ~US\$12.



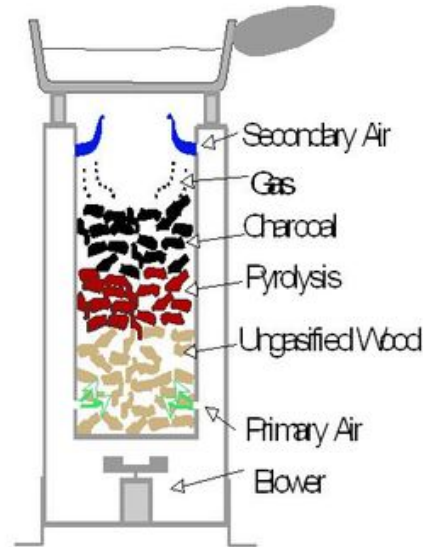
Intentionally designed to appear similar to a kerosene (parafin) stove.



TLUD 2

TLUD is “Top-Lit UpDraft”

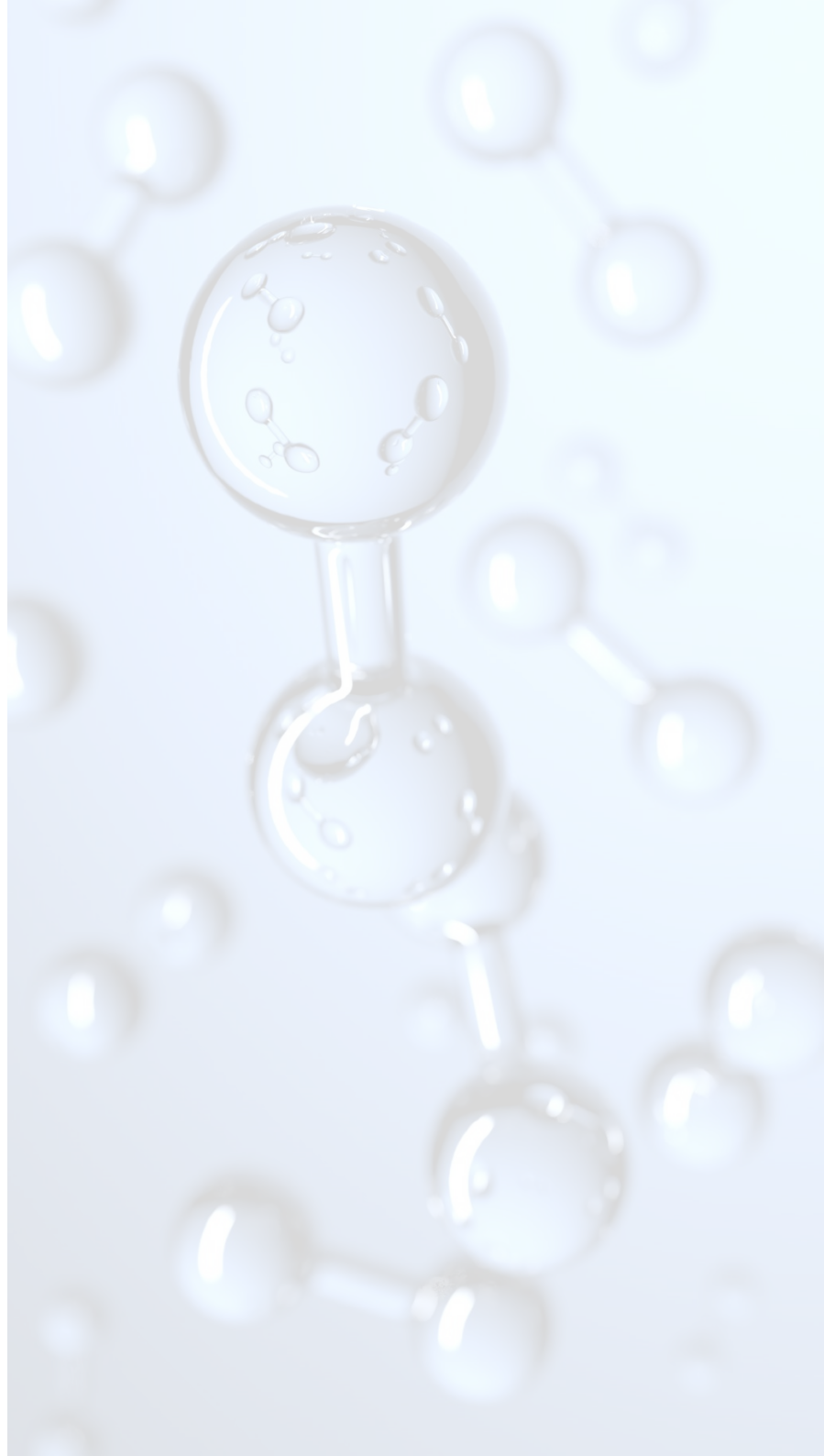
- **Ignition at the top** of a column of chunky dry biomass creates a down-ward **migrating pyrolytic zone** (or front) that is starved of oxygen, creating **charcoal** plus **pyrolytic gases** (“smoke”) that **move upward** to where fresh secondary air enters, resulting in **clean combustion of the gases** for heat for cooking.



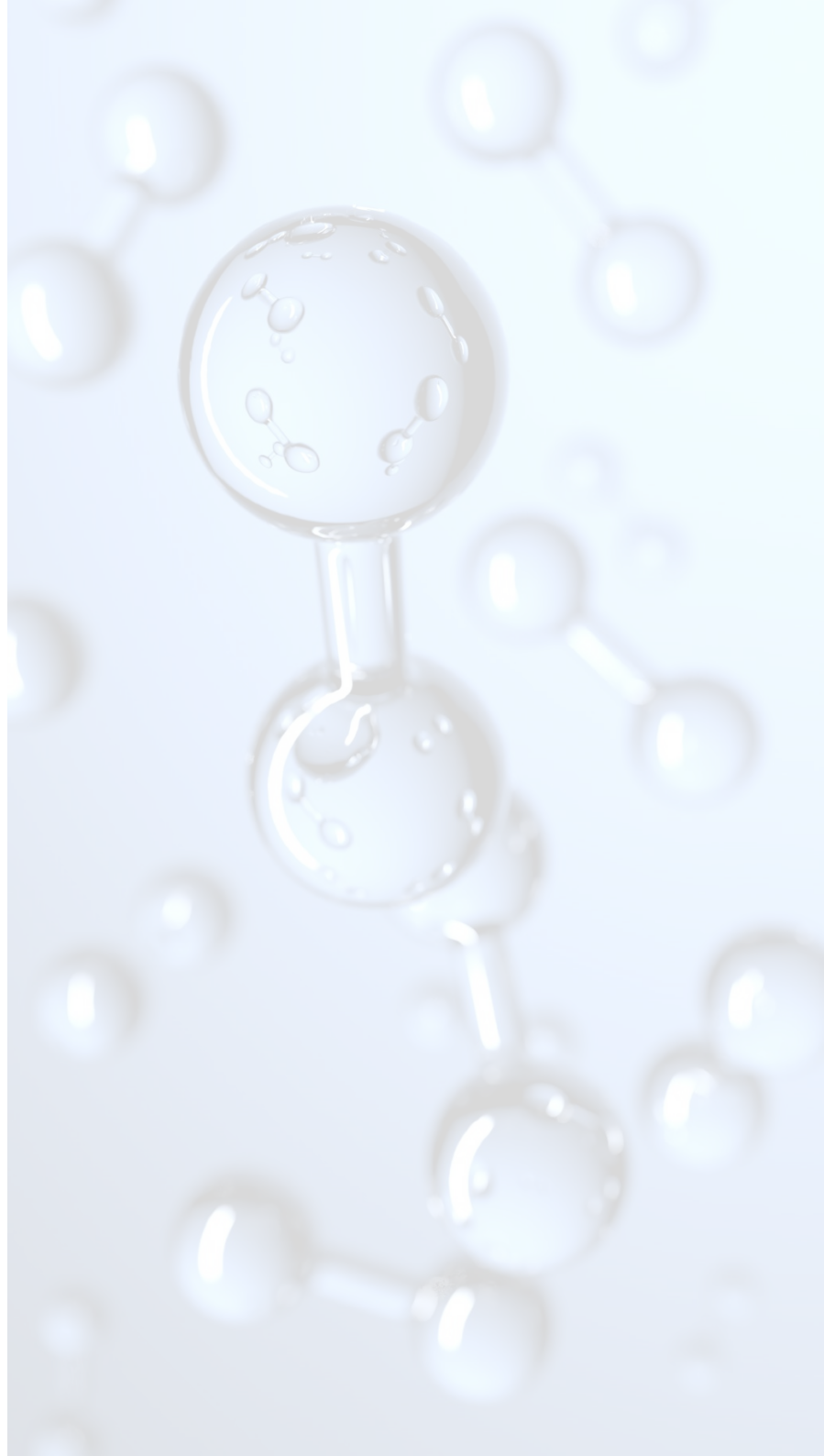
Example with FA:

FA = Forced Air or Fan Assisted

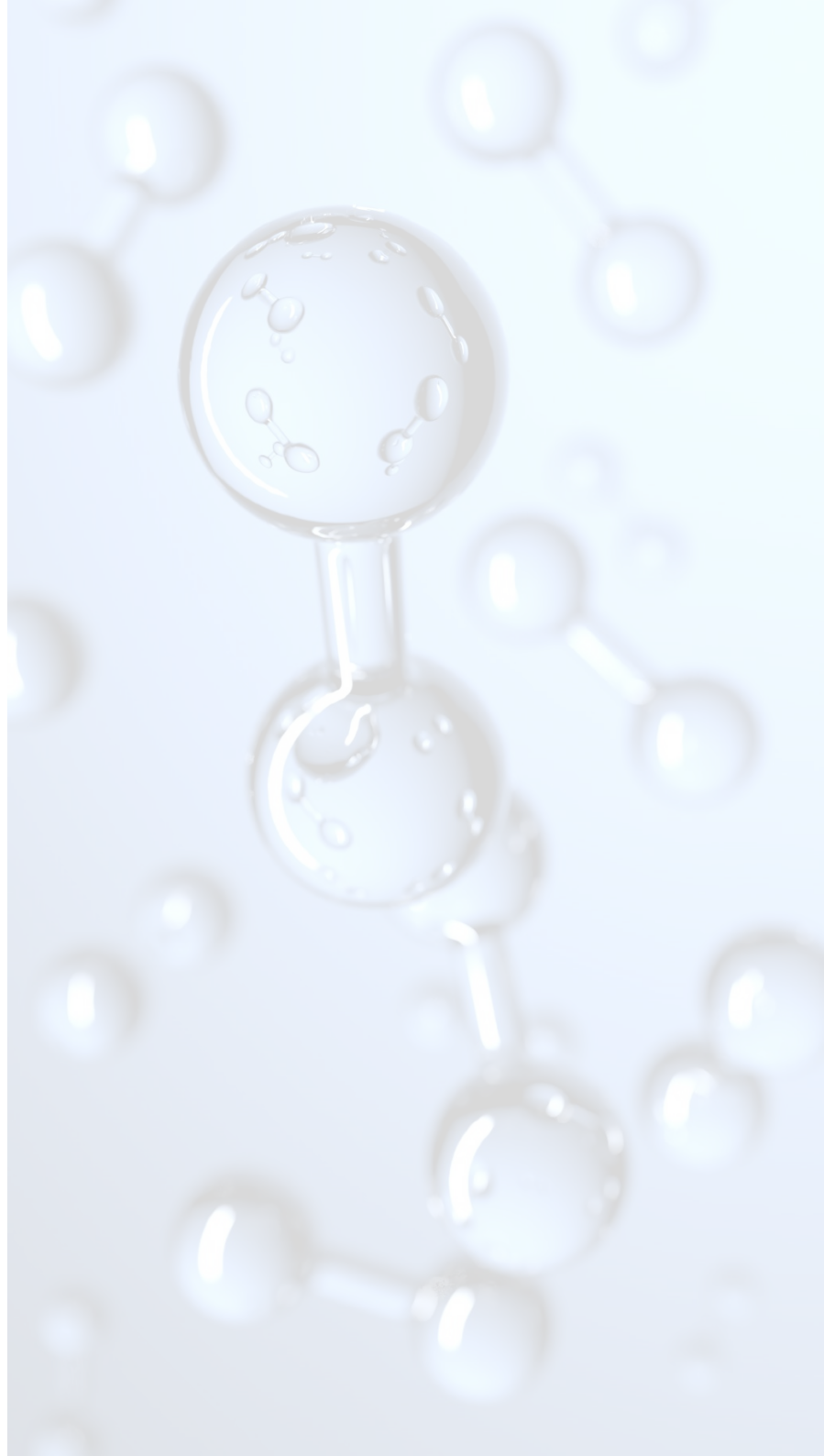
TLUD 3



Gasogênio para Veículo



Gasogênio para Veículo 2



Forno Solar

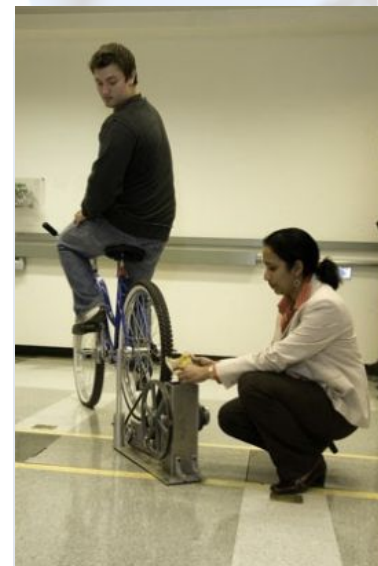


Podemos usar o calor do sol, diretamente para cozinhar nossa alimentação. Esse forna não esquento rápido e não serve para fritar um ovo, mas funciona muito bem para cozinhar feijão!!!



[Forno Solar](#)
[Forno Solar](#)

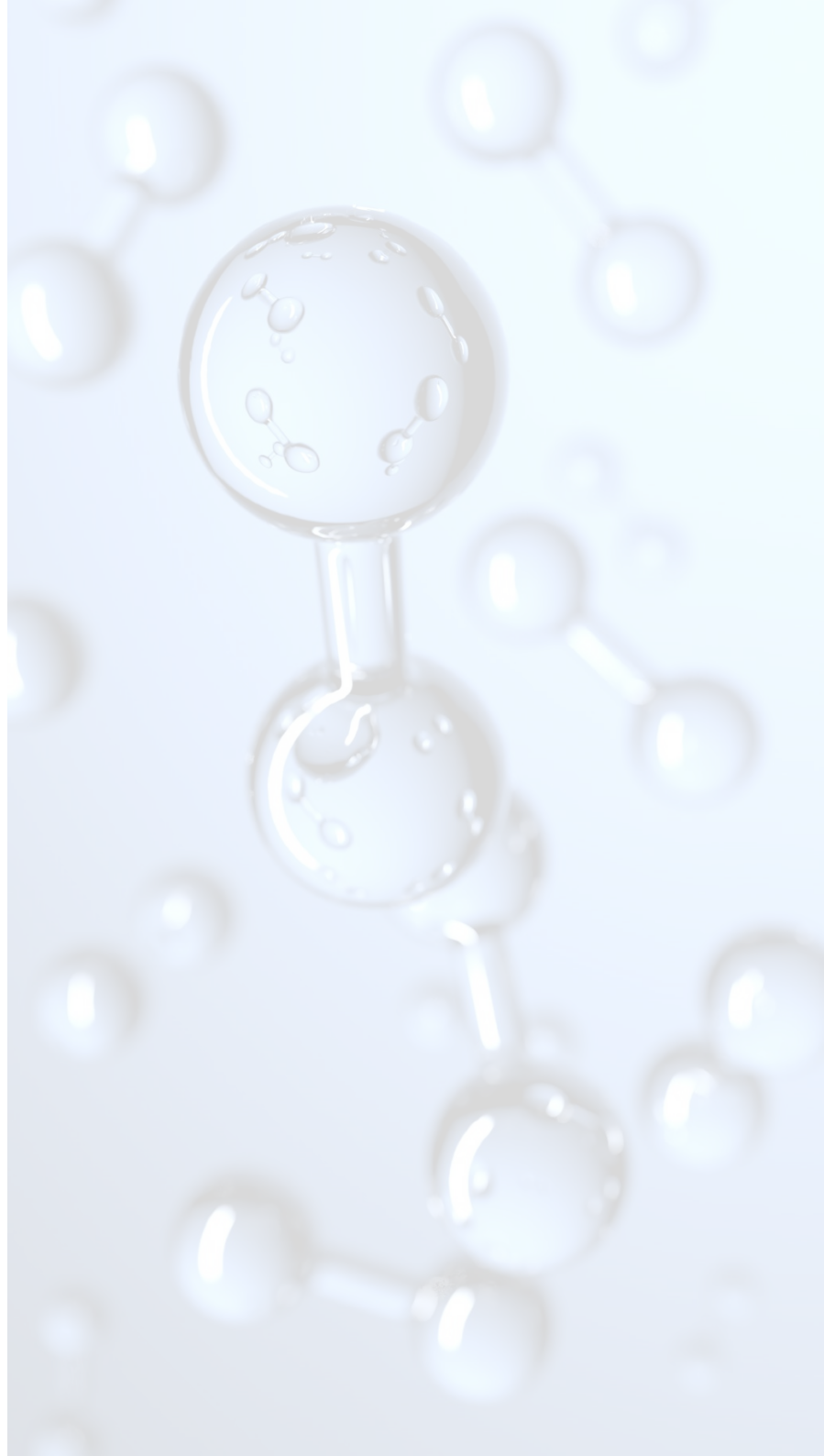
Pedalando 1



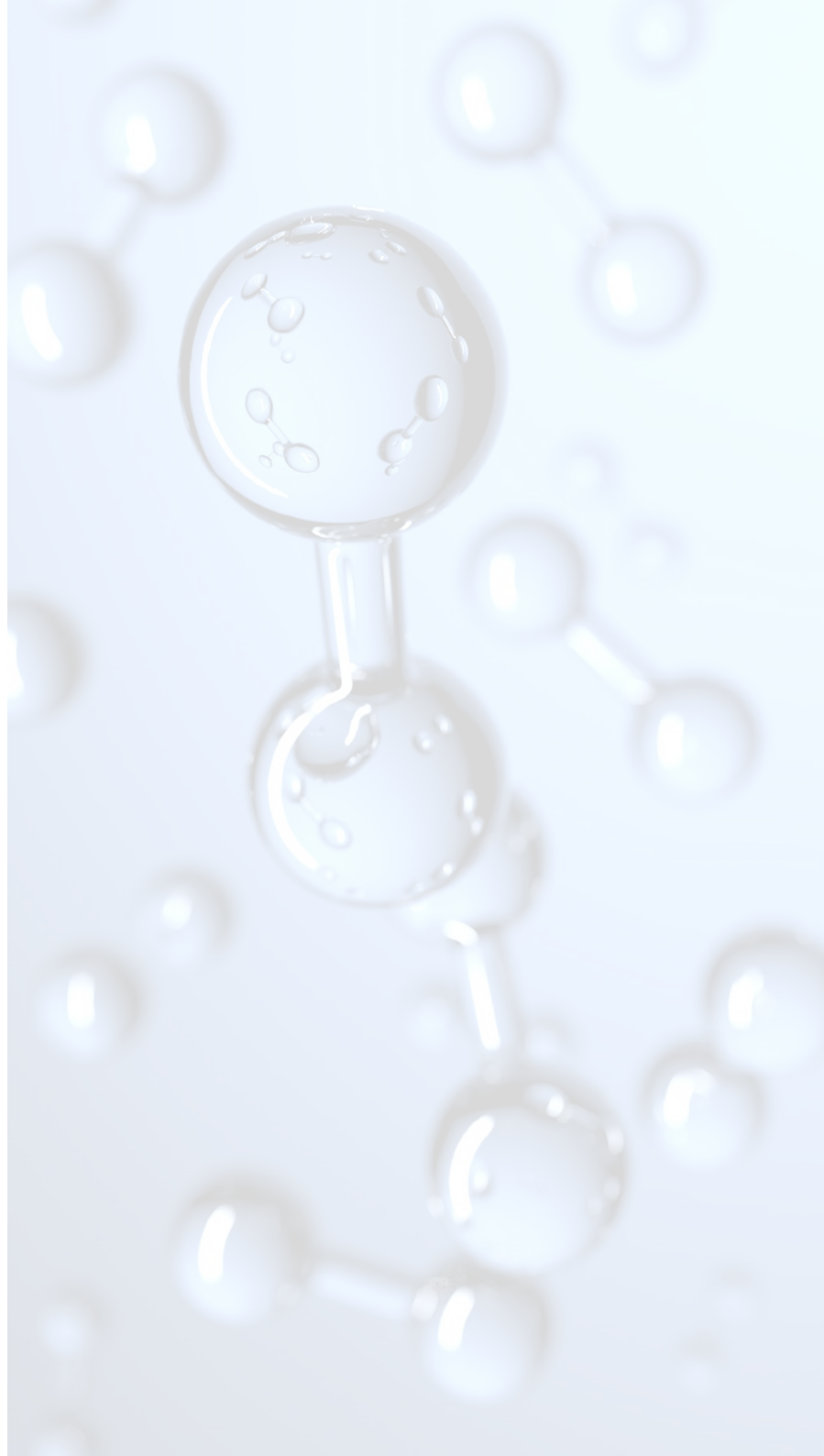
Pedalando 2



Pedalando 3



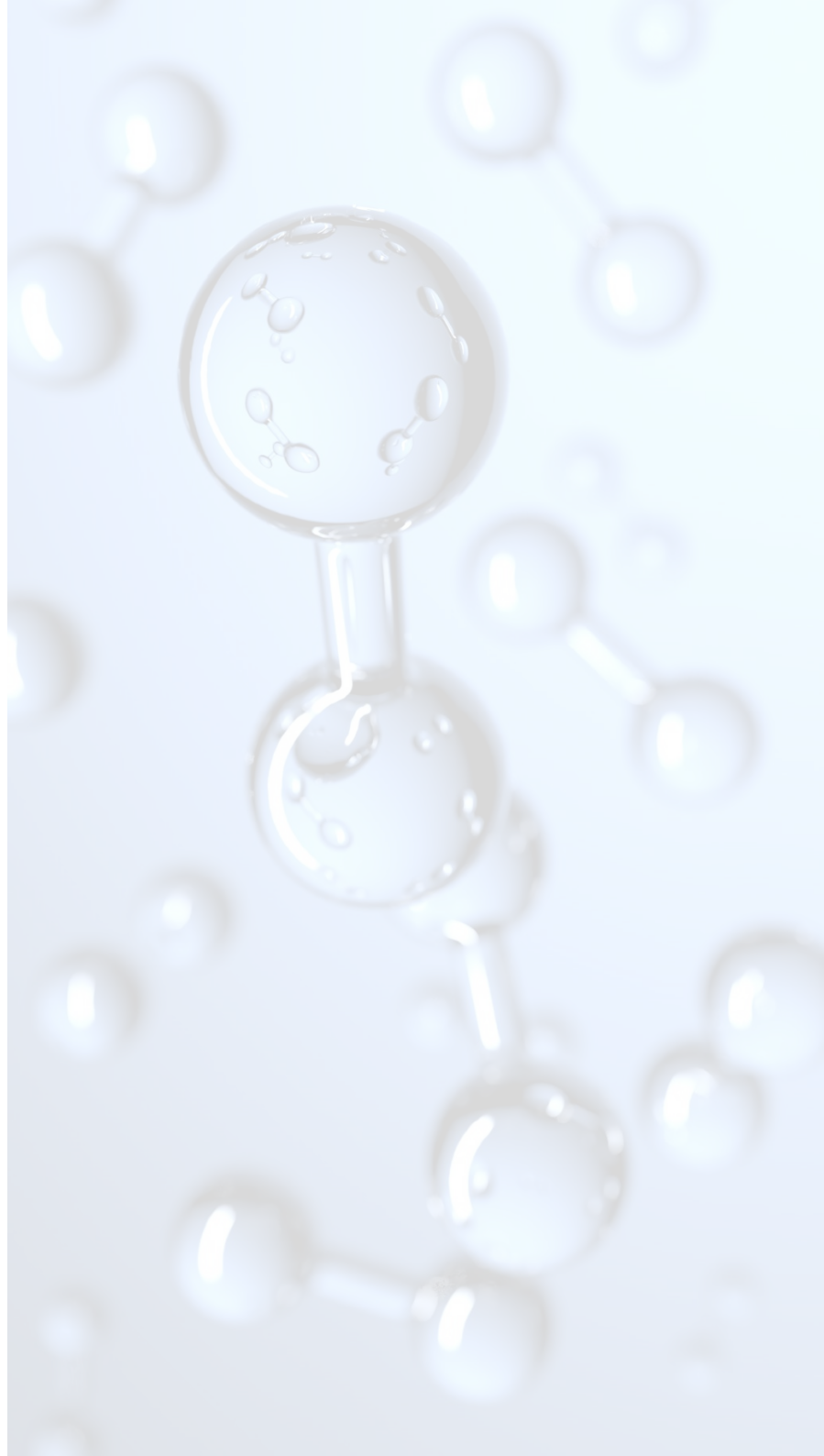
Biogás 1



Bomba Hidráulica

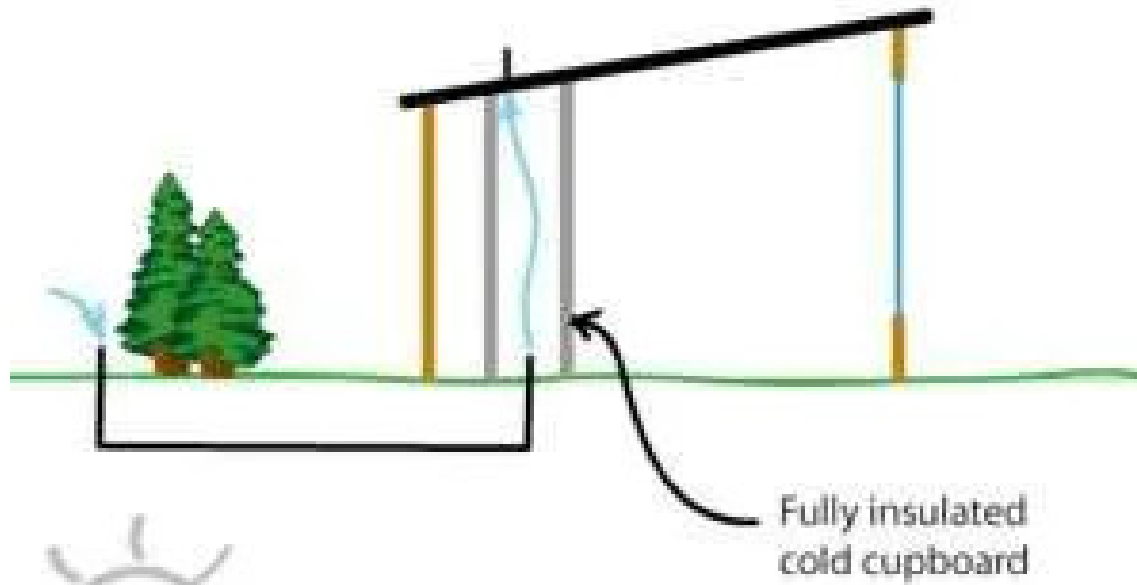


Bomba Hidráulica

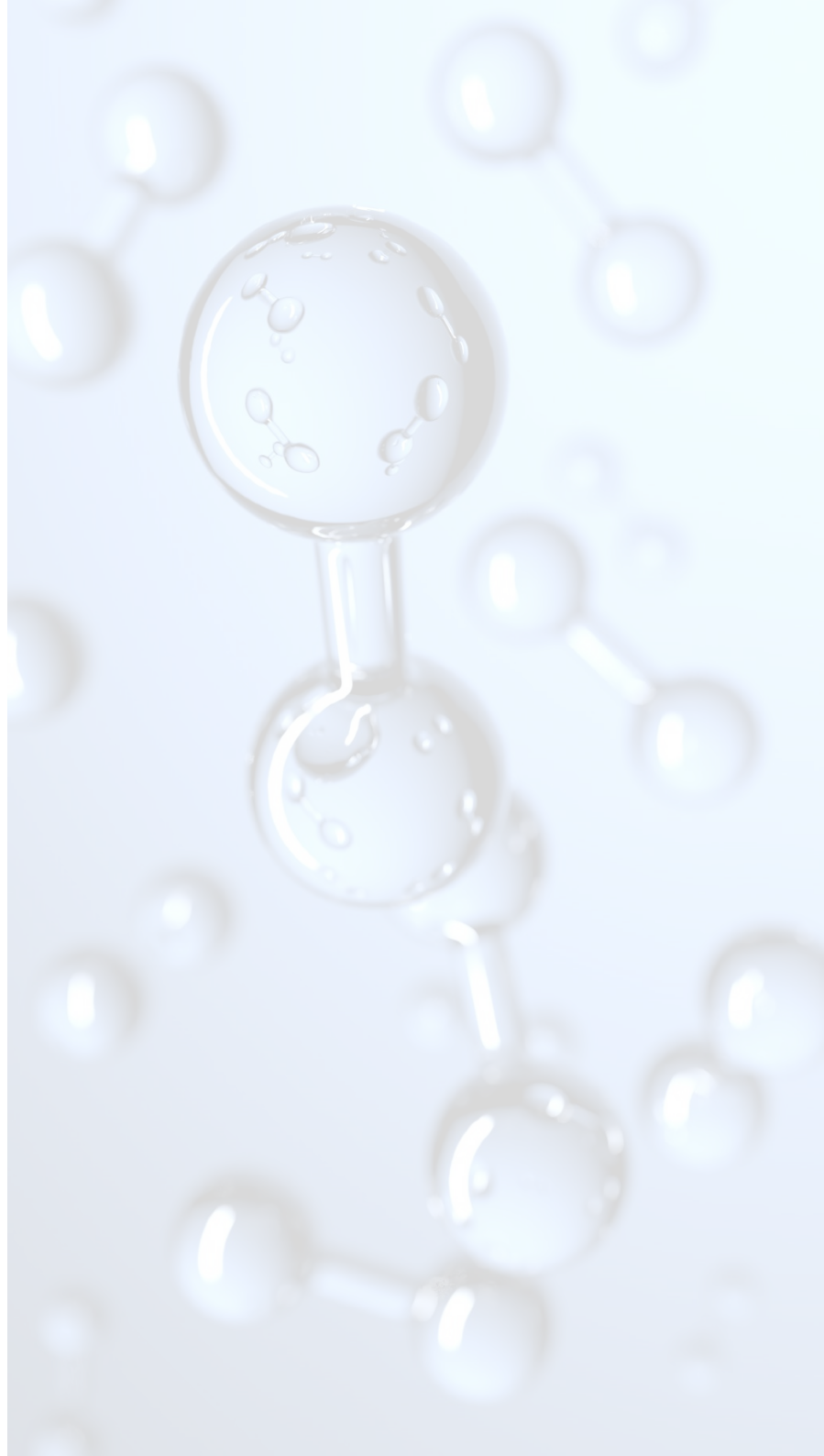


Design Passivo 1

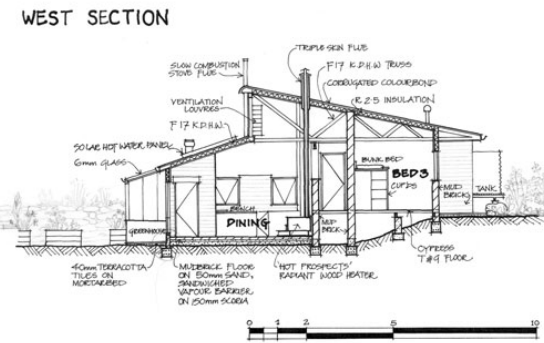
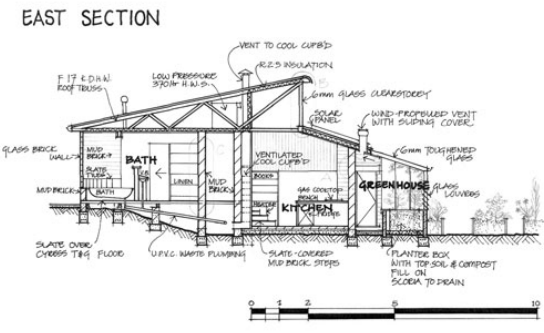
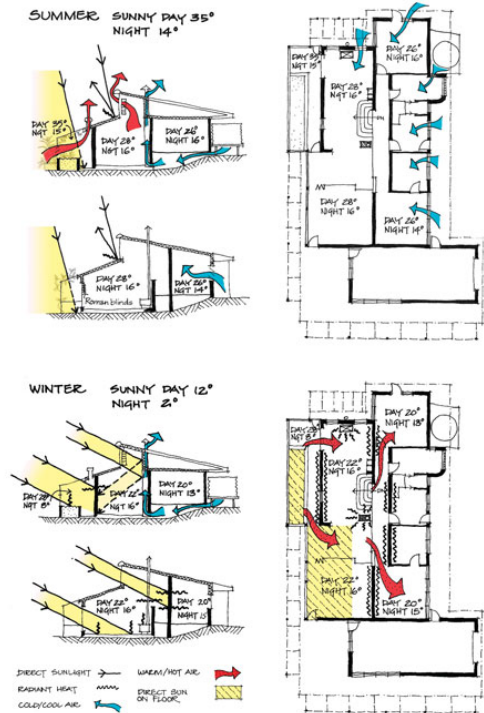
Natural Cold Cupboard



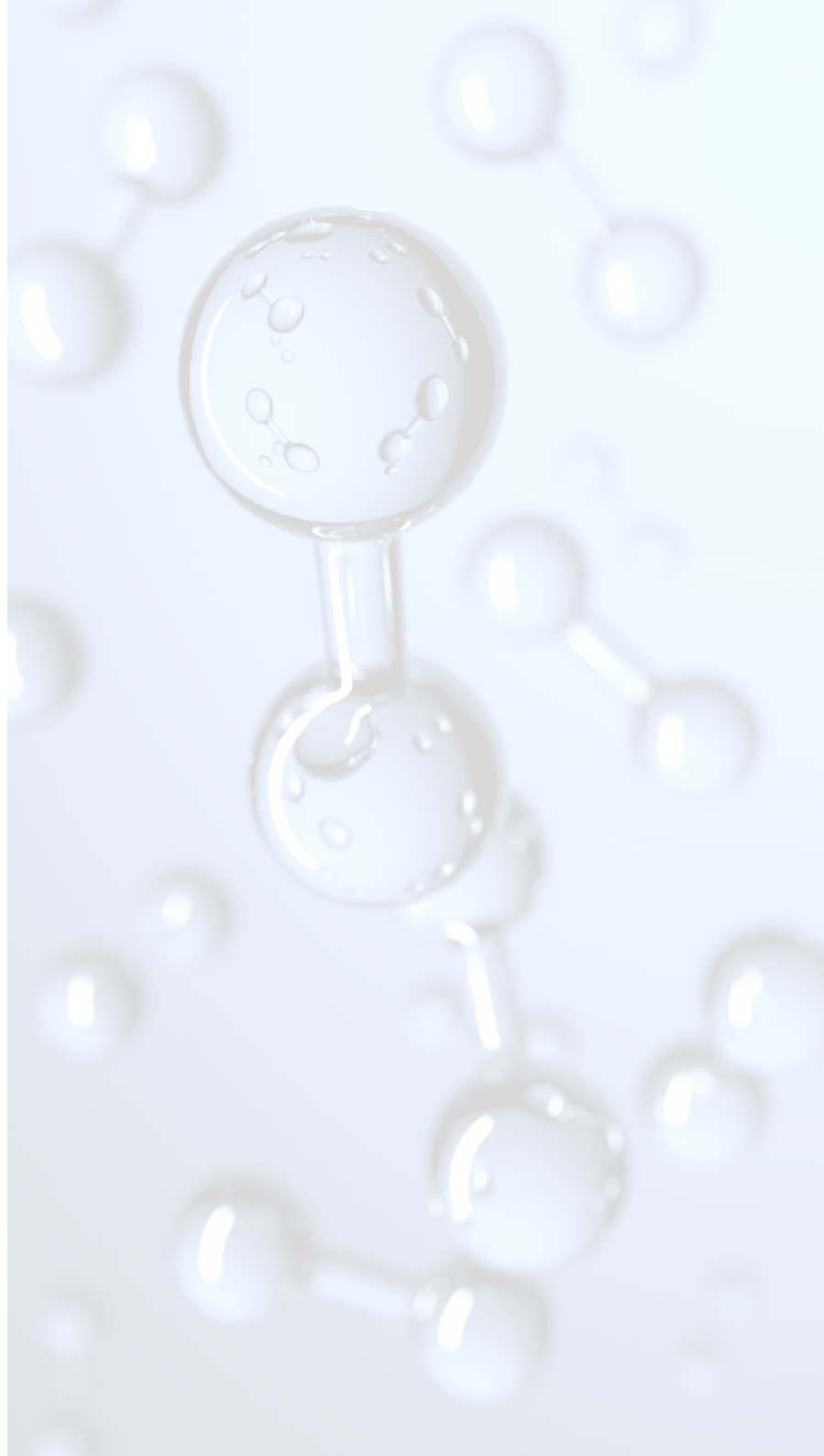
EcoEdge Design
www.ecoedge.ca



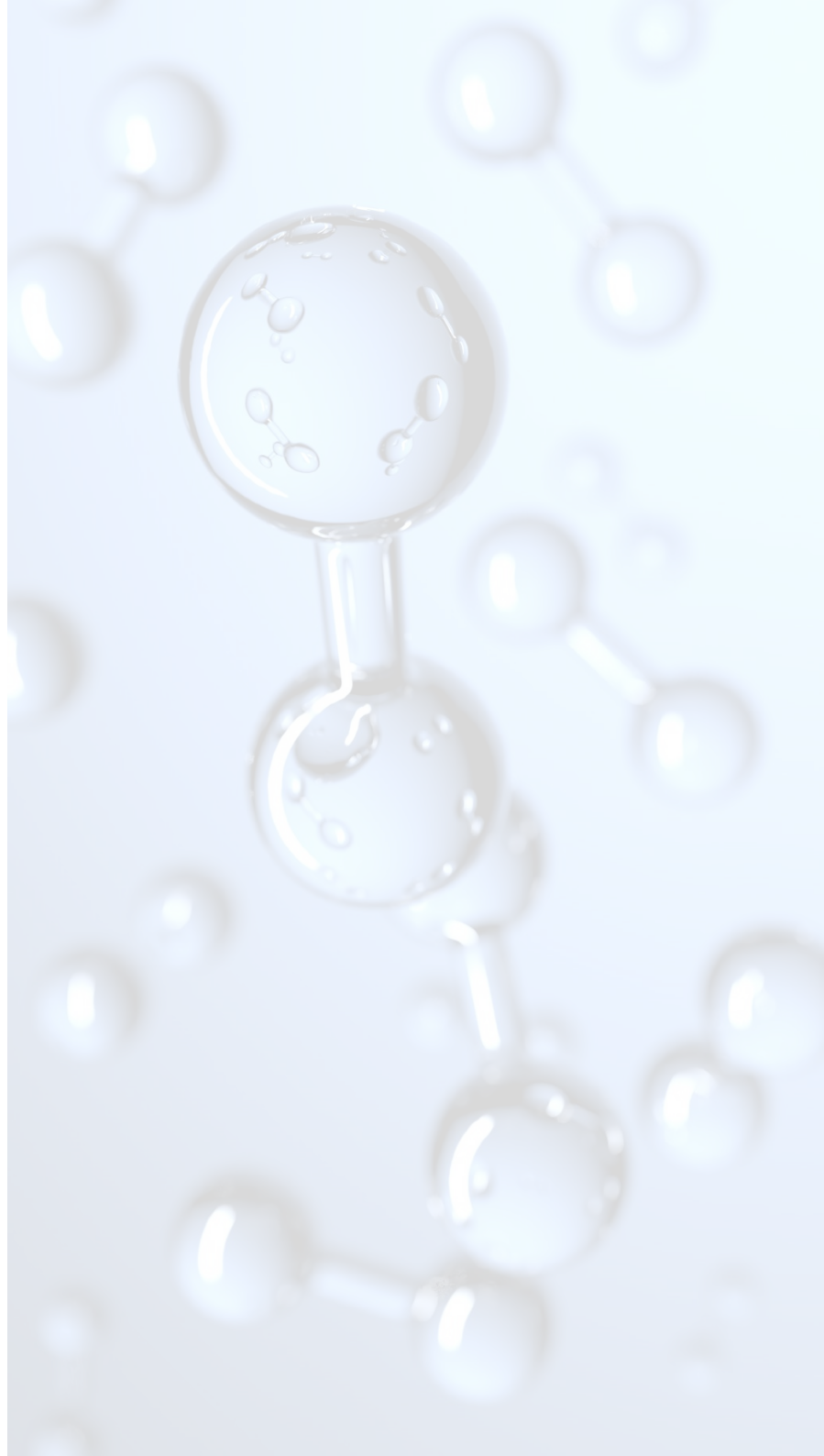
Design Passivo



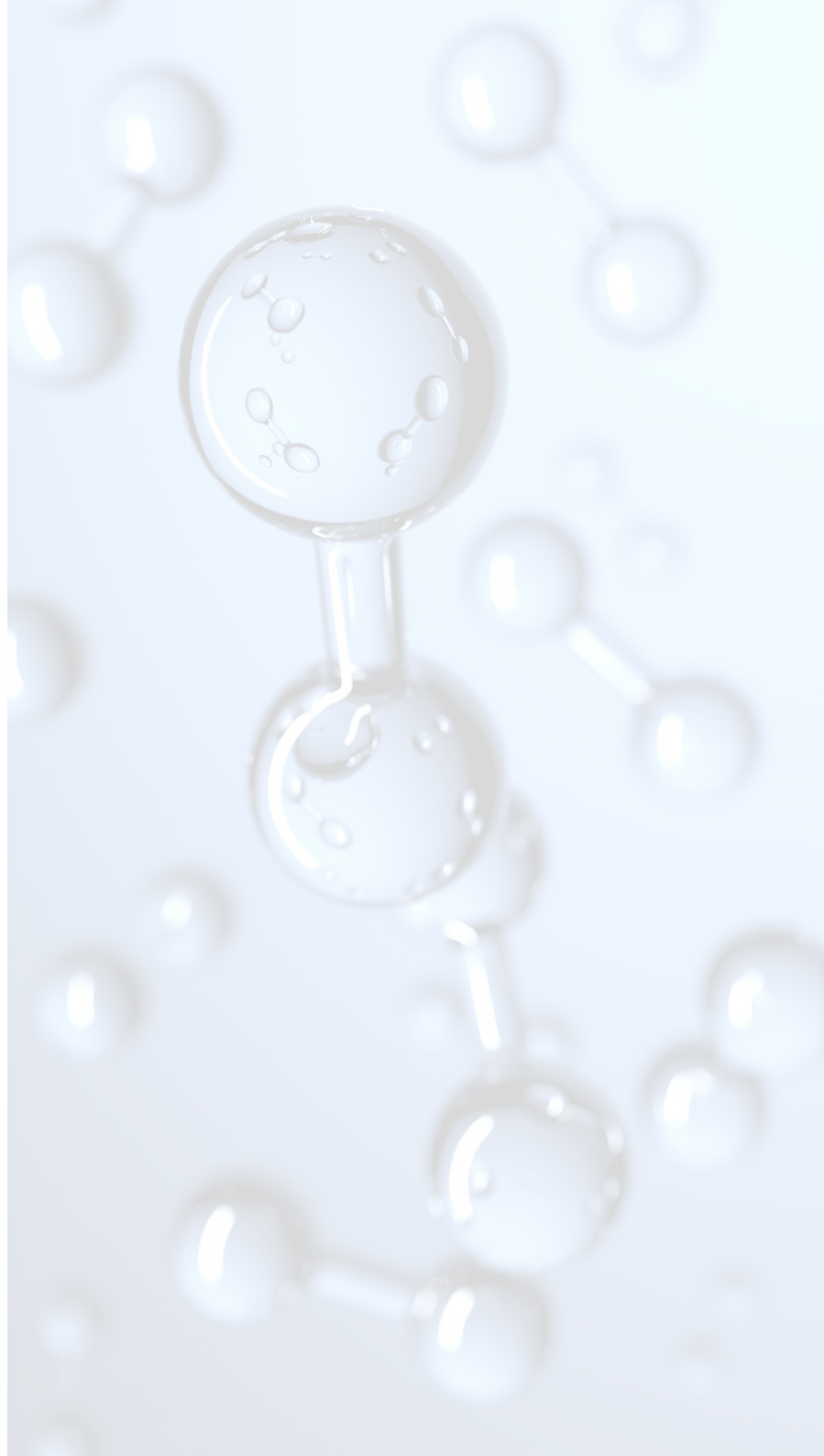
Design Passivo - para minimizar sua demanda de energia.



Ônibus em Cuba



Transporte do Futuro



Energia e a Economia

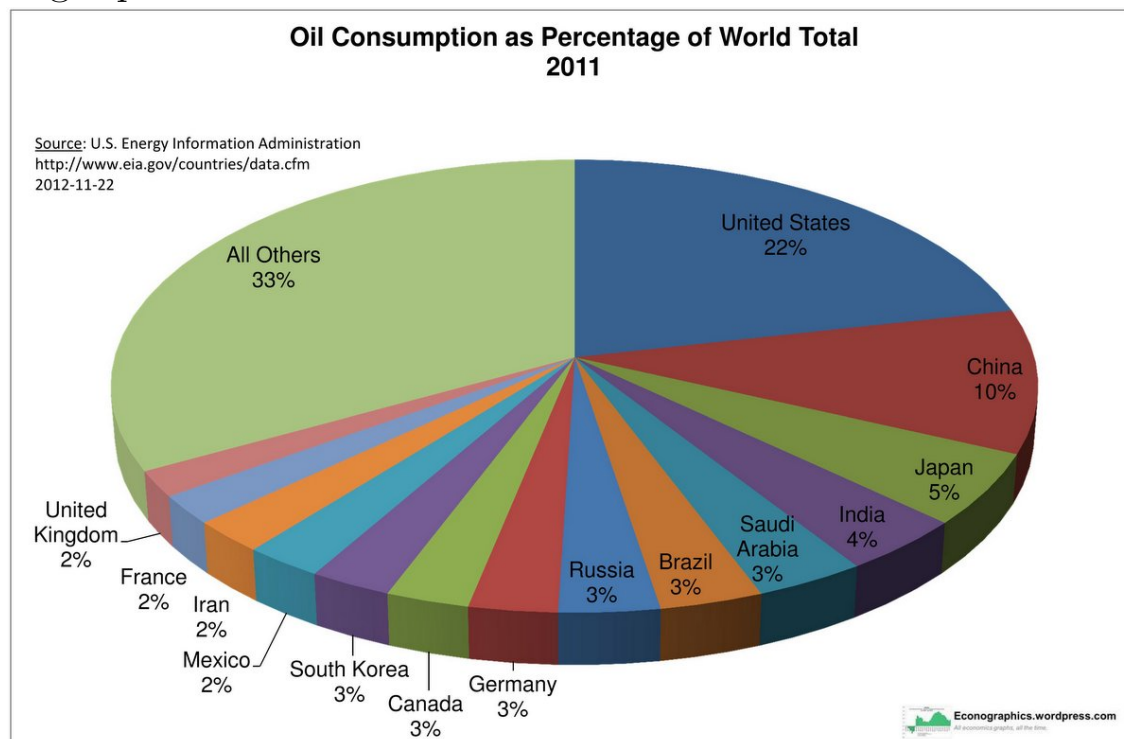
Energia e Desenvolvimento

O que significa esta imagem?



Quais são os países/regiões mais ricos do mundo?
Por que? porque eles capturam mais energia. Qual é a espécie mais dominante do mundo?
Porque captura mais energia.

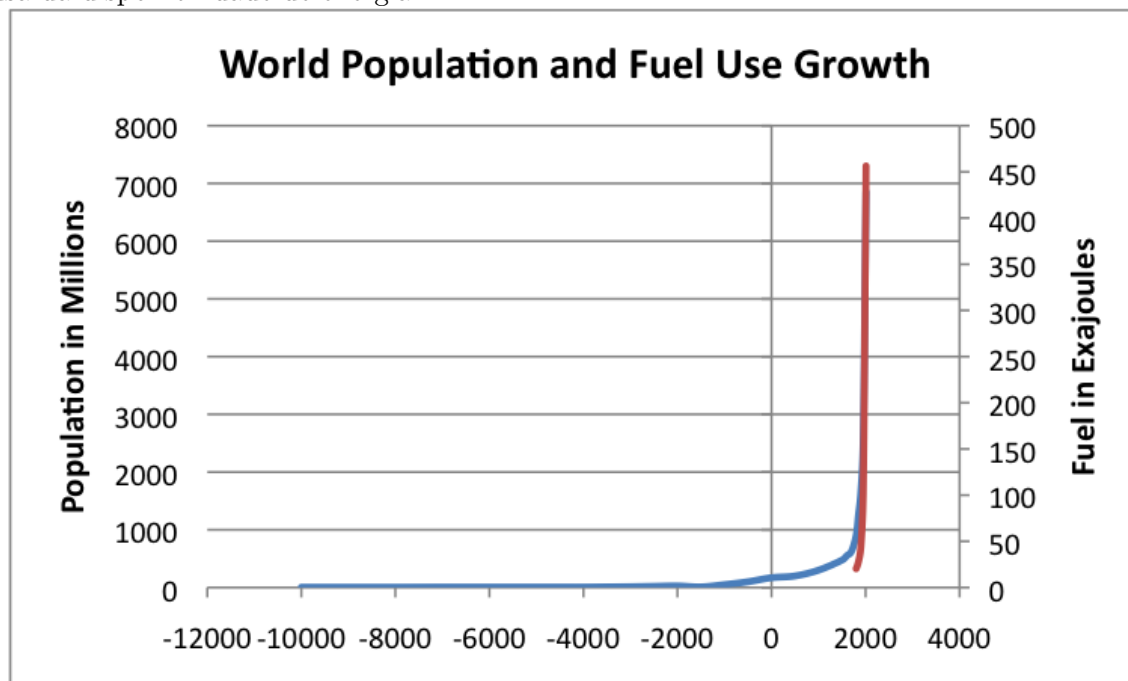
Energia por Países



Podemos ver como os países mais desenvolvidos consomem mais da energia disponível para a humanidade. Lembrar que a produção de energia tem limites, então, um país consumindo mais do que é justo, significa que outros países e povos viverão sem energia = miséria

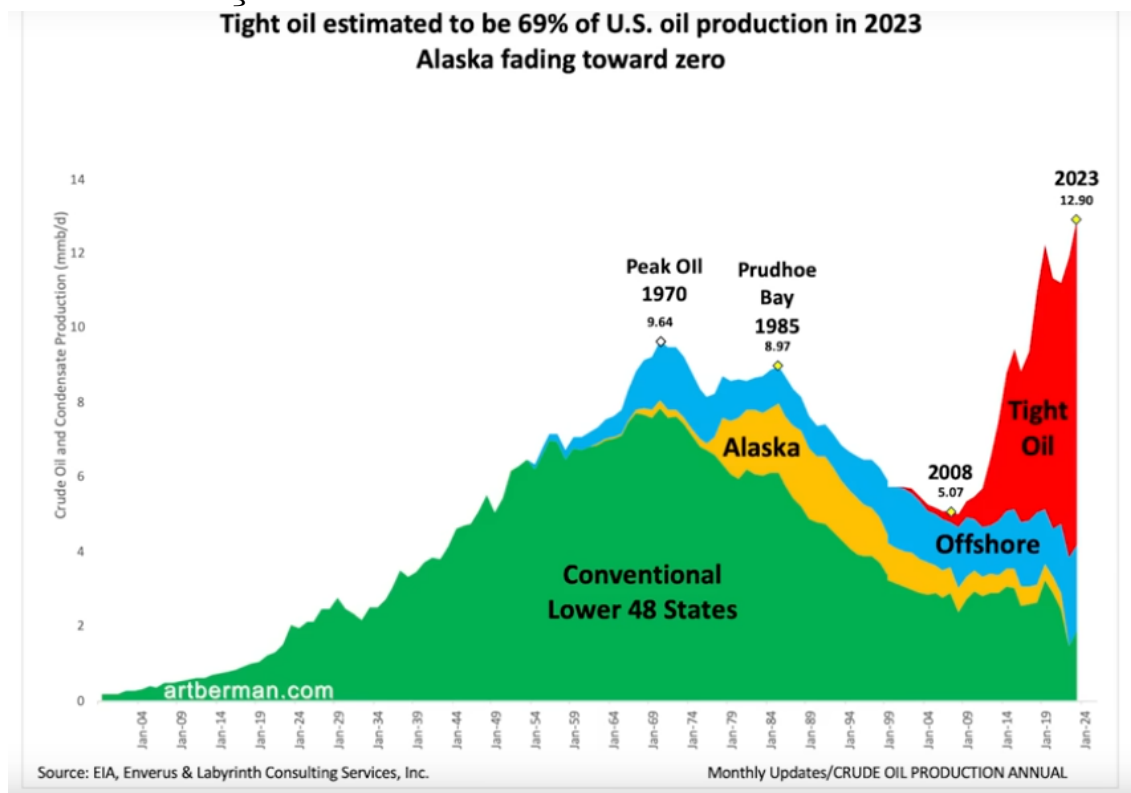
Energia e População

Para a maioria da história da humanidade, a população foi bem estável e crescendo bem devagar. E só começando a aumentar de forma significativa a partir dos anos de 1800, isso por causa da disponibilidade de energia.



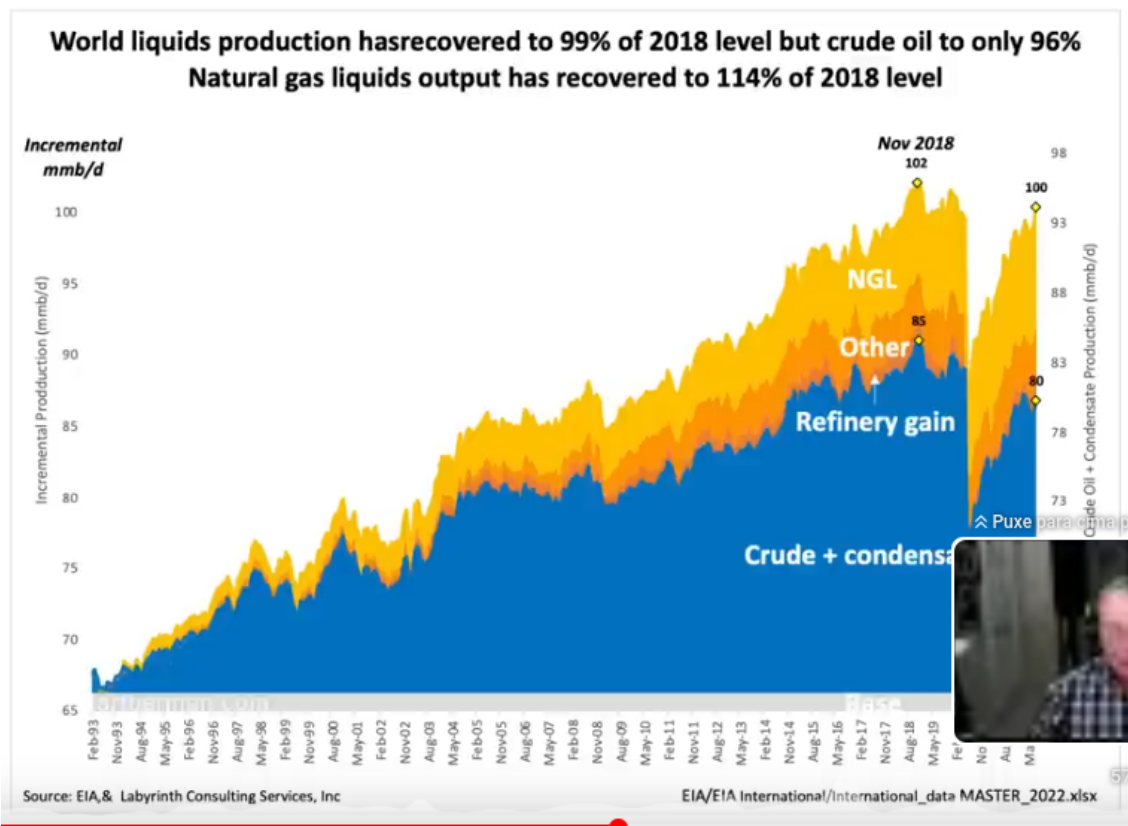
Não tem como ver nesse gráfico, mas a população global foi quase fixa até a revolução agrícola, o que significa que aprendemos a aproveitar a energia dos animais, e, por isso, conseguimos produzir alimentos em uma escala maior. Isso também permitiu que a sociedade se organizasse em formas diferentes (podemos discutir se foi o sedentarismo que criou uma nova sociedade e sua forma de produção, ou se foi a forma de produção que permitiu o sedentarismo que criou a nova sociedade). Bem depois, com a revolução industrial, conseguimos aproveitar a energia do carvão mineral, e isso fez com que aumentasse a população e a organização da sociedade. E, na metade do século 19, descobrimos como aproveitar a energia do petróleo,.... e tudo foi acelerado.

Pico da Produção de Petróleo



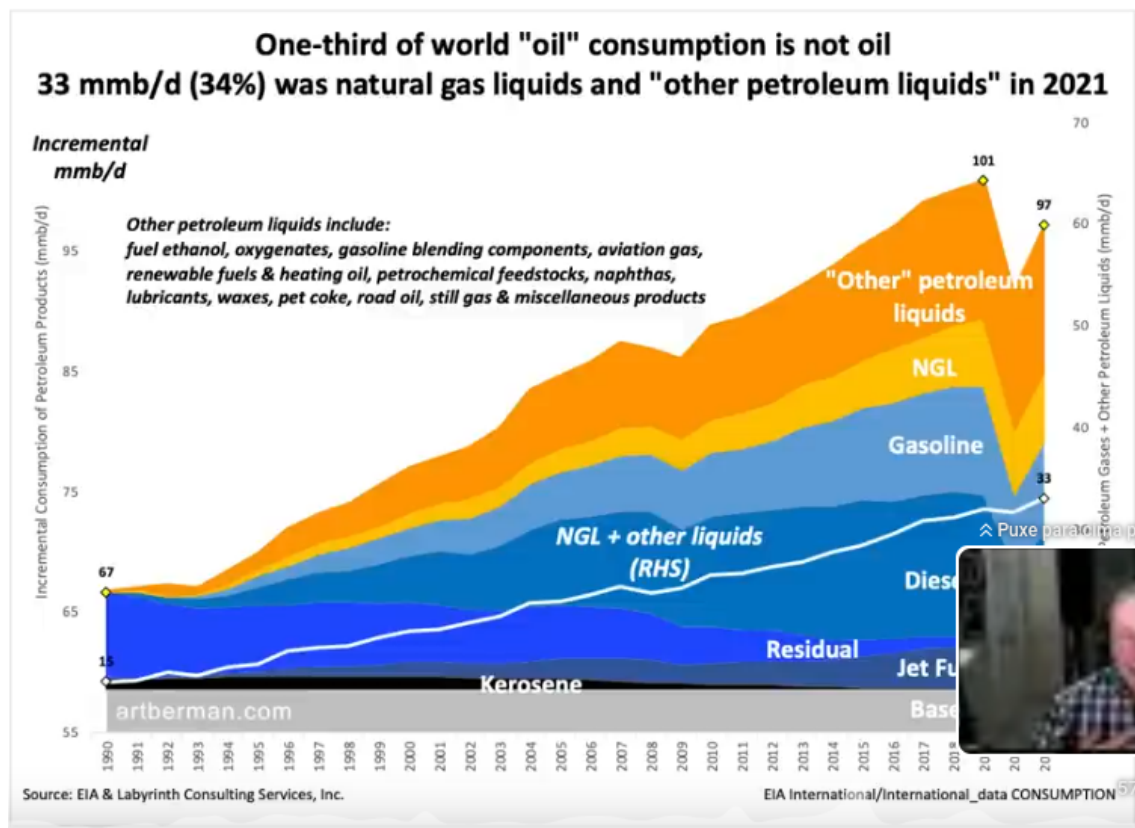
Esse gráfico mostra a produção do petróleo dos EUA nos anos recentes. A cor verde é relativa a produção dos estados do sul (Texas, Oklahoma.... com produção de óleo convencional. Isso passou o pico da produção em 1970, como previsto pelo geólogo M.K. Hubbert. O azul tem a ver com a produção dos poços no mar,...ainda produzindo mas diminuindo. A cor laranja é da produção dos campos no Alaska, que produziram bem por certo tempo, mas hoje a produção é muito baixa. E o vermelho é a produção do óleo Leve,... extraído para o processo do fracking; Observe que todas as fontes foram diminuindo menos o óleo Leve! Mas os poços de Óleo Leve têm vida útil bem curta, 5-10 anos no máximo.

Pico da Produção de Petróleo 2



Essa é a produção global, que apresenta semelhanças à produção dos EUA. A produção do óleo pesado, (EUA, Rússia, Arábia Saudita, México e Venezuela,...e pouco do Brasil) passou o pico de produção em 2018. Por um tempo os poços do Alaska (laranja) foram produzindo, mas isso foi diminuindo. No momento, a única produção que está aumentando é a de óleos leves do fracking e a extração de gás.

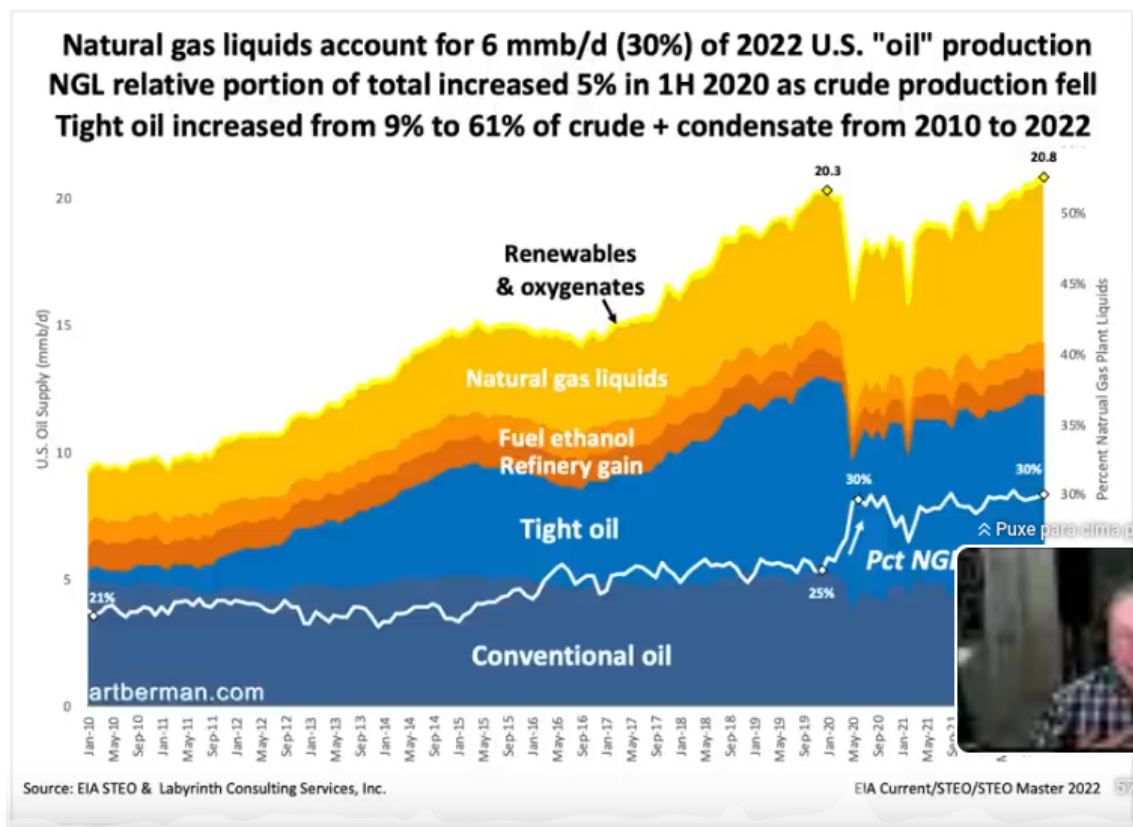
Pico da Produção de Petróleo 3



Essencialmente, é o mesmo gráfico, mas aqui estamos mostrando os produtos após o refinamento. Com a falta do óleo pesado, a produção de querosene, diesel, aviação e até gasolina está diminuindo.

Por causa dos óleos leves extraídos por fracking, a produção do gás e os produtos mais leves (por exemplo, usados pela Europa e EUA para aquecer moradias) está aumentando. Mas, sem diesel, gasolina e querosene como vamos manter o sistema de transporte global? Isso é parte significativa da inflação dos produtos importados

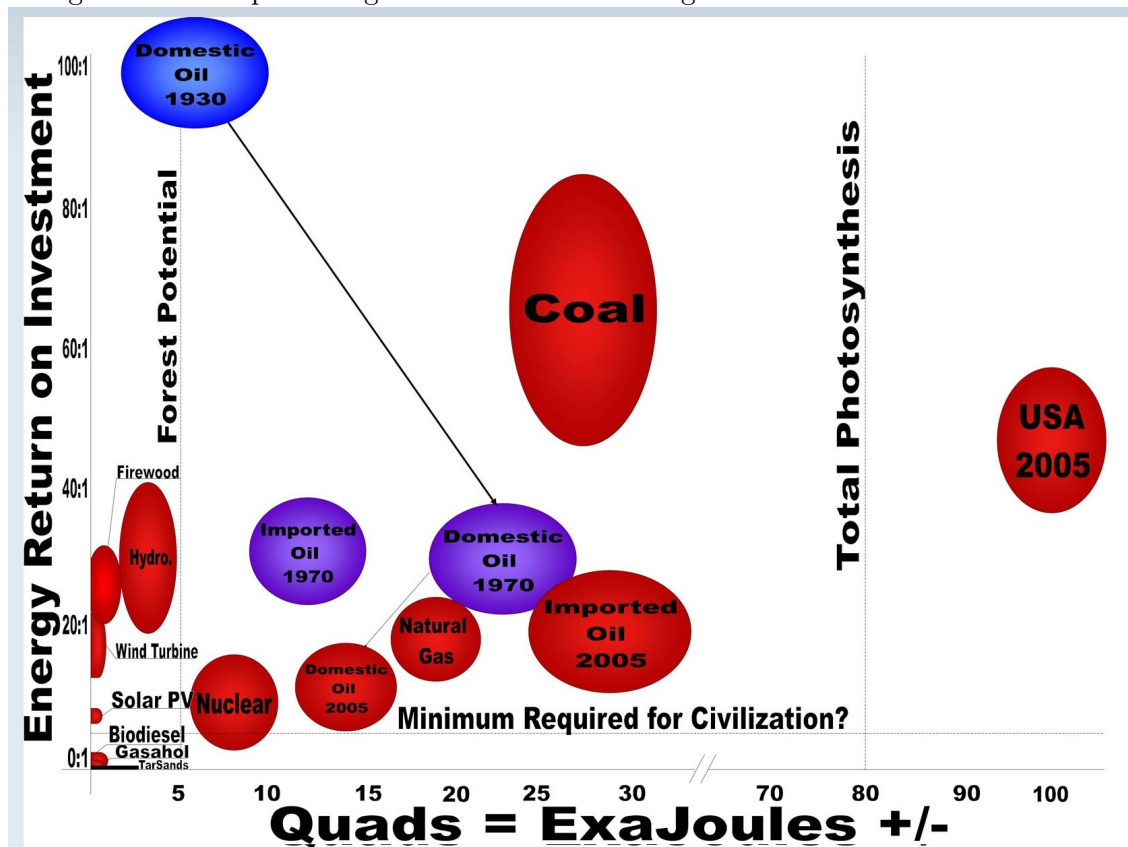
Pico da Produção de Petróleo 4



O mesmo gráfico, mas aqui mostrando a contribuição das energias renováveis, em amarelo. Nota que estamos falando de energias líquidas. Isso não inclui energia elétrica por fonte solar ou eólica. Em amarelo, é representado a contribuição energética de álcool e biodiesel.

EROEI

Energia Devolvida por Energia Investida - lucro energetico



Podemos pensar em EROEI como lucro energético, quanto de energia recebida em relação à energia que investimos na extração.

Aqui está mostrando que quando começamos a comercializar a produção do petróleo no início do século passado, a EROEI foi de 100 - os petroleiros iniciais ganhavam 100 barris de petróleo para cada barril investido na exploração e extração,....por isso, eles ficaram ricos. Mas essa foi a energia mais fácil de encontrar,....em 1970, retirando a energia mais profunda, a EROEI foi em torno de 30 - ainda assim era bem lucrativo, mas nem tanto. Em 2005, a EROEI caiu por volta de 18.

A EROEI do Pré-sal do Brasil foi em torno de 15.

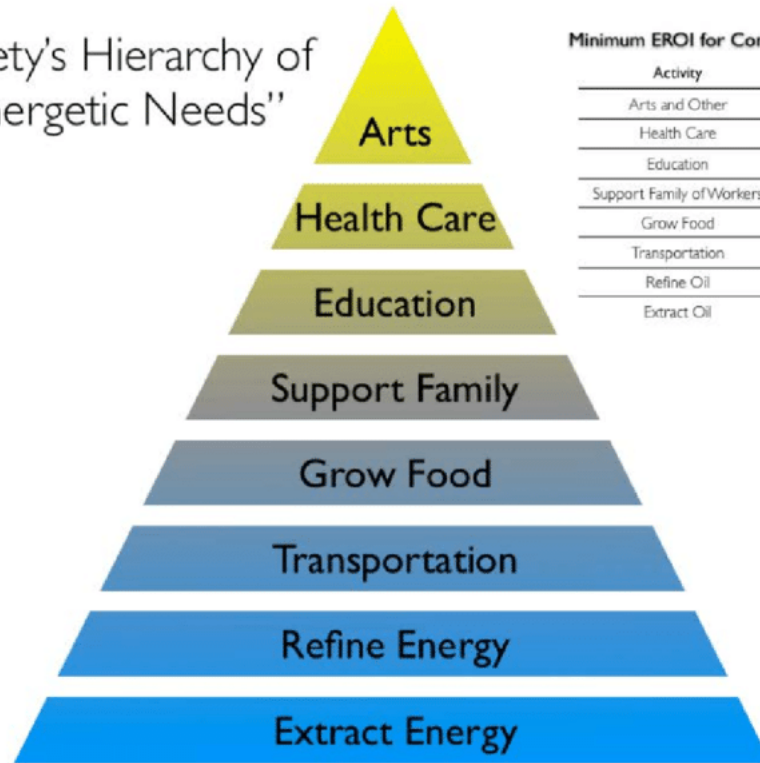
Esse gráfico mostra duas coisas interessantes. Nota a linha vertical à direita da imagem - isso representa a energia captada por TODAS as plantas do planeta por fotossíntese. Essa é a energia do Sol que a Natureza capta e funciona por toda a história do planeta.

A linha horizontal abaixo do gráfico representa uma EROEI de 4, que é o mínimo possível...vamos falar mais disso na próxima imagem.

Nota que todas as fontes de energia renováveis (hidro, vento, lenha, placas solares, biodiesel, álcool...têm EROEI bem baixas. Não existe fonte de energia que chegue perto do lucro e concentração do petróleo. Mas, gastamos tudo, e agora!

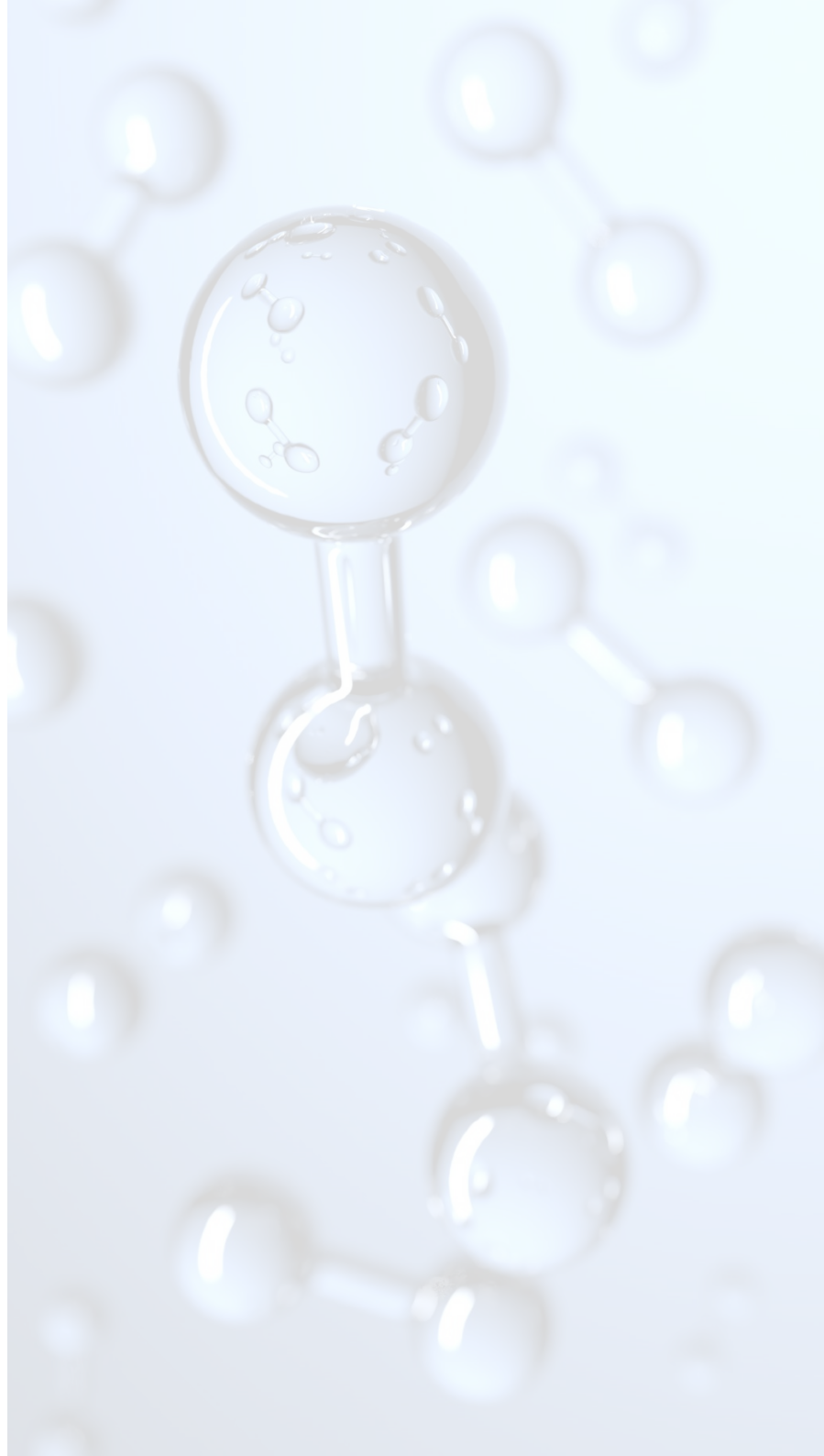
Energia da Sociedade

Society's Hierarchy of "Energetic Needs"



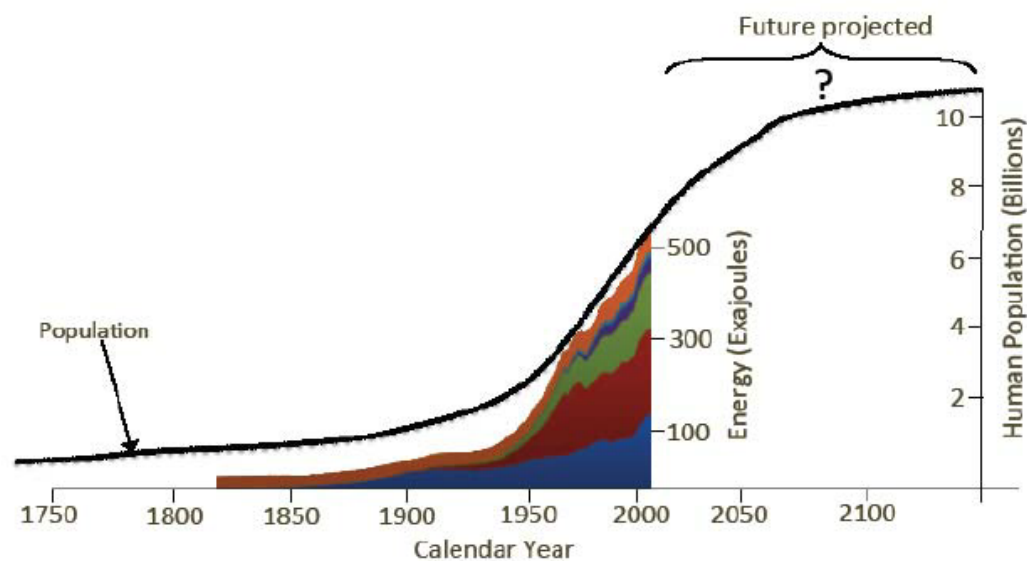
Minimum EROI for Conventional Sweet Crude Oil

Activity	Minimum EROI Required
Arts and Other	14 : 1
Health Care	12 : 1
Education	9 or 10 : 1
Support Family of Workers	7 or 8 : 1
Grow Food	5 : 1
Transportation	3 : 1
Refine Oil	1.2 : 1
Extract Oil	1.1 : 1

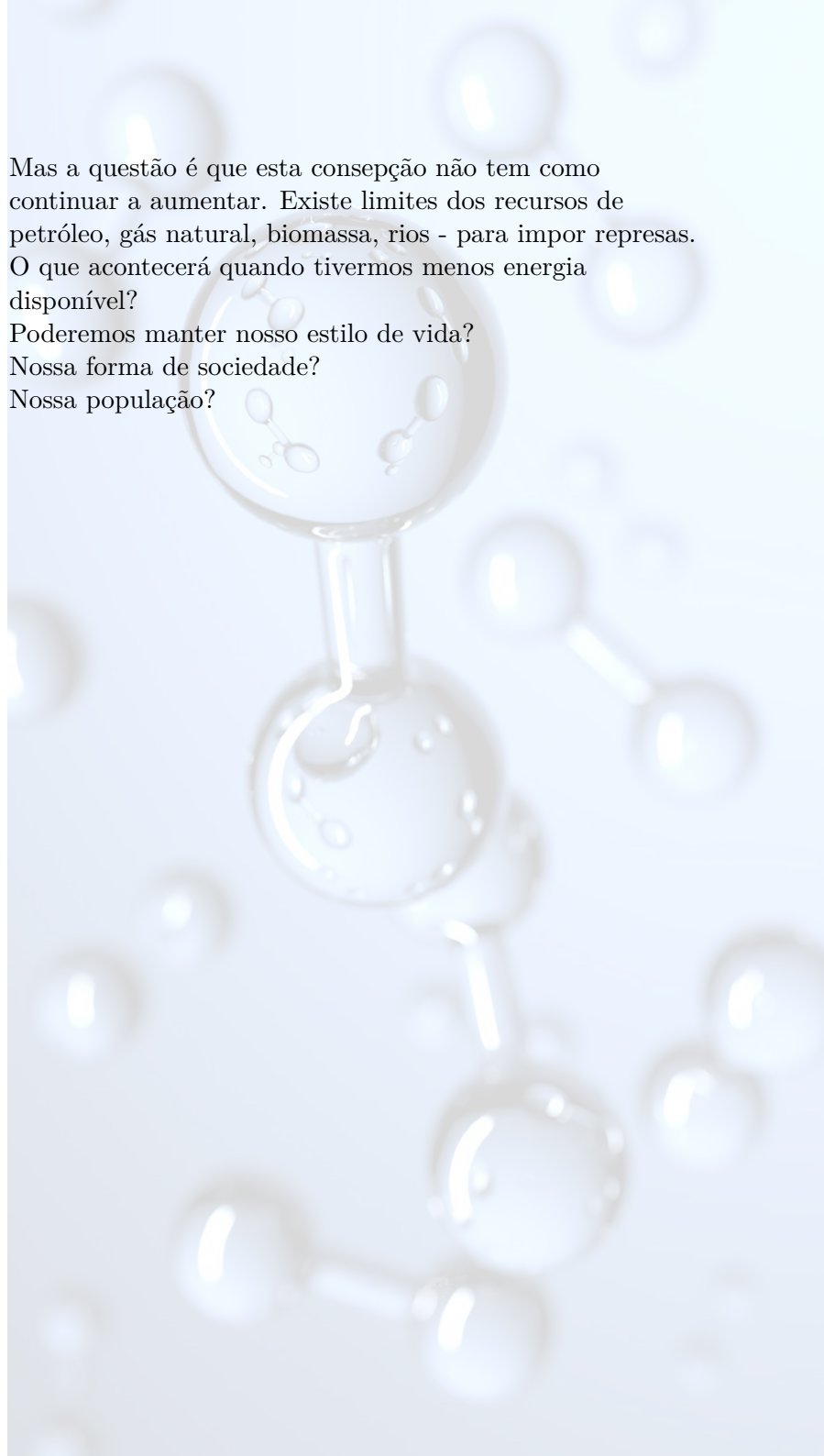


Energia e o Futuro

Olhar o impacto da energia e a população em escala de tempo mais curta. As cores mostram o consumo da energia de carvão, petróleo, gás natural, núcleo e biofuels.

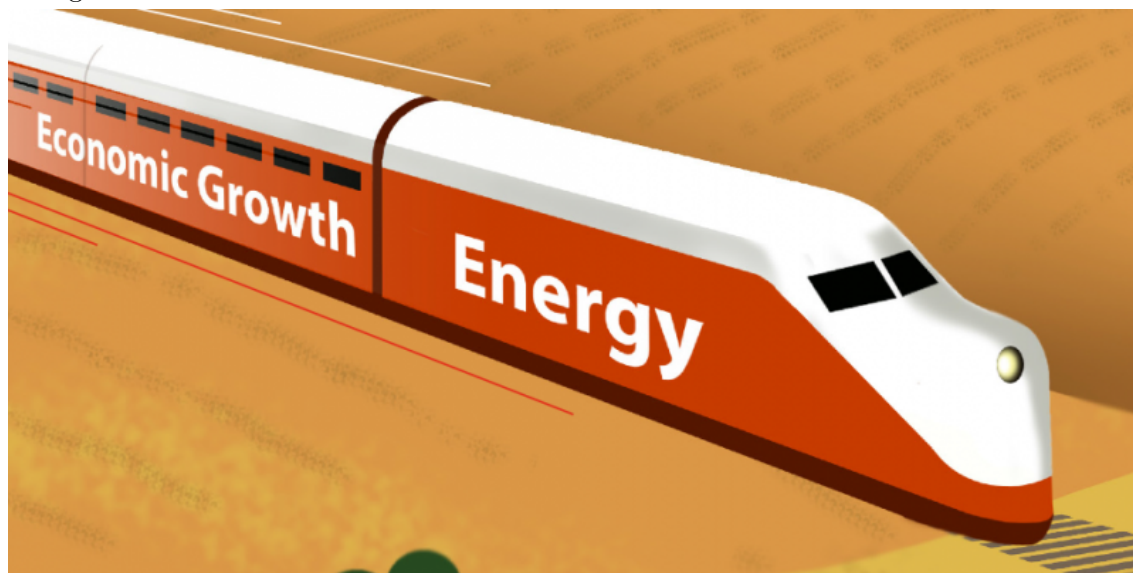


Mas a questão é que esta concepção não tem como continuar a aumentar. Existe limites dos recursos de petróleo, gás natural, biomassa, rios - para impor represas. O que acontecerá quando tivermos menos energia disponível?
 Poderemos manter nosso estilo de vida?
 Nossa forma de sociedade?
 Nossa população?



Energia e Atividade Econômica

Energia é o motor da Economia!



No futuro, com menos energia, as economias e populações serão menores.

O sistema econômico é centralizado porque o sistema político é bem centralizado, e porque a produção de energia é essencialmente centralizada. Energias renováveis não são tão fáceis de centralizar e padronizar, por isso, a economia futura será descentralizada, e, por isso, o sistema político será descentralizado. No futuro, o Brasil será essencialmente irrelevante, e Fortaleza também, que importará será o município e prefeitura.

É uma pergunta bem interessante. É a energia que move as atividades e o desenvolvimento econômico, mas os economistas não incluem energia em seus dados.... para eles, energia é um produto que pode ser vendido e comercializado como qualquer outro produto. Talvez seja por isso, que alguns economistas têm dificuldades em prever o movimento econômico, e, por isso, estamos sujeitos à recessões regulares, e, que eles falam que não pode existir!

Energia e População 2

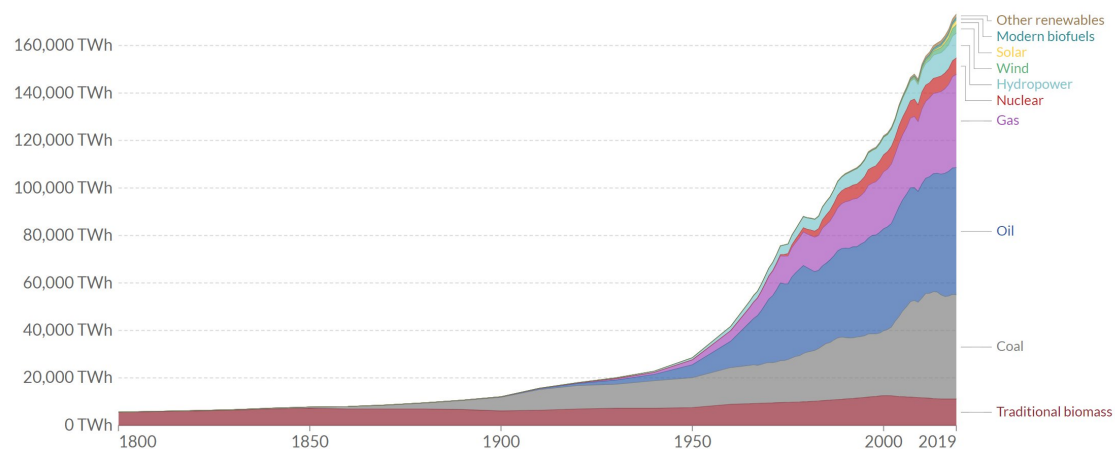
Olhar mais de perto a ligação entre a população e a disponibilidade de energia,.... sendo biofuels (lenha, palha), carvão, petróleo, gás natural, hidroelétricas e nuclear, dentre outras.

Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World in Data

Relative



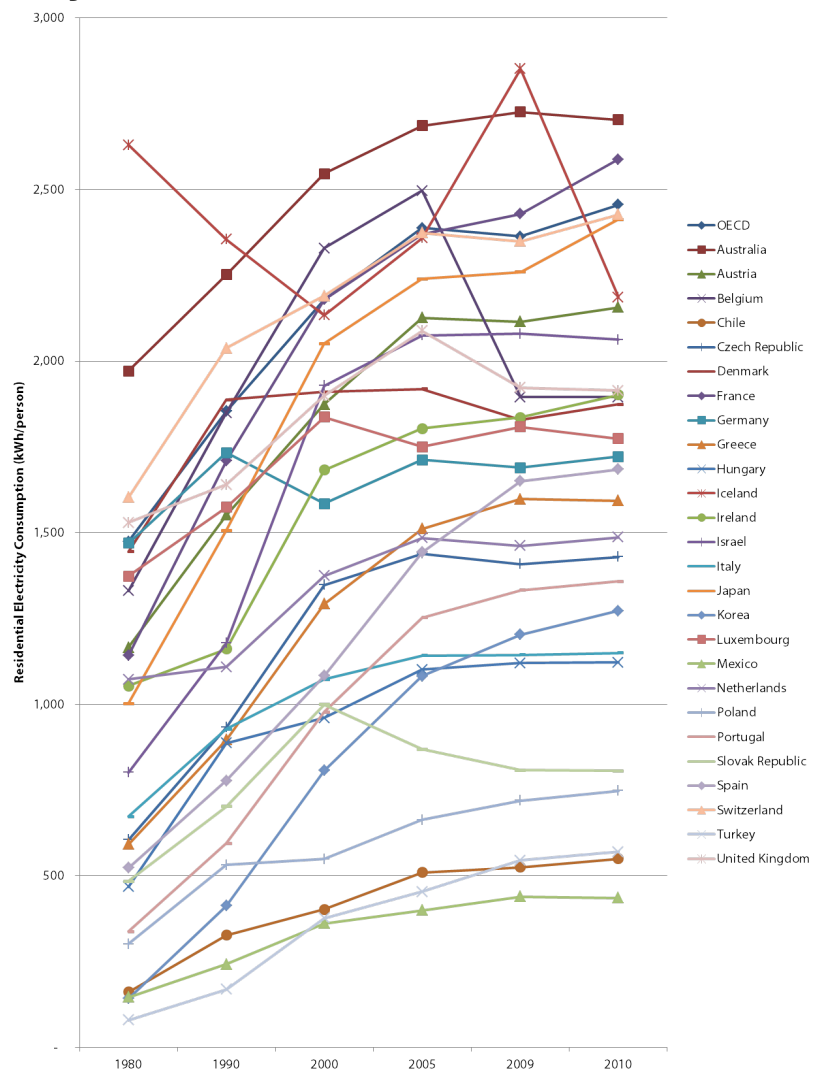
Source: Vaclav Smil (2017) & BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

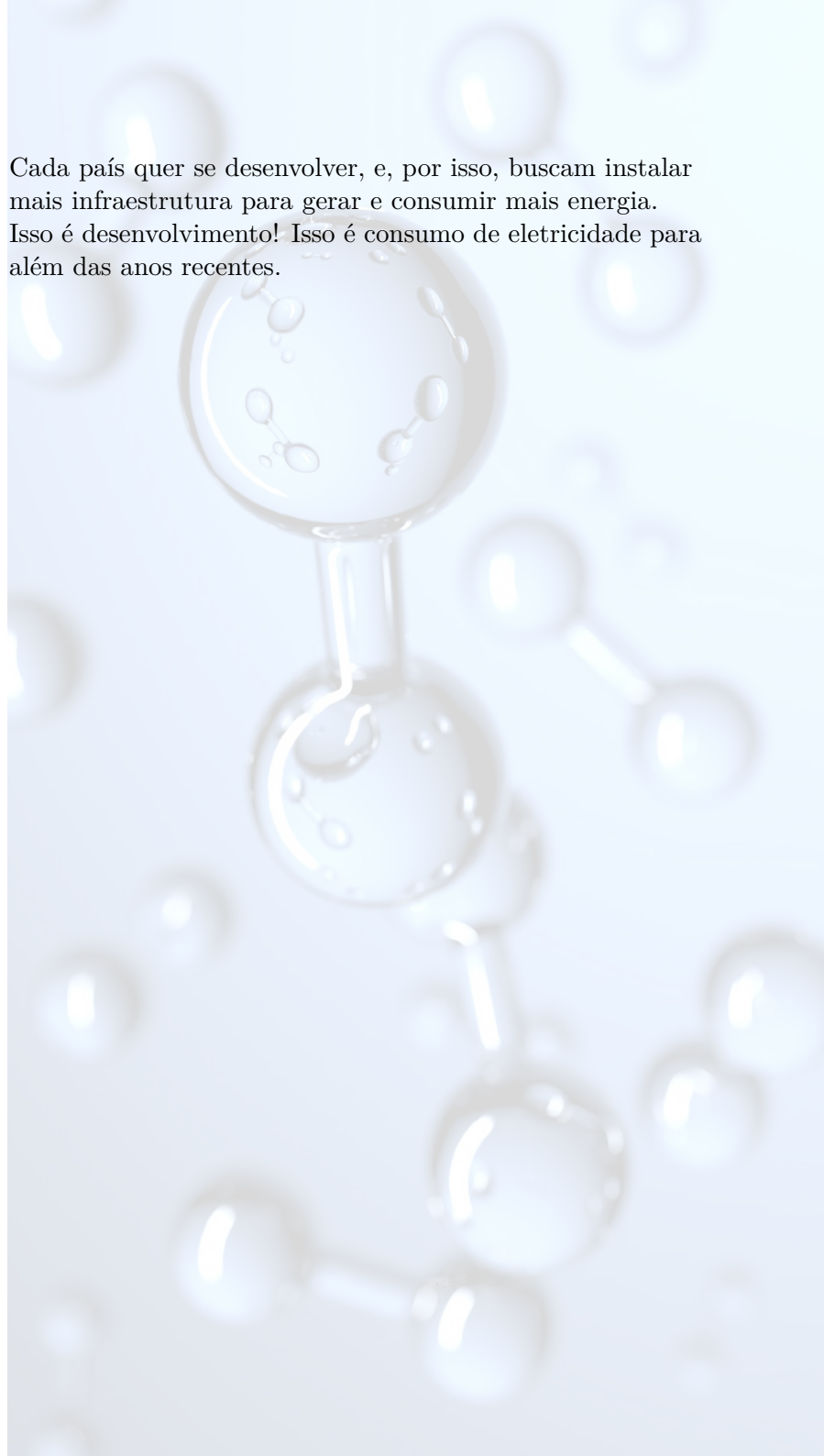
Observar que a contribuição atual das fontes renováveis ainda é bem pequena. Claro que estão aumentando, mas elas chegarão até a ordem do petróleo e carvão, no prazo de 20 anos, mais ou menos? O que existe, em escala, para substituir o petróleo, ou em menos tempo ainda, isso se quisermos resolver a questão das mudanças climáticas? Observar que as fontes renováveis ainda não estão substituindo o consumo dos produtos derivados de petróleo, mas na verdade, ainda continua o consumo de petróleo, e, mais sério ainda é que este consumo é para atender as fontes renováveis!

Aumento do Consumo de Energia

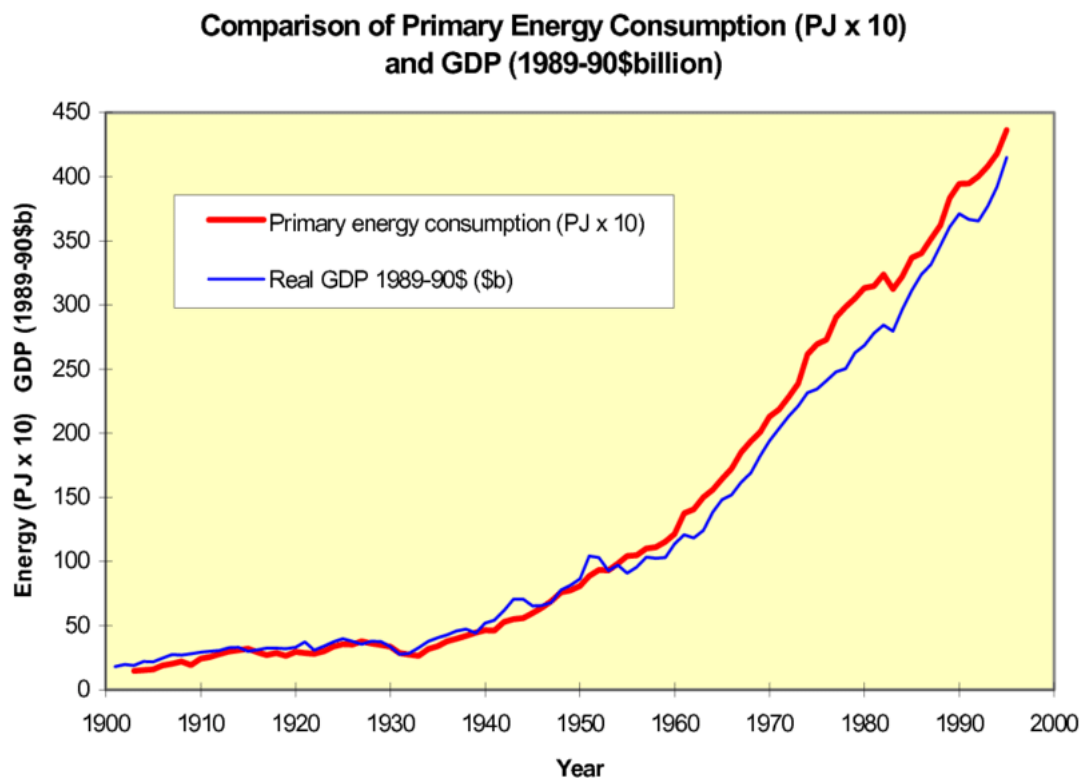
Consumo de eletricidade nos últimos anos - em geral está aumentando - mas, paralelamente, as mudanças climáticas também estão aumentando.



Cada país quer se desenvolver, e, por isso, buscam instalar mais infraestrutura para gerar e consumir mais energia. Isso é desenvolvimento! Isso é consumo de eletricidade para além das anos recentes.



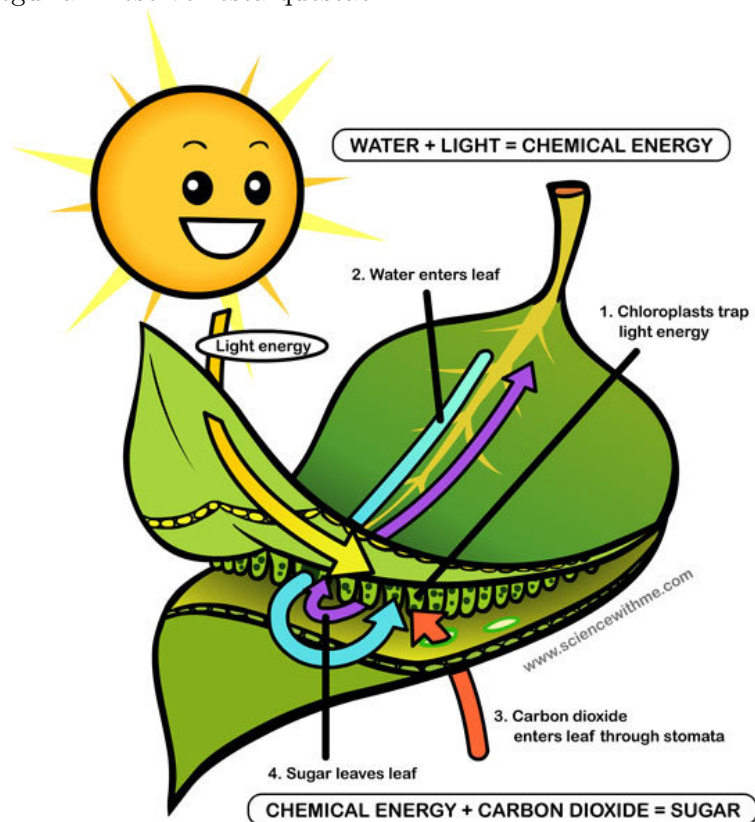
Energia e PIB



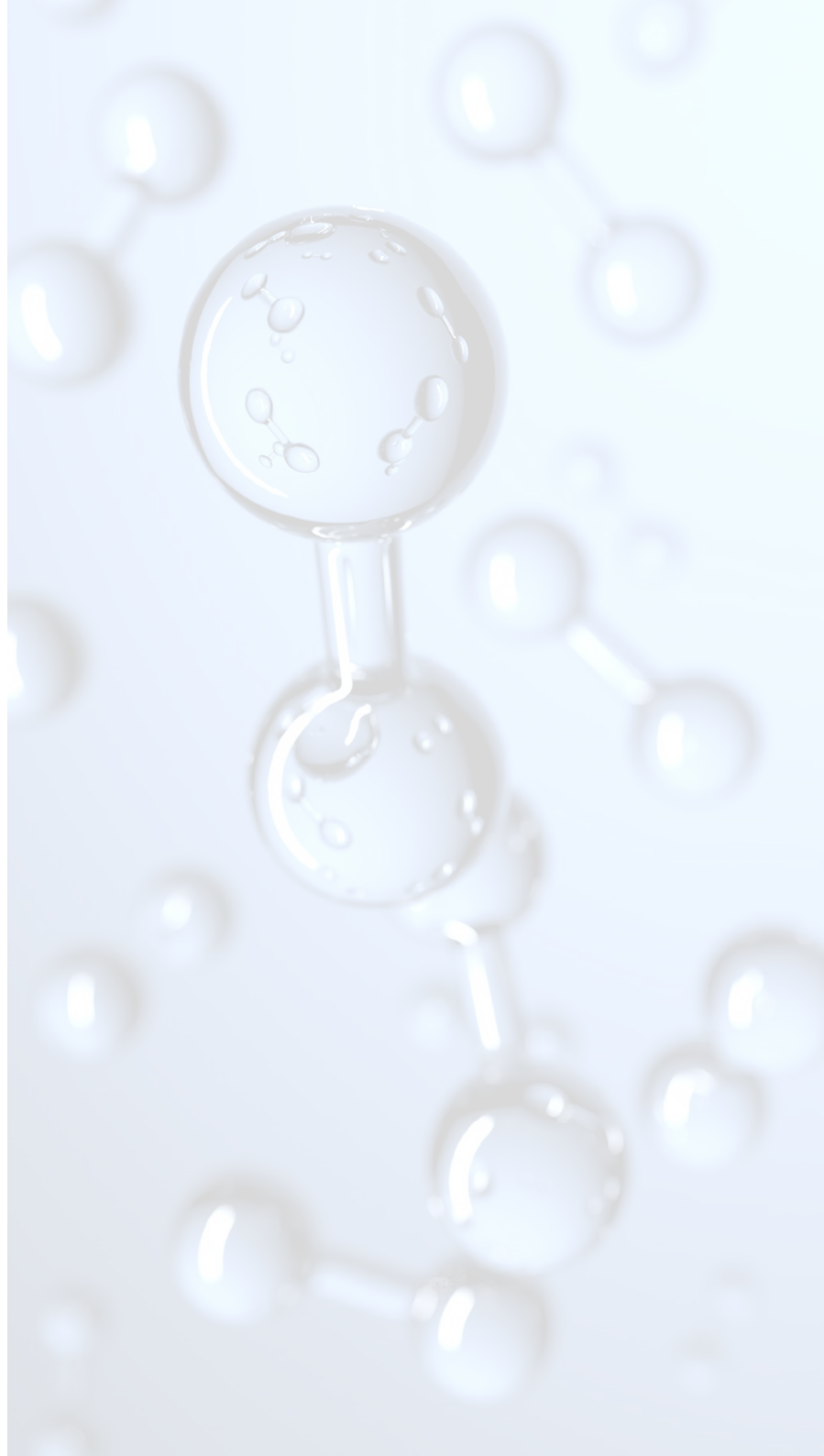
Os gráficos apresentados são relativos à Austrália, mas os gráficos para cada país é bem semelhante. O PIB (atividade econômica), aumenta com o consumo de energia. A energia é o motor que alavanca a economia. Como será o PIB, no futuro, quando existir menos energia disponível? Como será nossa qualidade de Vida? Lembrar que isso pode acontecer nessa geração de jovens e crianças!

Sobrevivência e Captação de Energia

Em biologia, uma espécie só vai sobreviver e se desenvolver quando ele conseguir captar suficiente energia para se manter e se reproduzir. As espécies presentes hoje, são aquelas que conseguiram resolver esta questão.

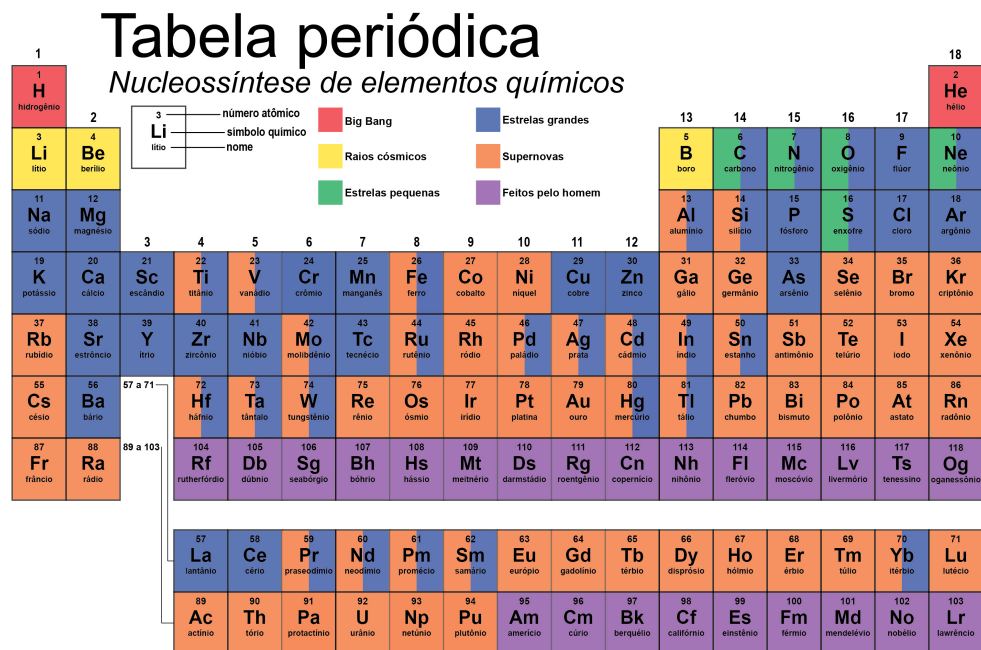


FIM da APRESENTAÇÃO - voltara aula: Energia e a Sociedade



Hidrogenio 1

Tabela Periódica



www.tabelaperiodica.org

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais

Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail lulabrudna@gmail.com

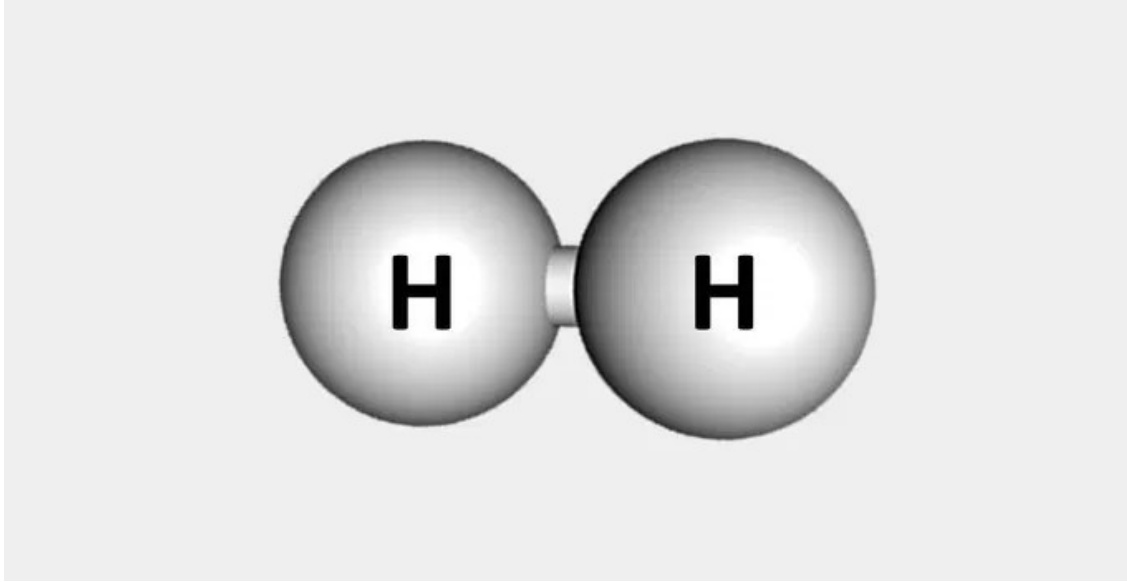
Versão baseada em [Por Cmglee (Trabalho próprio pelo carregador) - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3ANucleosynthesis_periodic_table.svg [CC BY-SA 3.0], Versão de 07 de dezembro de 2016

Hidrogênio é o primeiro elemento na tabela periódica. Ele possui a configuração eletrônica mais simples possível, com um único próton no núcleo e um elétron orbitando ao redor desse núcleo. Devido à sua simplicidade e abundância, o hidrogênio é considerado o elemento mais primordial e é fundamental na formação de estrelas e na composição do universo.

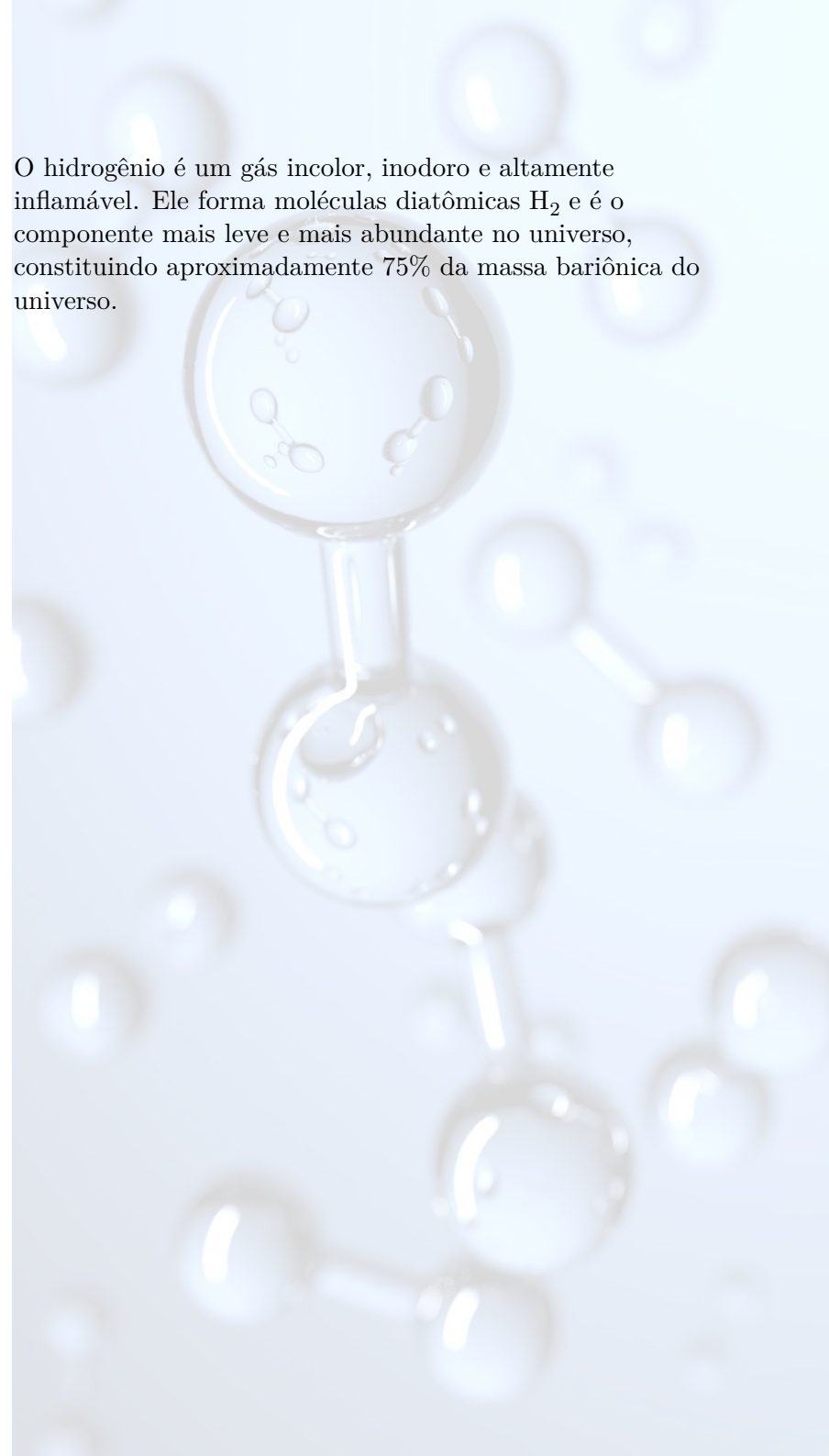
Nesse gráfico mostra a conexão dos elementos como sua formação cosmológica. Segunda a teoria do Big Bang, o Hidrogênio e Hélio foram produzidos há 13+ bilhões de anos passados. Os elementos azuis foram formados em grandes estrelas. As cores verdes podem ser produzidas em estrelas pequenas. As cores alaranjadas são formadas em super-explosões conhecidas como supernovas, e os de cor roxa são artificiais, produzidos pelos homens (mas extremamente instáveis).

Quando lidamos com hidrogênio, estamos mexendo com o elemento mais antigo que existe, estamos mexendo com substâncias que fazem parte da origem do universo!

Gás Hidrogênio

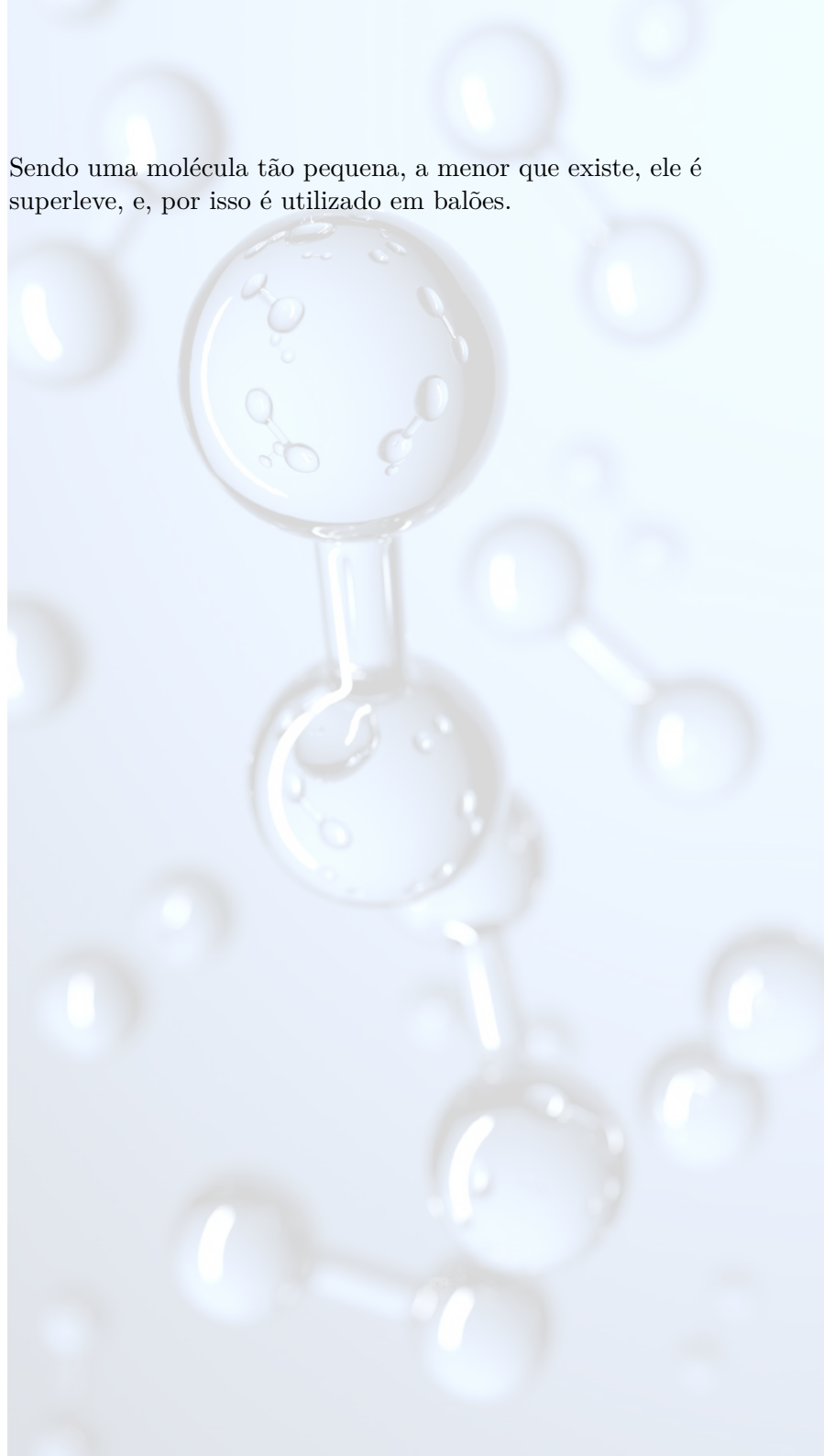


O hidrogênio é um gás incolor, inodoro e altamente inflamável. Ele forma moléculas diatômicas H₂ e é o componente mais leve e mais abundante no universo, constituindo aproximadamente 75% da massa bariônica do universo.

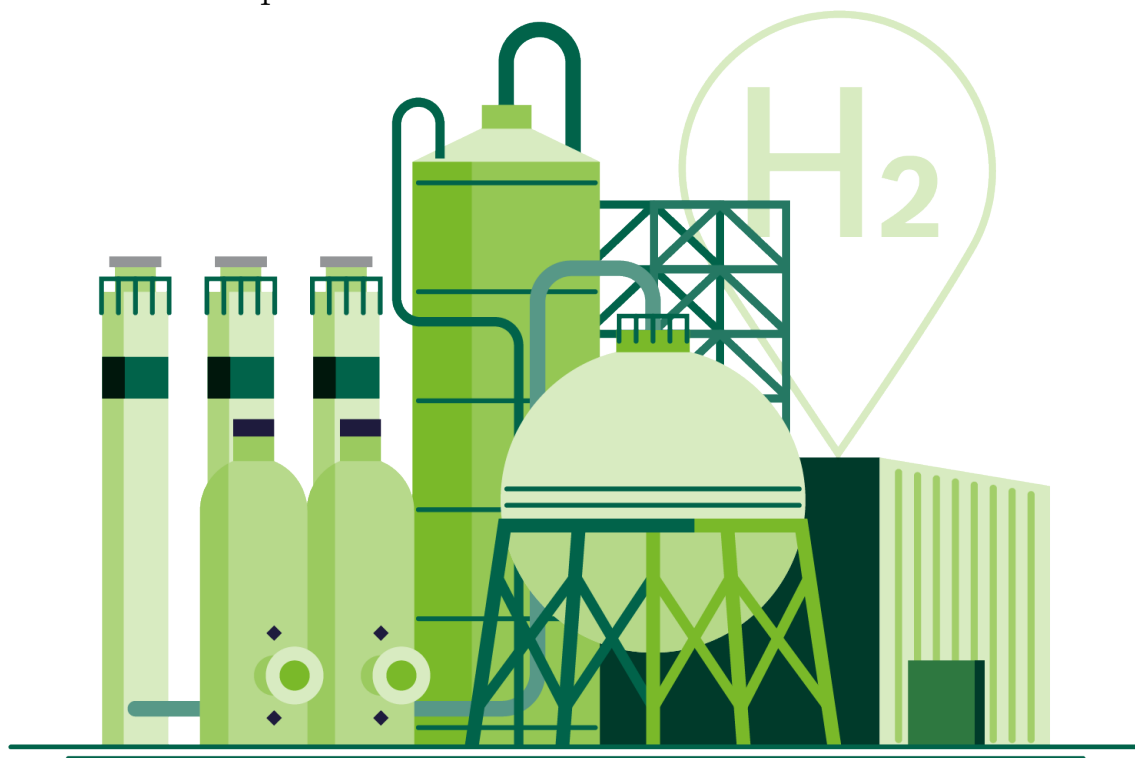


Sendo uma molécula tão pequena, a menor que existe, ele é superleve, e, por isso é utilizado em balões.

Bem Leve



Que Gosta Escapar



Sendo a molécula menor que existe, ele pode passar dentro de outros materiais e escapar. Tanques feitos somente por aço não tem capacidade para conter o hidrogênio. Ele passa dentro da estrutura do metal e escapa. Esse tanque deve ter camadas de material de cerâmica especial para evitar que ele escape



Explosivo



É claro que não queremos que o hidrogênio escape porque ele é altamente explosivo. Precisamos refletir que estamos (mesmo aqui no Ceará) construir uma infraestrutura acima de um dos elementos mais explosivos do mundo! Cuidado!



Volumoso

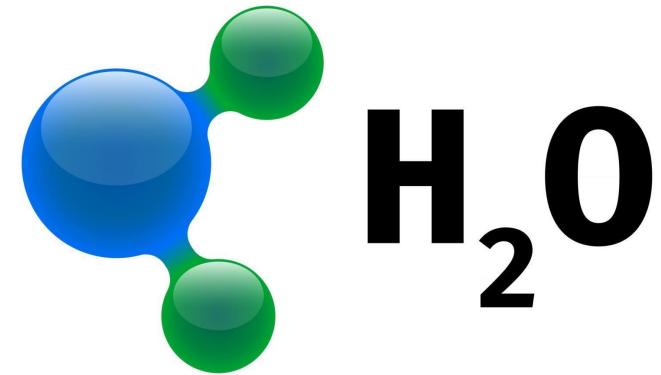


O hidrogênio também é extremamente volumoso, o que significa, que ele só pode ser contido, e especialmente, transportado de forma comprimida. Para ser útil, o hidrogênio precisa ser comprimido até 700 barr (quase 700 vezes a pressão da atmosfera). De novo, estamos lidando com elementos que requerem muito cuidado, muita atenção, muitos materiais para contê-lo (ferro e cerâmica), e muita energia (consumimos em torno de 2,5kW por litro somente para comprimí-lo

Água



Na natureza é raro encontrar hidrogênio em ar puro. Ele tem habilidade para combinar com outros elementos e formar milhões de químicas que compõem nosso planeta e que são importantes para o funcionamento de nossa sociedade e para nossa saúde. Ele faz parte da molécula da água a qual permite a vida no planeta!



As Cores

CÓDIGO DE CORES DO HIDROGÊNIO (H₂)

Fonte de Energia	Processo	Emissão CO ₂	Cor H ₂	Matéria Prima
Combustível Fóssil	Gaseificação	sim	Marron	Carvão
	Gaseificação	sim	Preto	Óleo Fóssil
	Reforma a Vapor	sim	Cinza	Gás Natural
	Gaseificação		Turquesa	Biomassa
	Pirólise	Carvão Sólido	Azul	GN, Óleo ou Carvão
	Marron, Preto ou Cinza	Não CCS / CCU		
Eólica, FV ou Hídrica	Eletrólise	não	Verde	Água
Nuclear	Eletrólise	não	Vermelho	Água
Combustível Fóssil	Gaseificação	Não CCS / CCU	Branco	Biomassa, plástico

CCS - Carbon Capture Storage
 HC+P Engenharia e Consultoria Ltda

CCU - Carbon Capture Unit
 Eng. Mec. Hamilton C. Perez Filho

Como citado anteriormente, o gás hidrogênio é totalmente sem cor e sem cheiro. Mas, normalmente se usa uma esquema de cores para quantificar a origem do hidrogênio do qual estamos falando.

Hidrogênio preto - representa 99% do hidrogênio produzido, é o hidrogênio oriundo do carvão mineral.

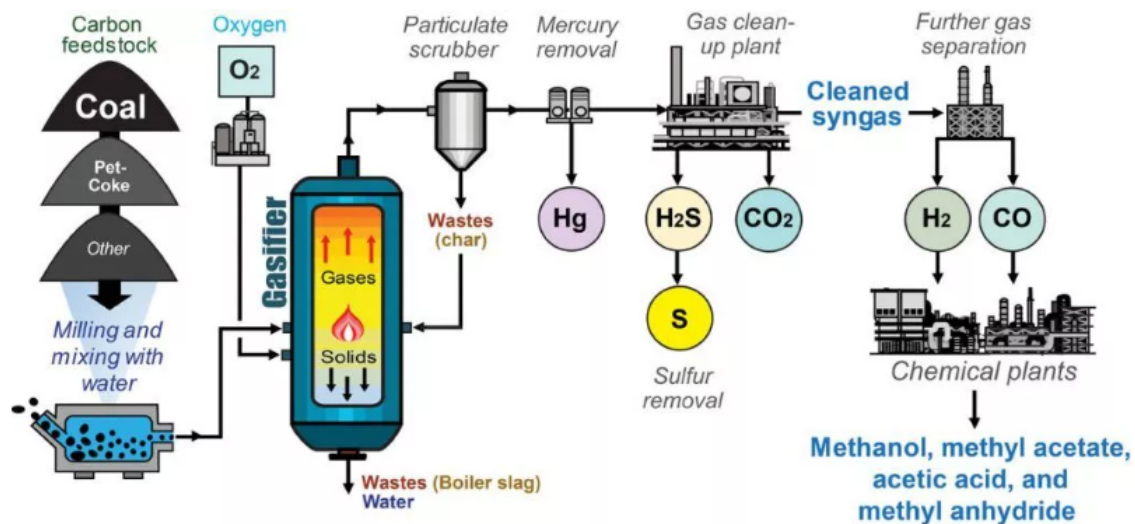
Hidrogênio cinza - é o hidrogênio oriundo do gás natural
 Hidrogênio azul - é hidrogênio produzido através do gás natural e se tenta capturar parte do gás carbônico produzido no processo

Hidrogênio rosa - hidrogênio produzido por processo de eletrólise e uso de eletricidade gerada a partir de energia nuclear (imaginar que rosa é porque ele irradia!).

Hidrogênio turquesa - produzido pelo processo químico de pirólise.

Hidrogênio verde - produzido por eletrólise e uso de eletricidade gerada 100% por fontes renováveis - placas solares, energia eólica ou energia hídrica.

Carvão Mineral



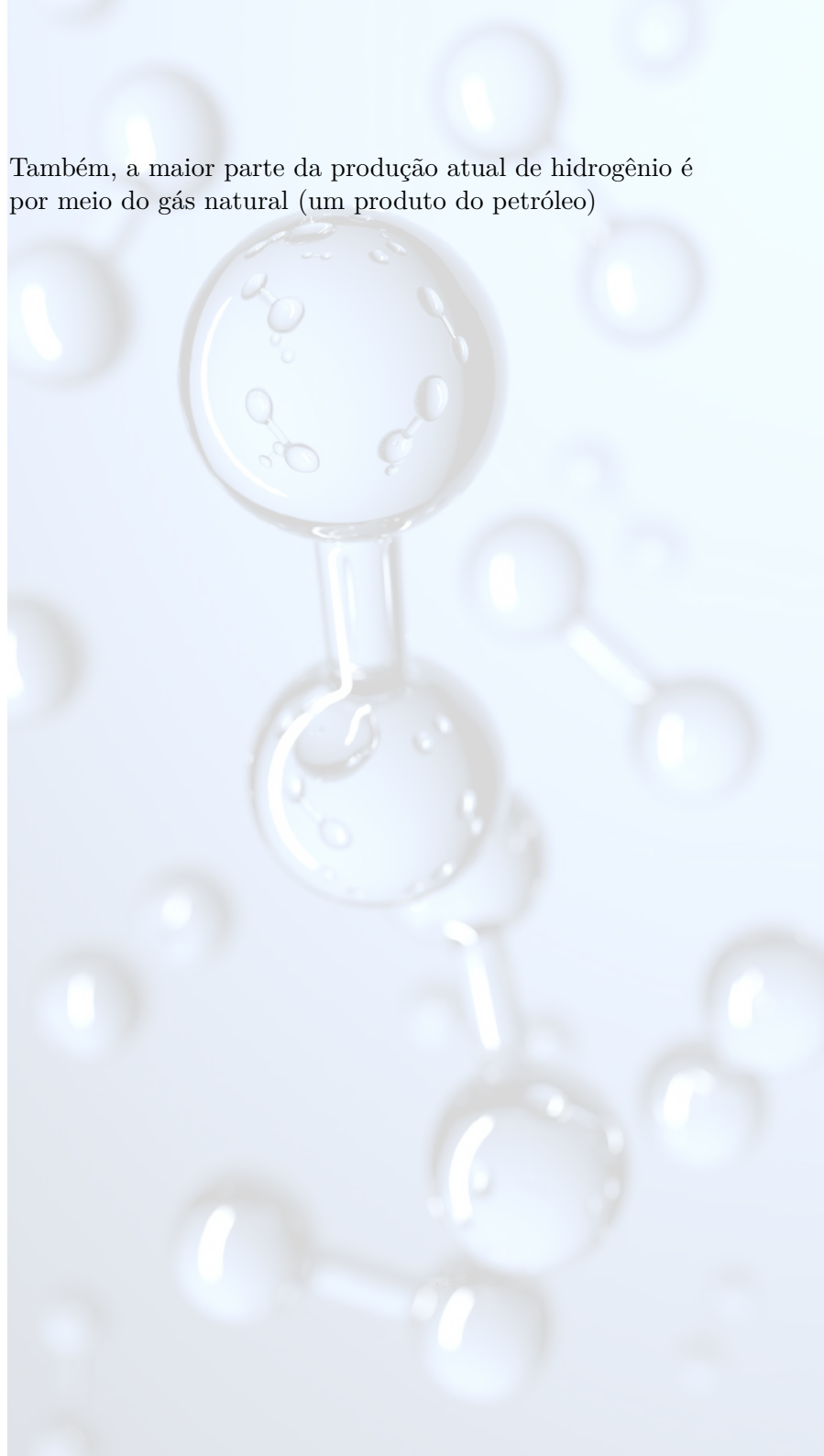
Comercialmente produzimos muito hidrogênio a partir do carvão. Este é um processo bem antigo, conhecido e bem sujo, em termos de liberação de GGE. Esse é o hidrogênio preto



Gás Petróleo

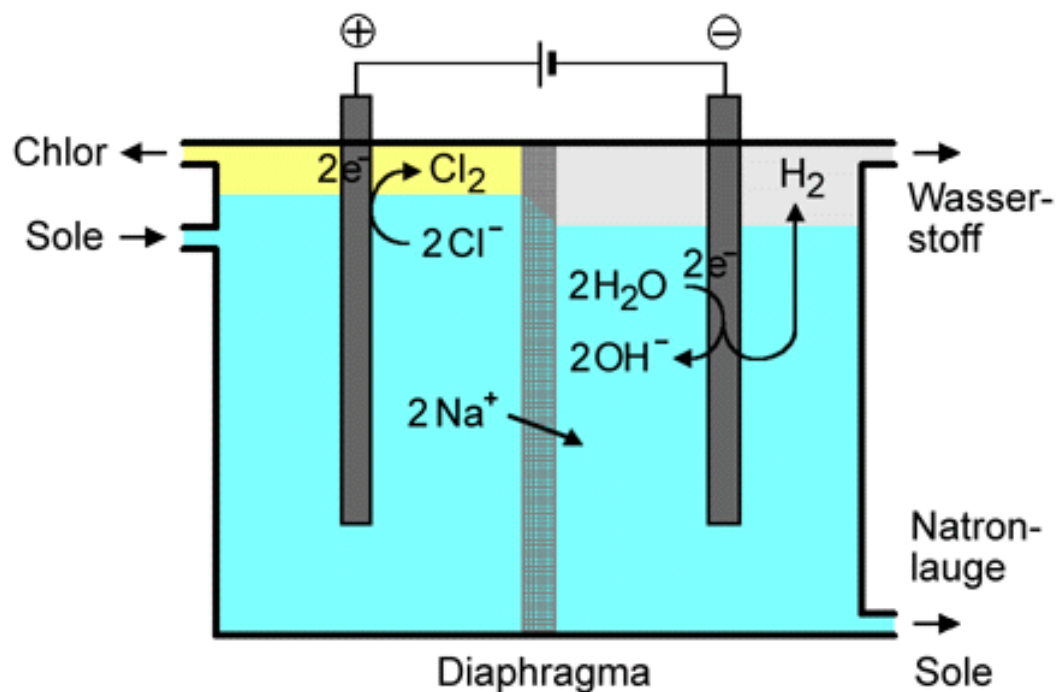


Também, a maior parte da produção atual de hidrogênio é por meio do gás natural (um produto do petróleo)



Chloralkhali

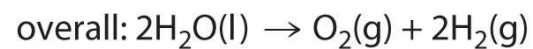
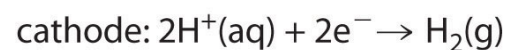
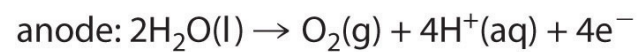
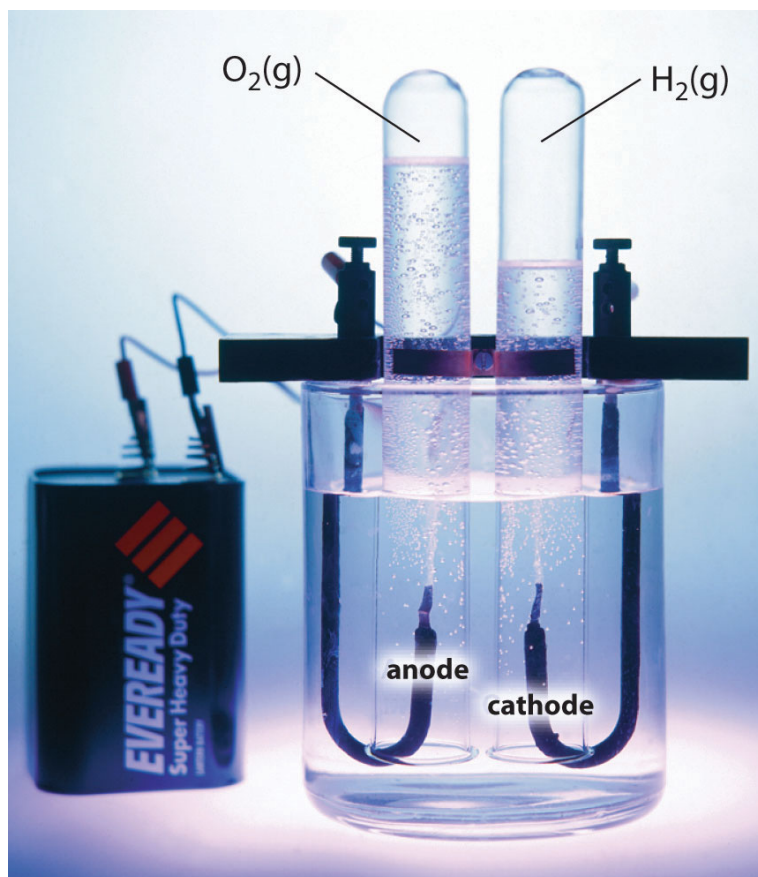
Prinzip des Diaphragma-Verfahrens



© Thomas Seilnacht

Chloralkhali é um processo industrial usado para produzir muito hidrogênio, mas pouco conhecido,... tanto que ele não está incluso especificamente no esquema da cores! Esse é o processo que utiliza uma forma de eletrólise que usa água super salgada para gerar cloro (química industrial importante), hidrogênio e hidróxido de sódio (outra química importante para a indústria).

Eletrólise



Em sua forma mais simples, a eletrólise é o processo onde passa uma corrente de eletricidade dentro da água. Quando a corrente for suficiente, a ligação química da água é quebrada e sai gás oxigênio de um lado e gás hidrogênio de outro lado. Em princípio, o hidrogênio verde é o hidrogênio gerado por eletrólise com uso de eletricidade a partir de fontes renováveis, como placas solares ou eólicas. Por questões da ligação da molécula da água, é consumido pouco mais de 50kW de energia para cada kilo de gás hidrogênio produzido

Pirólise



FIM da APRESENTAÇÃO - voltar a aula: Hidrogênio

Pirólise é um processo químico onde a madeira (ou produto com muito carbono) é queimada sem oxigênio. O exemplo mais próximo e conhecido é o processo que ocorre na produção de carvão nas carvoarias. Os carboidratos são queimados e o resultado é carvão vegetal (usado em churrasqueiras ou no solo), gás monóxido de carbono e o hidrogênio.

Esse é um processo bem conhecido e simples, tanto que na segunda guerra mundial, foram desenvolvidos veículos para rodar com o hidrogênio gerado por pirólise. Em português falamos de gasôgênio

Hidrogênio 2

Lei da Termodinâmica

 [Lei da termodinâmica](#)

Antes de tudo, estamos discutindo sobre o hidrogênio em relação às questões de energia. A base disso deve ser as leis da termodinâmica que todo o universo obedece!

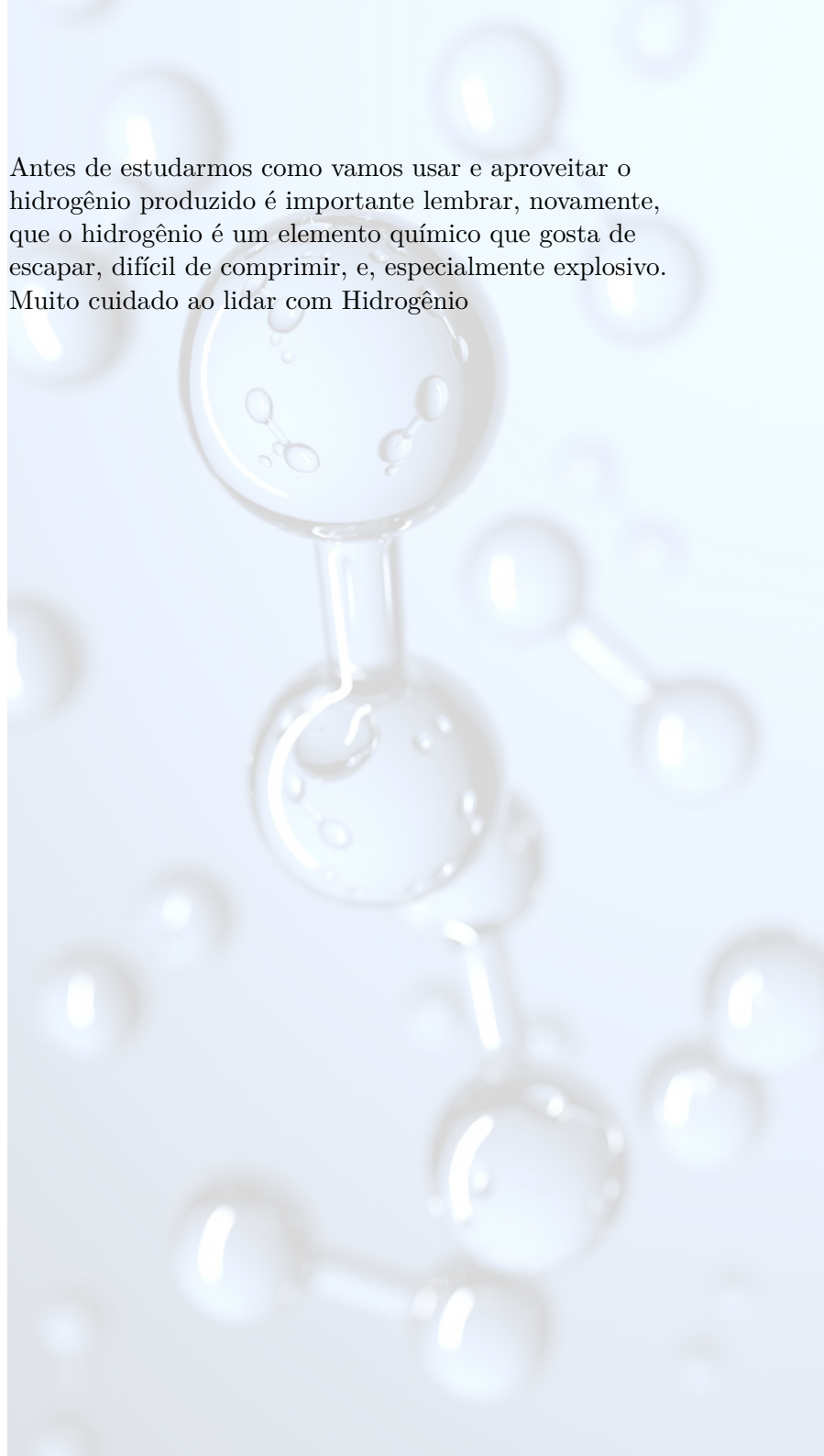
É importante entender que não existe energia livre, menos que a energia que recebemos a partir do sol,...para nós, esta energia é gratuita. Mas a cada vez que a forma dela for modificada é perdido uma parte significativa. Não existe uma máquina que tenha funcionamento por tempo indeterminado. Não existem máquinas de energia livre ou contínua. Existem sim muitos vídeos no youtube falando que isso é possível...mas, estes não apresentam pesquisas e resultados reais! Considerando as leis que regem o universo isso é simplesmente contra essas mesmas leis.

Nota: Não é preciso assistir o vídeo completo,.....ele pode apresentar uma explicação mais simples e menos detalhada a respeito das leis da termodinâmica.

Cuidado



Antes de estudarmos como vamos usar e aproveitar o hidrogênio produzido é importante lembrar, novamente, que o hidrogênio é um elemento químico que gosta de escapar, difícil de comprimir, e, especialmente explosivo. Muito cuidado ao lidar com Hidrogênio



Usos Principais

/large Vamos estudar de forma breve a respeito dos principais usos da química do hidrogênio, e na sequência, estudaremos o hidrogênio no sentido energético, que é o eixo desta UCE.



Refinando Petróleo



A maior parte do hidrogênio produzido e consumido enquanto uma química é utilizada no processamento de refinamento do petróleo. Após o processamento do petróleo cru, um sub-produto é gasolina, com um alto nível de química de enxofre. O enxofre é que causa muita contaminação nas cidades, conhecida como SMOG, e, é perigoso para a saúde das pessoas. O hidrogênio é usado para "dessulfurizar" a gasolina que é comercializada nos postos de gasolina. Por lei, toda gasolina vendida em quase todo o planeta deve ser dessulfurizada.

Outros Usos Industriais



Produção De Metanol: O hidrogênio é utilizado na produção de metanol (CH_4), um produto químico que serve de matéria-prima para vários outros produtos, incluindo formaldeído, plásticos e fibras sintéticas. O metanol é também utilizado como combustível alternativo e na produção de biodiesel.

Hidrogenação de gorduras e óleos: O hidrogênio é utilizado no processo de hidrogenização para converter gorduras e óleos insaturados em gorduras saturadas. Este processo é comumente usado na indústria de alimentos para produzir margarina e gordura.

Combustível Para Foguetes: O hidrogênio é utilizado como propulsor de foguetes em combinação com oxigênio (como hidrogênio líquido e oxigênio líquido), na exploração espacial. É conhecido pelo seu elevado teor energético e eficiência.

Processamento De Metais: O hidrogênio é utilizado na redução de minérios metálicos, nomeadamente na produção de aço. Atua como um agente redutor para remover o oxigênio dos óxidos metálicos.

Fabricação Eletrônica: Na indústria de semicondutores, o hidrogênio é utilizado na produção de dispositivos eletrônicos. É empregado em processos como o crescimento epitaxial e na fabricação de filmes finos.

Fabricação De Vidro: O hidrogênio é utilizado na indústria de vidro para criar um ambiente livre de oxigênio e outras impurezas, o que é essencial para a produção de vidro de alta qualidade.

Como Agente Redutor: O hidrogênio é utilizado em várias reacções químicas como agente redutor, particularmente na produção de metais e produtos químicos.

Produção de Combustíveis Sintéticos: O hidrogênio pode ser combinado com dióxido de carbono ou monóxido de carbono para produzir combustíveis sintéticos como o gás natural sintético (SNG) ou hidrocarbonetos líquidos, que são potenciais alternativas aos combustíveis fósseis.

Gás de Laboratório e Industrial: O hidrogênio é utilizado em laboratórios e processos industriais como gás transportador, refrigerante em Centrais Elétricas e na

Queimando Hidrogênio

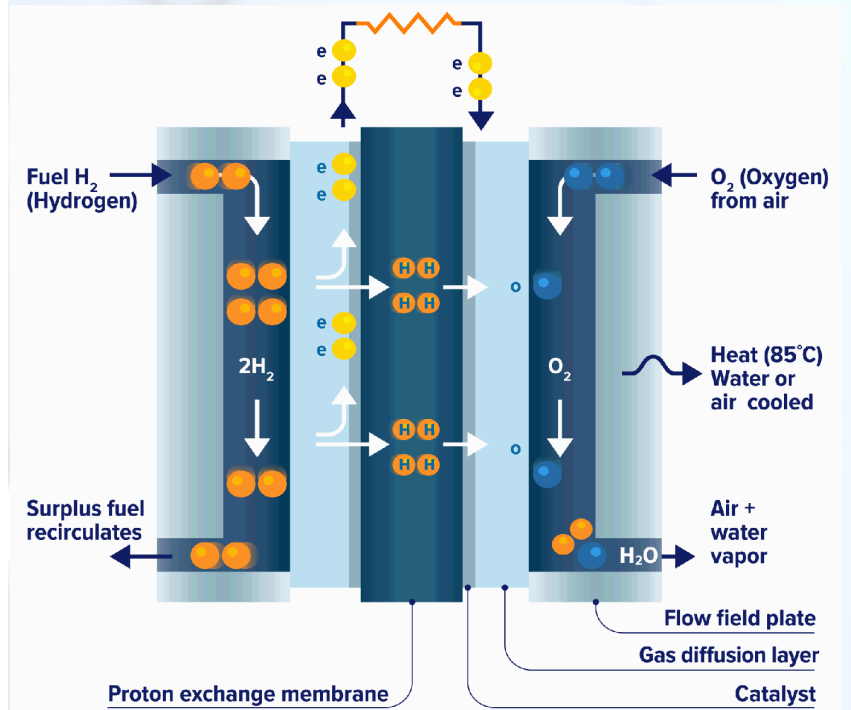
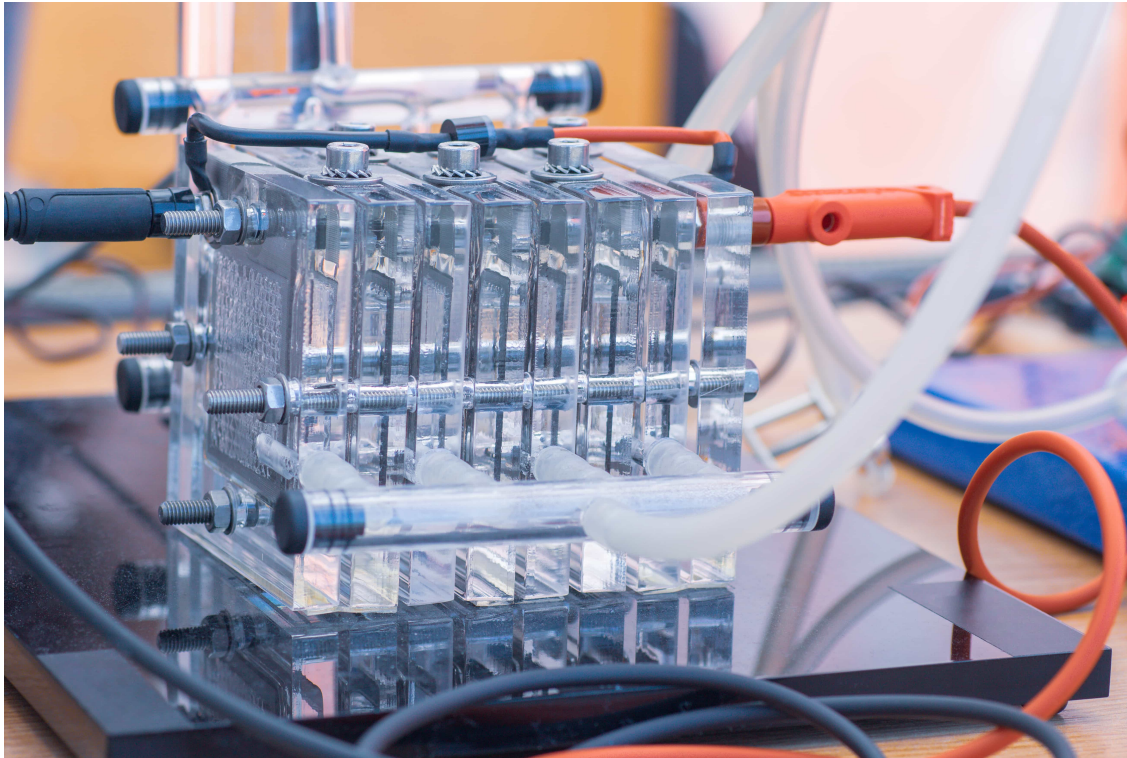


Como visto anteriormente, na segunda guerra mundial foi usado o gasogênio como combustível. Hoje em dia o gasogênio é usado na produção de biochar que libera essencialmente hidrogênio e gás monóxido de carbono,....e, que é possível passar isso diretamente para um motor diesel, que com poucos ajustes, ele roda sem problemas. Mas, essa não é a forma mais eficiente de uso do hidrogênio.

Um motor diesel não roda com hidrogênio puro, mas misturado com monóxido de carbono, ou até um pouco de diesel mesmo, o motor diesel pode rodar com muita eficiência. Mas, nota que o hidrogênio queima com alta temperatura, e usado desta forma, o motor vai gerar vários óxidos de nitrogênio (NOx) que são gasses de efeito estufa (GEE).

Queimando hidrogênio desta forma não é eficiente e é muito contaminante na atmosfera.

Célula de Hidrogênio



Uma célula de hidrogênio, também conhecida como célula para combustível de hidrogênio, é um dispositivo que gera eletricidade a partir da reação química entre hidrogênio e oxigênio. Esse processo é limpo, pois o único subproduto gerado é a água.

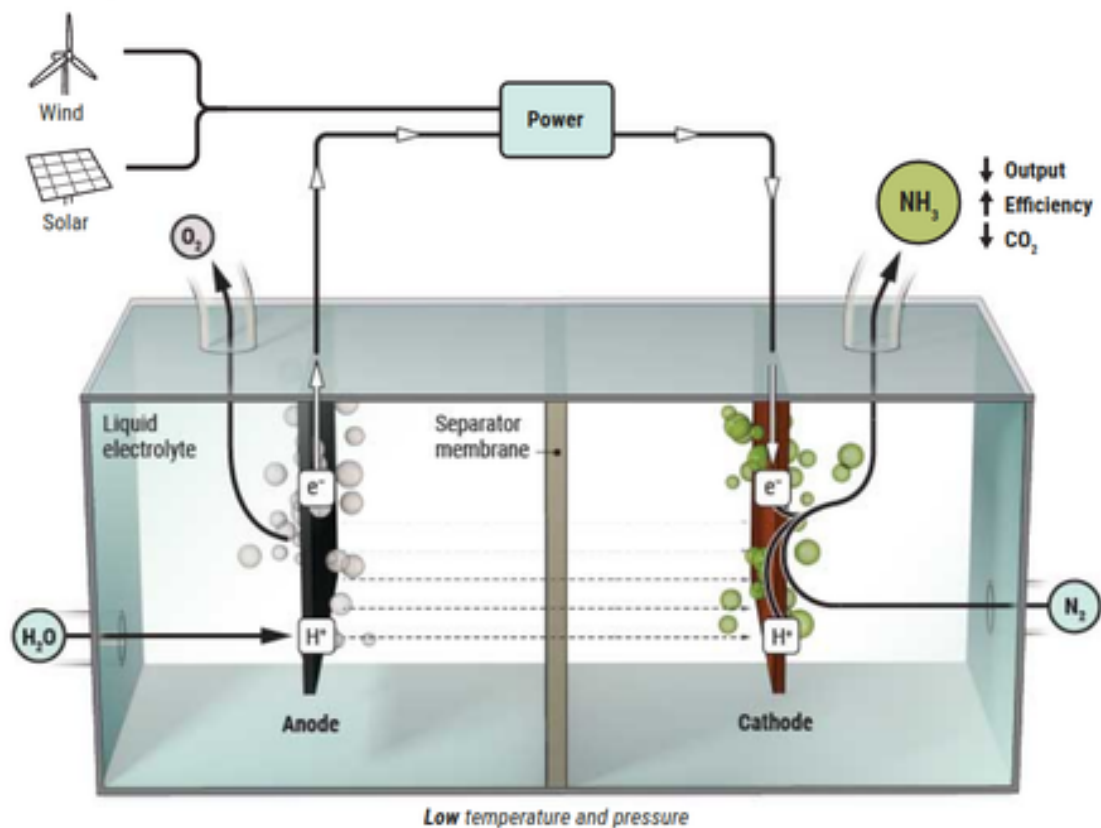
Carro à Hidrogênio



Um carro movido por hidrogênio não tem sentido nenhum. Em primeiro lugar, o processo converte eletricidade à hidrogênio que no carro transforma o hidrogênio em eletricidade para movimentar carros, e tem por volta de 23% de eficiência. Isso, comparado ao uso de eletricidade para carregar uma bateria para carros tem eficiência que chega até 90%.

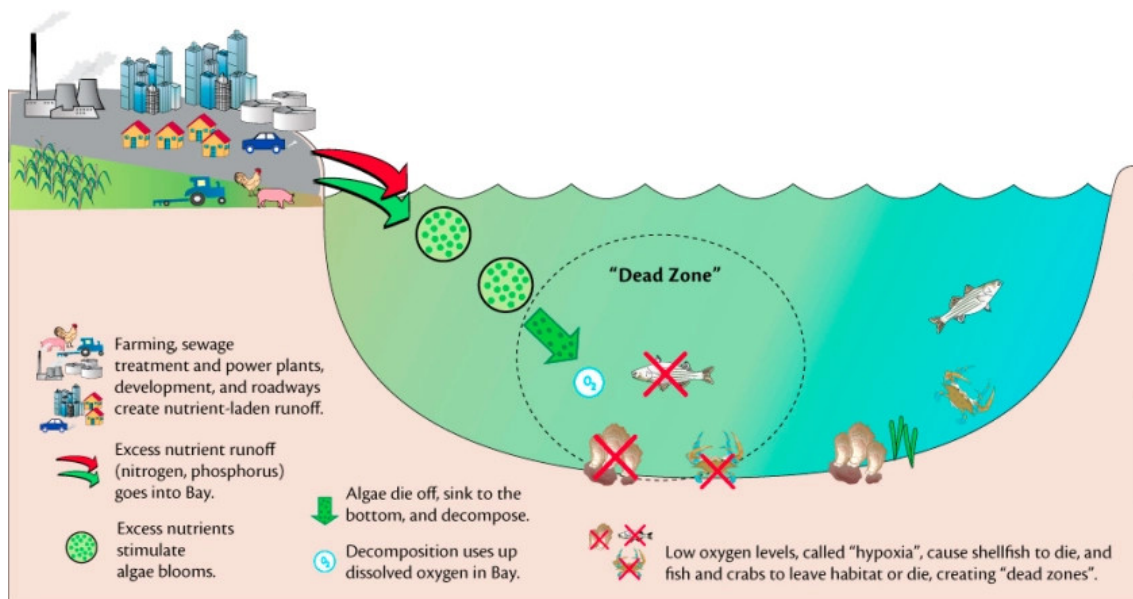
Além disso, como já citado, o hidrogênio é difícil de comprimir e extremamente explosivo, então, um carro a base de hidrogênio não é seguro, pois se ocorrer um acidente ele pode explodir e não só autodestruir, mas vai destruir os carros e casas que estiverem perto dele! Também, não existe uma rede para distribuição de hidrogênio, mas existe uma rede de distribuição de eletricidade, tendo mais sentido o uso de carros elétricos. Um carro movido por hidrogênio não tem sentido nenhum! Enquanto a Toyota e Hyundai ainda estão desenvolvendo e experimentando, outros produtores abandonaram essa proposta.

Amônia



Durante a primeira guerra mundial, dois cientistas da Alemanha desenvolveram o processo Haber-Bosch o qual combina hidrogênio com nitrogênio do ar para formar amônia, o que foi essencial para gerar as munições para a guerra. Esse processo consome muita energia, mas até recentemente foi a única forma de criar e comercializar amônia. Hoje, em dia, existem células de reversão do nitrogênio, que usam um tipo de eletrólise na presença do nitrogênio. Esse processo é mais eficiente do que o Haber-Bosch, mas ainda não tem escala. Então, muito hidrogênio é utilizado para produzir amônia, que além de ser essencial para os fertilizantes artificiais é combustível, e, por isso, uma fonte de energia. Amônia é muito corrosiva, mas é mais facil de lidar com ela do que com o hidrogênio. A Toyota e algumas produtoras estão experientando como motores a base de amônia. Além disso, agora tem o desenvolvimento de células para converter amônia por hidrogênio, o que parece ser bem eficiente. Isso pode permitir o uso local de hidrogênio, reconstituído a partir da amônia. Mas, lembrar que conforme os princípios da termodinâmica, eletricidade a hidrogênio, hidrogênio à amônia e depois amônia à hidrogênio.... deve ser muito ineficiente energeticamente

Nitrogênio Reativo



Até o desenvolvimento do processo Haber-Bosch, todo o nitrogênio foi capturado e reciclado por plantas leguminosas e várias bactérias no solo. Com a produção do nitrogênio reativo (por Haber-Bosch e as células de reversão de nitrogênio) e o uso excessivo na agricultura (resquícios das guerras) está acontecendo a contaminação do solo, rios e mares, com um excesso de nitrogênio cujos resultados é a criação de zona mortas, onde nada de vida pode sobreviver. É necessário o nitrogênio para gerar alimentos, e agora gerar energia, mas isso vai gerar instabilidade nos ecossistemas e destruir áreas enormes na terra e especialmente nos mares!

Armazenado Energia



FIM da APRESENTAÇÃO - voltar a aula: Hidrogênio

Mesmo que ocorra a conversão de eletricidade à hidrogênio e depois de hidrogênio à electricidade, isso não é bem eficiente, pode ser útil, para armazenar energia solar para uso no período noturno. Armazenar energia para os momentos quando não será possível gerar energia é um dos desafios principais nesta questão das energias renováveis. Hidrogênio pode ser uma das propostas, mas existem outras propostas tais como, baterias de eletricidade, baterias de calor, bateria por gravidade, ar comprimido,..... mas é provável que no futuro será necessário usar um pouco de cada uma delas...?

Apêndice

Segunda Lei da Termodinâmica

A segunda lei da termodinâmica é uma das leis fundamentais da física que trata das transformações de energia e da direção dos processos naturais. Ela pode ser formulada de diversas maneiras, mas duas formulações principais são muito conhecidas:

Declaração de Kelvin Planck: Esta formulação da segunda lei da termodinâmica afirma que é impossível construir uma máquina térmica que, operando em um ciclo, não produza nenhum outro efeito que não seja a transferência de calor de um reservatório quente para um reservatório frio. Em outras palavras, não é possível criar uma máquina que converta completamente calor em trabalho sem qualquer outra consequência, como transferência de calor para um ambiente mais frio.

Declaração de Clausius: Esta formulação afirma que é impossível que uma máquina térmica opere em um ciclo que transfira calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente sem a entrada de trabalho externo. Em termos simples, não é possível que o calor flua naturalmente de um corpo frio para um corpo quente sem a aplicação de trabalho externo.

Essas formulações da segunda lei da termodinâmica são fundamentais porque estabelecem limitações práticas sobre como a energia pode ser transformada e utilizada. Em resumo, elas implicam que:

A energia térmica sempre tende a se dissipar e a se tornar menos disponível para realizar trabalho útil. Existe uma direção natural nos processos onde o calor flui do quente para o frio e não o contrário, a menos que trabalho seja aplicado.

É impossível construir um sistema que opere continuamente retirando calor de uma fonte única e convertendo-o integralmente em trabalho mecânico sem dissipar parte desse calor para uma fonte fria.

Essas formulações são cruciais para entendermos muitos aspectos do funcionamento dos motores, sistemas de refrigeração, processos de energia e até mesmo a própria evolução do universo, pois estabelecem limitações fundamentais sobre como a energia pode ser utilizada e transformada nos sistemas naturais e artificiais.

Eletrólise

A eletrólise é um processo químico onde uma corrente elétrica é passada através de uma substância líquida (geralmente uma solução aquosa ou um sal fundido) para provocar uma reação química não espontânea. Este processo é usado para decompor compostos químicos em seus elementos ou para realizar outras transformações químicas.

Componentes Principais:



 [Crise em Energia](#)

Fonte de Energia Elétrica: Fornece a corrente necessária para a reação.

Eletrodos: Dois condutores (ânodo e cátodo) imersos no eletrólito onde ocorrem as reações de oxidação e redução.

Ânodo: Eletrodo positivo onde ocorre a oxidação (perda de elétrons).

Cátodo: Eletrodo negativo onde ocorre a redução (ganho de elétrons).

Eletrólito: Substância que conduz a corrente elétrica, contendo íons móveis.

Processo de Eletrólise

Passos Gerais:

Preparação: Escolha e preparação dos eletrodos e do eletrólito adequados para a reação desejada.

Conexão: Conectar os eletrodos à fonte de energia elétrica.

Reação: Ao ligar a fonte de energia, íons positivos (cátions) são atraídos para o cátodo, onde ganham elétrons (redução), e íons negativos (ânions) são atraídos para o ânodo, onde perdem elétrons (oxidação).

Exemplos de Eletrólise

1. Eletrólise da Água:

Objetivo: Decompor a água H_2O em hidrogênio H_2 e oxigênio O_2 .

Reação Global: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ Reações nos Eletrodos:

No cátodo: $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}(aq)$

No ânodo: $4\text{OH}(aq) \rightarrow \text{O}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 4e$

2. Eletrólise do Cloreto de Sódio (Sal):

Objetivo: Produzir cloro gasoso Cl_2 , hidróxido de sódio NaOH e hidrogênio gasoso H_2 .

Reação Global: $2\text{NaCl}(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{NaOH}(aq) + \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2(g)$

Reações nos Eletrodos:

No cátodo: $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}(aq)$

No ânodo: $2\text{Cl}(aq) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2e$

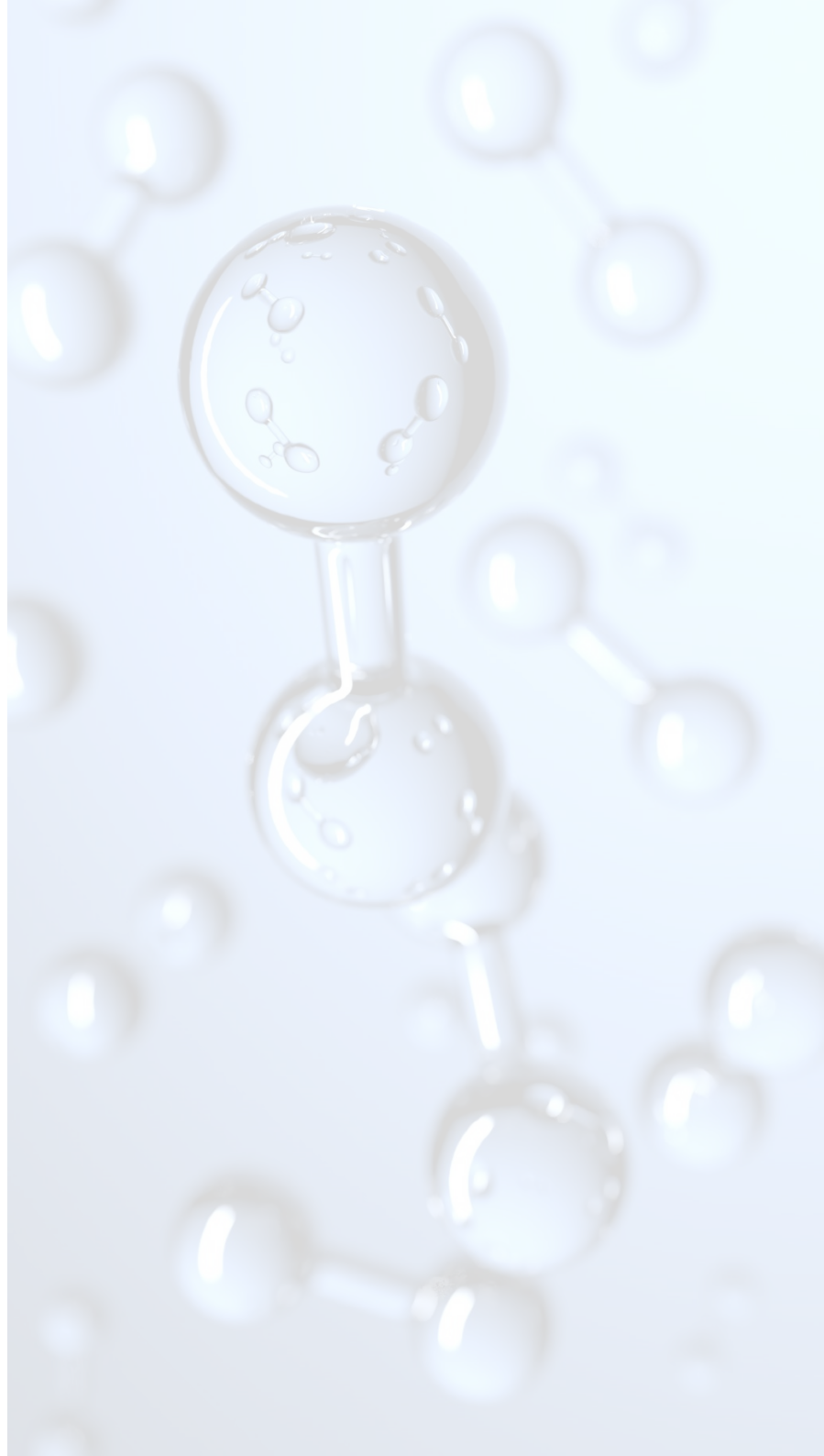
Aplicações da Eletrólise

1. Produção de Hidrogênio:

Hidrogênio gerado pela eletrólise da água pode ser usado como combustível limpo, em células de combustível e como matéria prima em várias indústrias químicas.

2. Galvanoplastia:

Eletrólise é usada para revestir objetos com uma camada fina de metal, como niquelagem, cromagem e douramento.



3. Extração de Metais:

Eletrólise é usada para extrair metais puros de seus minérios, como alumínio a partir da bauxita.

4. Tratamento de Água:

Utilizado para desinfecção e remoção de contaminantes através da produção de agentes oxidantes.

Considerações sobre a Eletrólise

1. Eficiência Energética:

O processo de eletrólise pode ser intensivo em energia. A eficiência do sistema depende da fonte de energia elétrica e do design dos eletrodos e do eletrólito.

2. Sustentabilidade:

Quando a eletrolise é alimentada por fontes de energia renovável (solar, eólica), ela pode ser uma tecnologia verde e sustentável, especialmente na produção de hidrogênio como combustível.

3. Desenvolvimento Tecnológico:

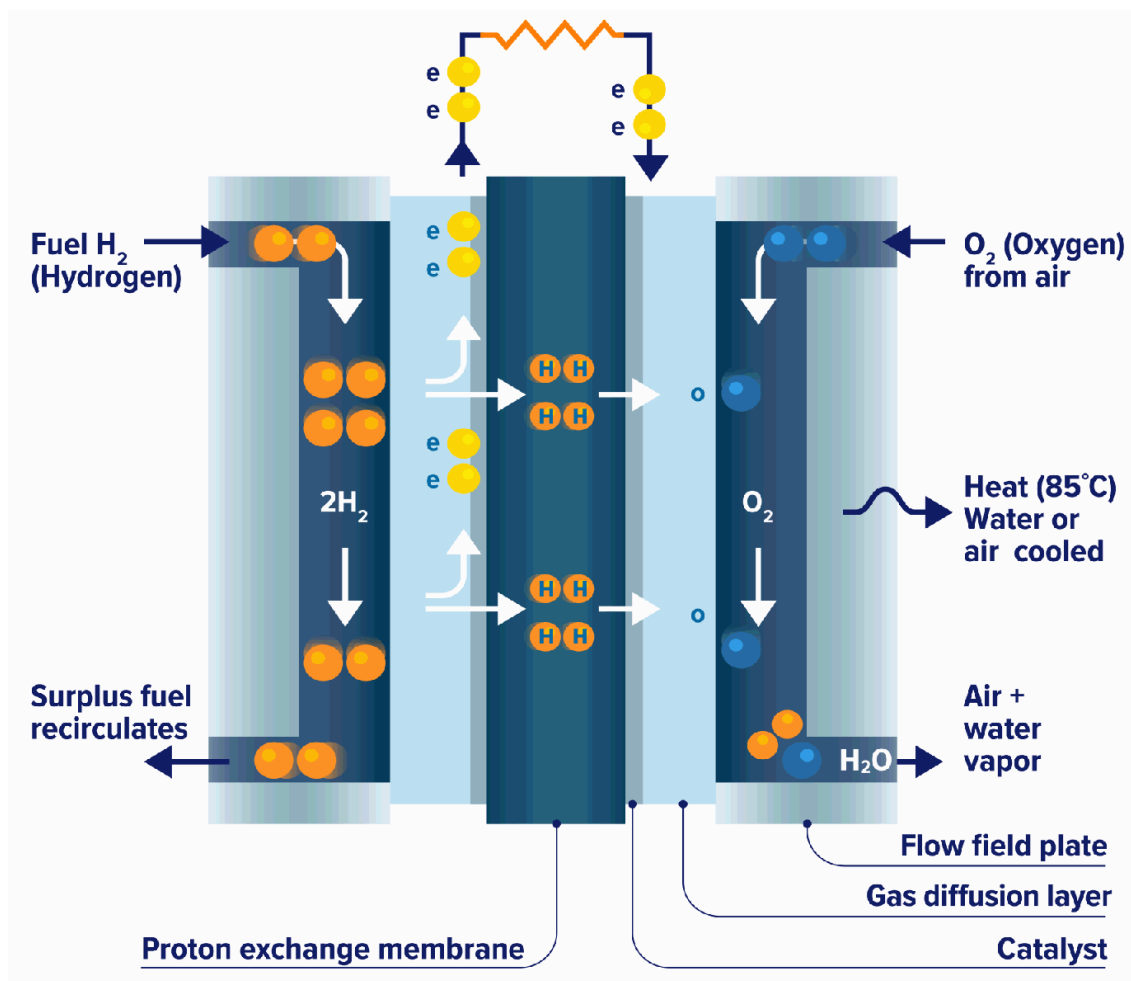
Melhorias em materiais de eletrodos, eletrólitos e técnicas de redução de consumo de energia são áreas ativas de pesquisa para tornar a eletrólise mais eficiente e econômica.

Conclusão

A eletrólise é uma técnica versátil e essencial em diversas indústrias e aplicações, especialmente na transição para uma economia de energia limpa e sustentável. Com o desenvolvimento contínuo, a eletrólise pode desempenhar um papel vital na produção de combustíveis limpos e na descarbonização de processos industriais.



Célula à Hidrogênio Reverso



Com-

ponentes Principais de uma Célula a Combustível de Hidrogênio

Ânodo (eletrodo negativo): Onde o hidrogênio é fornecido.

Cátodo (eletrodo positivo): Onde o oxigênio é fornecido, geralmente a partir do ar.

Eletrólito: Um material que permite a passagem de íons de hidrogênio (prótons) do ânodo para o cátodo, mas bloqueia a passagem de elétrons.

Catalisador: Facilita a reação química no ânodo e no cátodo, sem ser consumido no processo
Funcionamento

Fornecimento de Hidrogênio: No ânodo, o hidrogênio é introduzido e passa pelo catalisador, que facilita a separação das moléculas de hidrogênio H_2 em íons de hidrogênio (prótons) e elétrons

Movimento dos Prótons e Elétrons:

Prótons: Os íons de hidrogênio (prótons) atravessam o eletrólito, que é um material que permite sua passagem, em direção ao cátodo.

Elétrons: Os elétrons, que não podem passar pelo eletrólito, fluem através de um circuito externo, gerando eletricidade utilizável antes de chegarem ao cátodo.

Reação no Cátodo: No cátodo, os prótons que atravessaram o eletrólito se recombina com os elétrons e com o oxigênio, formando água H_2O como subproduto.

Reações Químicas Envolvidas

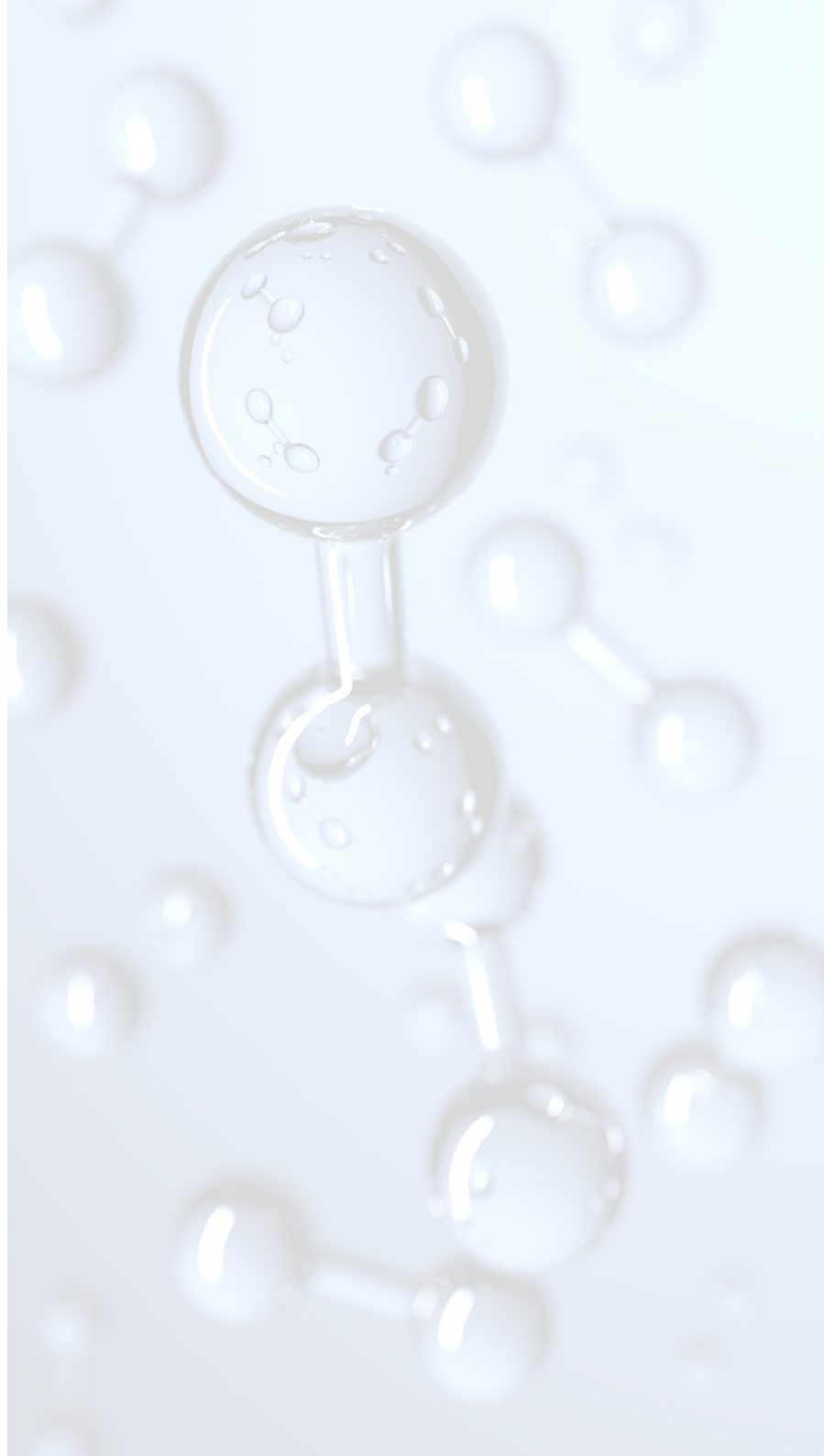
No Ânodo: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

No Cátodo: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

Vantagens e Aplicações

Células a combustível de hidrogênio são altamente eficientes e produzem energia sem emissões de carbono, tornando-as uma solução promissora para veículos, geradores de energia e até mesmo em eletrônicos portáteis. Elas também podem ser usadas em sistemas estacionários para fornecimento de energia, como em backup de energia para hospitais e data centers.

Em resumo, uma célula de hidrogênio converte a energia química do hidrogênio em eletricidade de maneira limpa e eficiente, com água como único subproduto.



Refs - Artigo

textsl Scientific American, 2015. Exxon Knew about Climate Change almost 40 years ago.

BBC, 2020. How the oil industry made us doubt climate change.

The Guardian, 2018. Shell and Exxon's secret 1980s climate change warnings.

Center for International Environmental Law, 2016. New Documents Reveal Denial Playbook Originated with Big Oil, Not Big Tobacco.

Scientific American, 2016. Tobacco and Oil Industries Used Same Researchers to Sway Public.

Merchants of Doubt, 2018.

NASA, 2019. Satellite Data Record Shows Climate Change's Impact on Fires.

Jacobson, Delucchi, Cameron, and Mathiesen, 2018. Matching demand with supply at low cost in 139 countries among 20 world regions with 100% intermittent wind, water, and sunlight (WWS) for all purposes.

Jafari, Korpas, and Botterud, 2020. Power system decarbonization: Impacts of energy storage duration and interannual renewables variability.

CarbonBrief, 2020. Solar is now 'cheapest electricity in history', confirms IEA.

Quartz, 2020. It's time to start wasting solar energy. Bloomberg, 2020. Two Years On, Elon Musk's Big Battery Bet is Paying Off in Australia.

Energy Storage News, 2020. California utility PGE breaks ground on 730MWh Moss Landing battery project.

New York Times, 2021. Electric Cars Are Better for the Planet — and Often Your Budget, Too.

Financial Times, 2020. Climate change: asset managers join forces with the eco warriors.

Bloomberg, 2020. Tesla Overtakes Exxon's Market Value in Symbolic Energy Shift.

Hydrogen Europe, 2020. Post Covid 19 and the Hydrogen Sector.

International Energy Agency, 2019. The Future of Hydrogen.

NBC News, 2020. The largest electric plane yet completed its first flight — but it's the batteries that matter.

Corporate Europe Observatory, 2020. The hydrogen hype: Gas industry fairy tale or climate horror story?

My Climate Journey, 2020. H2 Debate with Gene Berdichevsky, Jigar Shah.

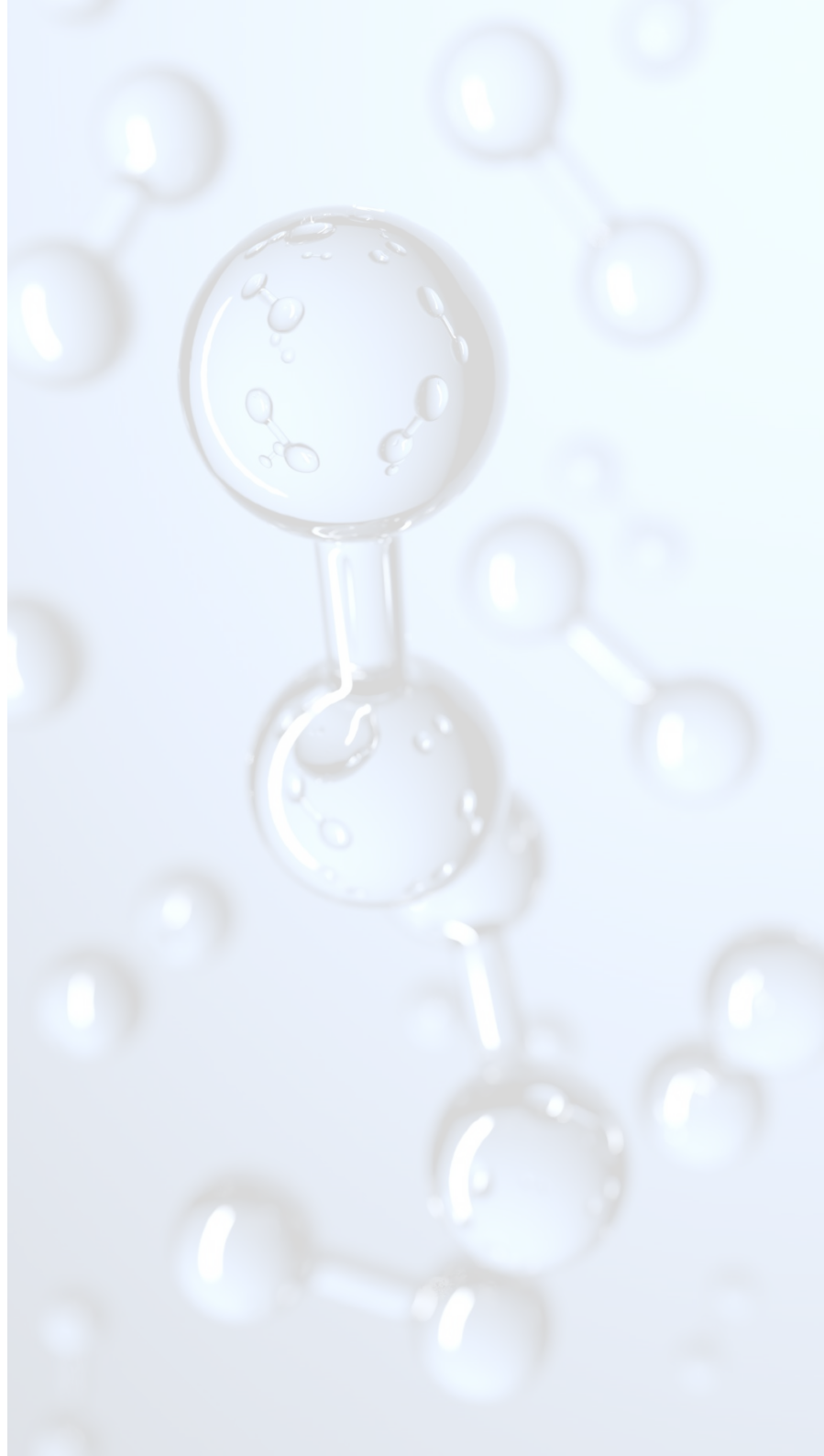
International Renewable Energy Agency, 2019. Hydrogen: A Renewable Energy Perspective.

International Renewable Energy Agency, 2018. Hydrogen from Renewable Power.

Forbes, 2020. A Look at the 'Colors' of Hydrogen That Could Power the Future.

Jones, 1970. Toward a Liquid Hydrogen Fuel Economy.

Environmental Defense Fund, 2020. Tackling methane emissions: Europe's climate blind spot.



Quartz, 2020. France fires a warning shot in the carbon trade wars.
Equity Lifting Solutions, 2020. What is “linepack”?
Northern Gas Networks, 2020. H21.
New York Power Authority. Hydrogen Fact Sheet.
NREL. Hydrogen Analysis Production Models.
Martin, 2018. Mirai FCEV vs. Model 3 BEV.
Climate Home News, 2020. Why the hydrogen bubble could burst in Europe’s face.
New York Times, 2020. California is Trying to Jump Start the Hydrogen Economy.
ExxonMobil, 2019. Annual Report.
ExxonMobil, 2019. Innovating energy solutions: Research and development highlights.
ArsTechnica, 2020. Tesla plans to raise another \$5 billion as value soars above \$600 billion.
Electrek, 2020. LG signs massive \$10 billion deal to make batteries in Indonesia.
SP Global, 2020. ExxonMobil focused on core oil and gas as renewable returns too weak: official.
Bloomberg, 2020. Exxon’s Plan for Surging Carbon Emissions Revealed in Leaked Documents.
Reuters, 2020. Shell to write down assets again, taking cuts to more than \$22 billion.
Recharge News, 2020. EU need us: Gas giants say green hydrogen too small and expensive.
Euractiv, 2020. Five countries object to EU’s latest hydrogen ‘manifesto’.
Recharge News, 2020. Governments are being ‘sold a pup on blue hydrogen from methane’.
CEN, 2019. Why the future of oil is in chemicals, not fuels.
BP, 2020. BP Australia announces feasibility study into hydrogen energy production facility.
Bloomberg NEF, 2020. Liebreich: Separating Hype from Hydrogen – Part Two: The Demand Side.
Texas Geo, 2020. Pivot2020 – Kicking Off the Geothermal Decade.
New York Times, 2014. Geothermal Industry Grows, With Help from Oil and Gas Drilling.
Ball, 2020. Macro Energy Trends and the Future of Geothermal Within the Low Carbon Energy Portfolio.
Benchmark Mineral Intelligence, 2019. Are Big Oil, Auto, and Energy the Next Major Investors for Lithium.
Roznowski, 2020. MP Materials – 10x Investment Idea.
Goldman Sachs, 2015. Lithium is the New Gasoline.
Reuters, 2020. Past its peak? Battered oil demand faces threat from electric vehicles.
Ausubel, 2015. The Return of Nature.

volta o Artigo



Links Utilizados como Referências

[Ementa da UCE](#)

[Exposição Fotográfica da Indústria Petroleira](#)

[Nett Zero 2050](#)

[Relatorio IEA 2020 Outlook for EV](#)

[IEA Report net Zero 2050](#)

[Tabela 1 Energia Disponível](#)

[Tabela 1 Energia Demanda](#)

[Transcrição da Apresentação de S. Michaux](#)

[Simon Michaux](#)

[uma reportagem](#)

[The great minerals scramble](#)

[Relatorio](#)

[Diário do Nordeste](#)

[Diario do Nordeste](#)

[escola solar](#)

[quase metade](#)

[Foro da Energia do Torio](#)

[Apresentação a respeito de sistemas de energia domésticos](#)

[Transcrição desta entrevista](#)

[apresentação](#)

[apresentação](#)

[cores](#)

[H2Coalition](#)

[eletrólise|br|celula do hidrogenio](#)

[Como será a usina de Hidrogênio Verde da Fortescue](#)

[RIMA HUB do Hidrogenio Verde, PECEM](#)

[O Relato da ANEEL,2022](#)

[O relato publicado no Diário do Nordeste, 2023](#)

[EDP produz sua primeira molécula](#)

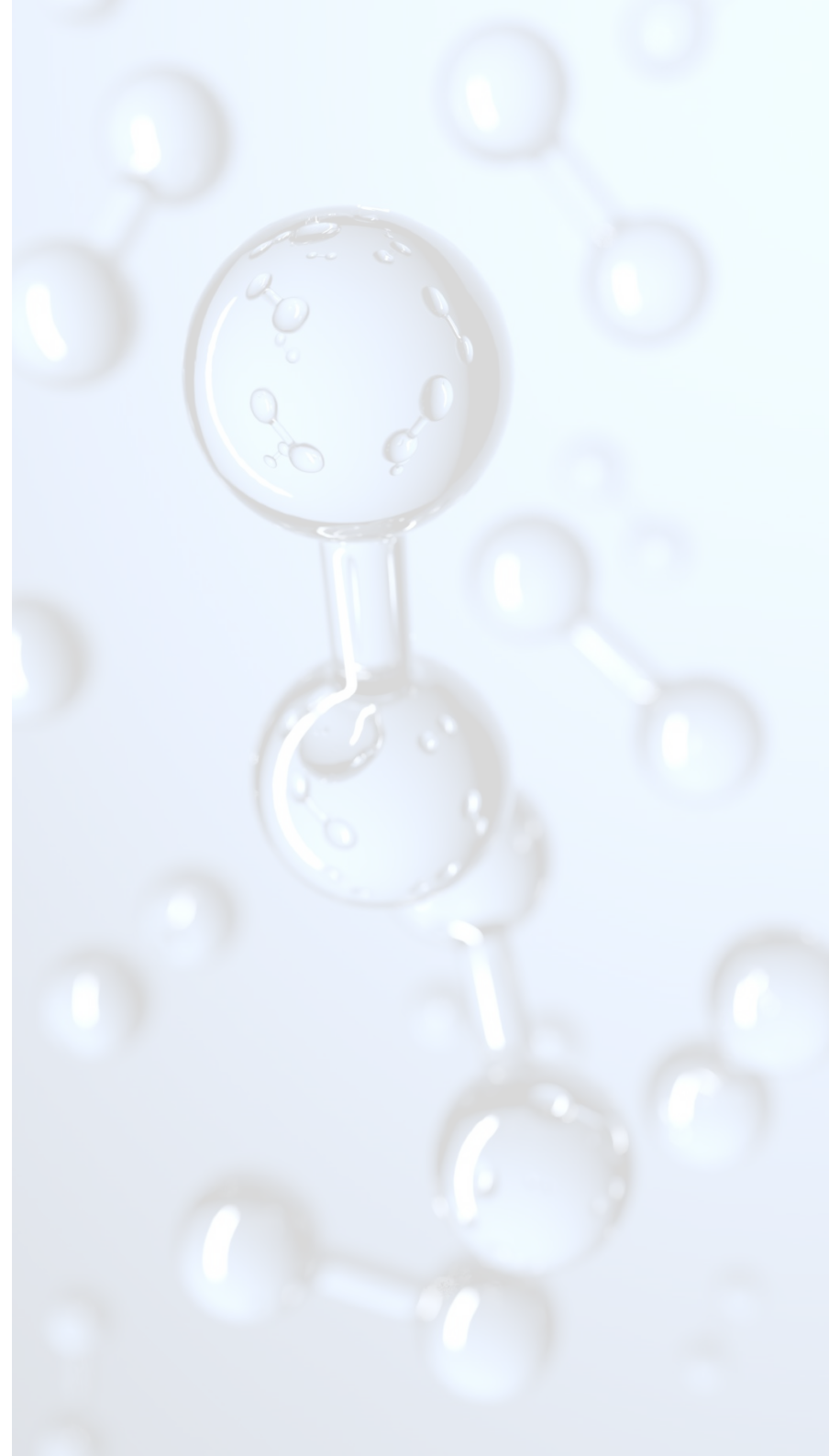
[Ceará receberá a primeira usina de hidrogênio](#)

[Hidrogênio verde: capacidade de transmitir energia pode ser gargalo](#)

[Primeira molécula de Hidrogênio Verde produzida no Brasil é lançada no Ceará](#)

[Artigo Original](#)

[Quir Internacional](#)



[Copenhagen Atomics](#)

