

10 Energy Megatrends

Desafios, oportunidades e ações
estratégicas para a transição energética



ENERGY
SUMMIT

Este relatório é resultado de uma análise profunda sobre o setor energético mundial e 10 megatendências que se originam dele.

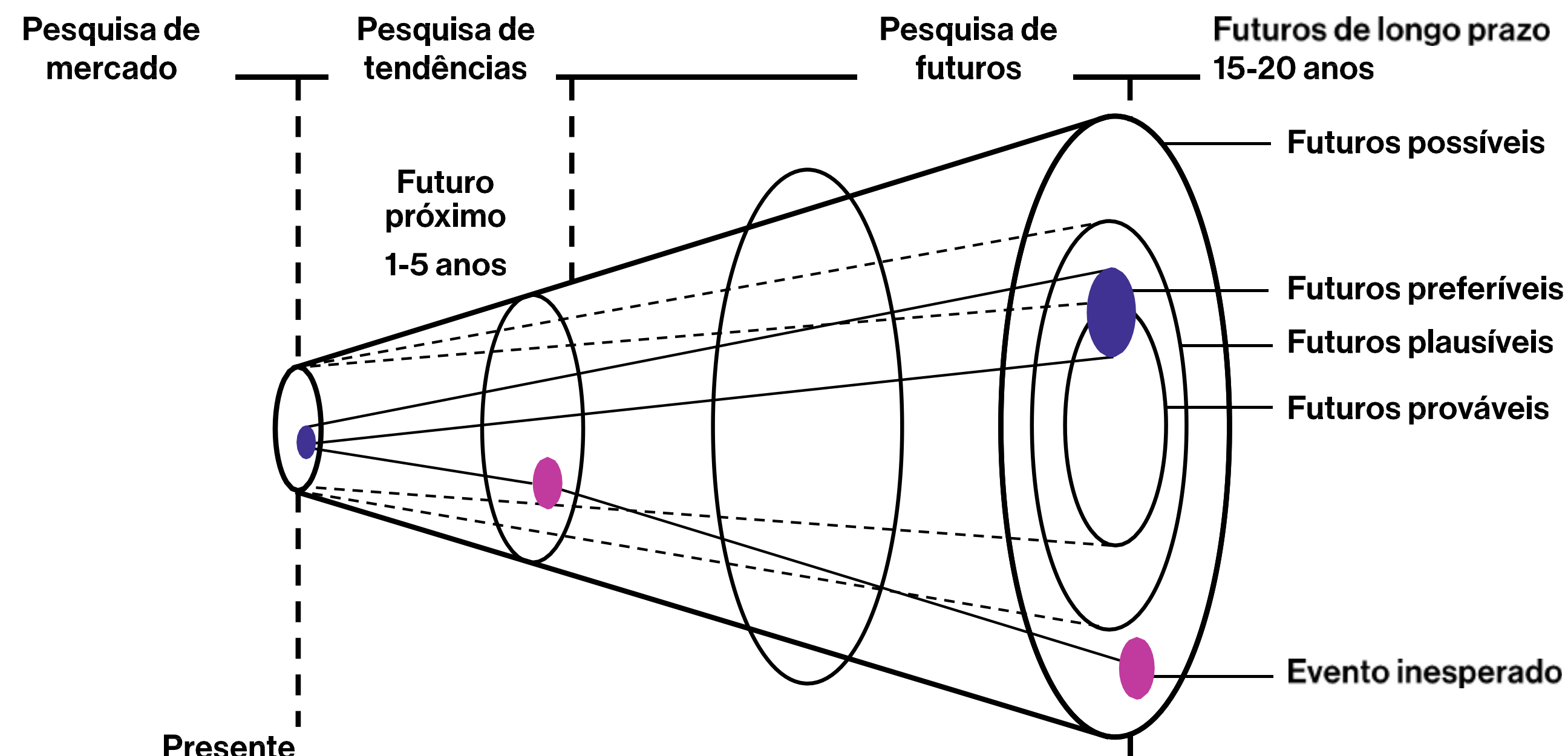
As informações contidas aqui foram elaboradas pelo Energy Center, a vertical de energia da MIT Technology Review Brasil - maior publicação de tecnologia e inovação do mundo - em parceria com o Energy Summit - maior evento global de inovação e empreendedorismo em energia e sustentabilidade.

O **Energy Summit 2024** gerou mais de 150 horas de conteúdo divididos em 5 trilhas, 6 palcos temáticos simultâneos, mais de 180 palestrantes de 8 países diferentes, 5.000m² de espaço de exposição e mais de 10 mil participantes, networking e inúmeras oportunidades de negócios.

CONE DE FUTUROS

A metodologia usada no relatório foi baseada no “Cone de Futuros”, desenvolvida e popularizada por futuristas como Norman Henchey e Joseph Voros. A ferramenta é importante para o pensamento estratégico e ajuda a organizações e indivíduos a explorar futuros alternativos, avaliar riscos e oportunidades, e tomar decisões informadas em um ambiente de incerteza.

Optamos por trabalhar com horizontes de curto, médio, longo e longuíssimo prazos, cruzando “Futuros Prováveis” (cenários que têm maior chance de ocorrer com base nas tendências atuais, projeções e dados disponíveis) com “Futuros Preferíveis” (aqueles que seriam ideais ou mais benéficos de acordo com determinados valores, metas ou visões).



Entendemos que já existem grandes direcionamentos globais no que diz respeito a um objetivo comum: realizar a transição energética seguindo 4Ds (descarbonização, digitalização, descentralização e democratização). Para termos uma visão mais completa dessas tendências também adotamos a visão de i-ecossistemas, utilizada pelo MIT REAP, que considera 5 grupos atores-chave: Governos, Corporações, Academia, Startups e Investidores.

Metodologia

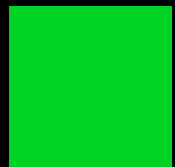
No presente estudo, mapeamos 10 grandes macrotendências, indicando, no eixo temporal, o momento em que têm maior probabilidade de estarem maduras.

Em seguida, para cada macrotendência, avaliamos, numa escala de 1 a 5, o peso que cada um dos 5 stakeholders têm na capacidade de contribuir para que tais tendências se concretizem ou, eventualmente, sejam aceleradas.

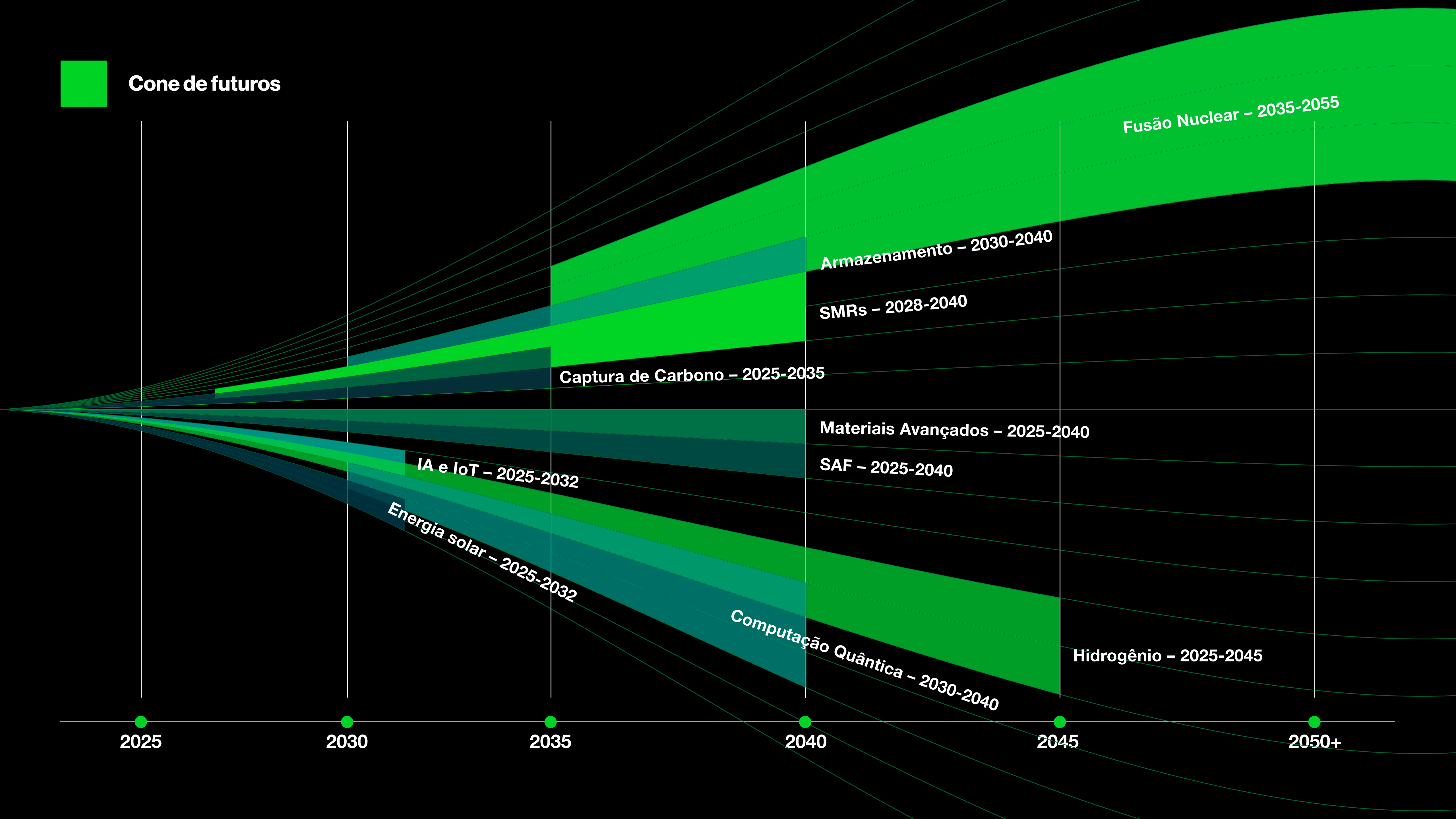
Depois, sugerimos um conjunto de ações práticas para os próximos 12 meses, a fim de auxiliar os grandes atores da transição energética na tomada de decisões.

Por fim, listamos iniciativas lideradas pelo MIT, em diferentes frentes, para que sirvam de inspiração e potencial fonte de colaboração.





Cone de futuros





Conectamos oportunidades viabilizando a inovação de ponta a ponta

Apoiamos as empresas no **acesso** a recursos financeiros reembolsáveis e não reembolsáveis, com o objetivo de tornar a **inovação** parte da cultura organizacional.

Nossos fundamentos



Estratégia

Analisamos qual o tipo de **recurso mais adequado** para cada tipo de projeto e de gastos.



Fiscalização

Atuamos de **ponta a ponta** incluindo a elaboração dos relatórios de prestação de contas parciais e finais dos projetos.



Critérios Sólidos

Construímos uma base de critérios de enquadramento dos projetos e dos gastos **customizados** para cada cliente.



Alinhamento

Nosso modelo de remuneração é **baseado no sucesso** dos nossos clientes

Inovação faz parte do DNA da A.Hub

Descubra mais em nossas redes!



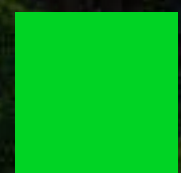
linkedin.com/company/amoveri-hub



[@amoveri-hub](https://www.instagram.com/amoveri-hub)



www.amoverihub.com.br



01.

Captura de carbono

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):

— Governos:	★	★	★	★	★
— Corporações:	★	★	★	★	★
— Academia:	★	★	★	☆	☆
— Investidores:	★	★	★	☆	☆
— Startups:	★	★	★	☆	☆

Captura de Carbono é uma tecnologia crucial na luta contra as mudanças climáticas, projetada para reduzir a quantidade de CO₂ emitido para a atmosfera a partir de fontes industriais e energéticas, ou mesmo remover o dióxido de carbono já presente no ar. A tecnologia inclui algumas variações como: Captura e Armazenamento de Carbono (CCS), Captura, Armazenamento e Utilização de Carbono (CCUS), Bioenergia com CCS (BECCS) e Captura Direta do Ar (DAC).

10 Energy Megatrends

01.

Captura de carbono

Importância e Impacto Futuro:

Conforme estabelecido pelo Acordo de Paris, a captura de carbono é vista como essencial para limitar o aquecimento global a 1,5°C. Além disso, é uma importante maneira das empresas de Petróleo darem sua contribuição para o processo de descarbonização da matriz energética. Sem esta tecnologia, muitos setores industriais não conseguirão atingir suas metas de neutralidade de carbono. Além disso, a captura de carbono tem potencial para remover CO₂ diretamente da atmosfera, o que pode ajudar a compensar emissões passadas e futuras. A adoção em larga escala dessas tecnologias pode reduzir até 1 bilhão de toneladas de CO₂ por ano até 2030, um impacto considerável na descarbonização global.

01

Crescimento do Mercado: o mercado global de captura de carbono foi avaliado em cerca de US\$ 2 bilhões em 2022, e espera-se que atinja US\$ 50 bilhões até 2030, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 49,5%.

02

Adoção por Indústrias Pesadas: setores como cimento, siderurgia e petroquímicos são os principais alvos para a implementação de tecnologias de captura de carbono, dado seu alto volume de emissões. Por exemplo, a siderúrgica sueca SSAB já iniciou o uso de CCS em seu processo produtivo, visando cortar 90% das emissões até 2030.

03

Investimentos Crescentes: Investimentos significativos estão sendo realizados, especialmente em DAC. A empresa Climeworks, uma das pioneiras, captou US\$ 650 milhões em 2022 para expandir suas operações de captura direta de ar.

04

Políticas e Regulamentações: a União Europeia, EUA e China estão liderando com incentivos fiscais e regulamentações que favorecem o desenvolvimento e adoção do CCS. Nos EUA, a extensão do crédito fiscal 45Q aumentou o valor dos subsídios para projetos de captura e armazenamento, tornando o setor mais atraente para investidores.

05

Bioenergia: a combinação de geração de energia através de biomassa com captura de carbono pode gerar sistemas energéticos com emissões negativas de CO₂. O Brasil pode se posicionar como uma grande liderança nesse mercado devido à ligação desta tecnologia com o agronegócio. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o BECCS pode chegar a capturar até 5 gigatoneladas de CO₂ por ano até 2050.

01.

Captura de carbono

Stakeholders Mais Importantes:

Governos e Corporações

Os governos desempenham um papel central na aceleração da captura de carbono, criando um ambiente regulatório e econômico favorável. Eles podem definir padrões de emissões mais rigorosos, subsidiar a implementação da tecnologia e apoiar P&D. Sem o apoio governamental, o alto custo inicial de implementação de CCS e DAC pode desestimular sua adoção em larga escala.

Corporações (empresas de energia e indústrias) são igualmente importantes devido a sua alta capacidade de investimento e seus compromissos ambientais adotados como parte de suas estratégias e políticas de ESG.

01.

Captura de carbono

Horizonte de Consolidação:

O horizonte de consolidação para tecnologias de captura de carbono varia entre **2025 e 2035**, com o ano **2030** sendo o mais provável para a maturidade e adoção em larga escala, especialmente em indústrias de alto carbono. Isso dependerá do avanço de políticas públicas e da redução dos custos de implementação.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: definir metas obrigatórias redução de emissões para setores industriais que forcem a adoção de CCS.

02

Corporações: iniciar pilotos de CCS em suas instalações industriais, especialmente nos setores de energia e materiais de construção.

03

Academia: focar em pesquisa que reduza o custo e aumente a eficiência das tecnologias de captura de carbono.

04

Investidores: destinar capital para fundos de investimento verde focados em CCS e DAC.

05

Startups: focar em tecnologias de monitoramento de emissões e soluções de software para integrar CCS nas cadeias produtivas.

01.

Captura de carbono

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
HELIX CARBON

A Helix Carbon, fundada em 2021 com base em pesquisas do MIT, desenvolve sistemas modulares e autossuficientes de captura e conversão de carbono. Sua tecnologia se integra facilmente em processos industriais, promovendo resiliência e circularidade na cadeia de suprimentos. A empresa produz produtos químicos neutros em carbono a preços competitivos, ajudando a reduzir a pegada de carbono industrial e contribuindo para um futuro mais sustentável.



02.

Eficiência Energética com base em Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT)

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):



A integração de Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) está revolucionando o conceito de eficiência energética, permitindo uma gestão mais inteligente e precisa do consumo de energia em vários setores, como o industrial, residencial, comercial e de transportes. Ao combinar a análise de dados em tempo real, automação e conectividade, essas tecnologias otimizam o uso de energia, reduzindo desperdícios, custos e emissões de carbono, tornando-se peças centrais nas estratégias de descarbonização e transição para uma matriz energética mais sustentável.

10 Energy Megatrends

02.

Eficiência Energética com base em Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT)

Importância e Impacto Futuro:

A IA e a IoT são tecnologias essenciais para alcançar as metas globais de eficiência energética e descarbonização. Em edifícios, que são responsáveis por 40% do consumo global de energia, a implementação de sistemas inteligentes pode reduzir drasticamente o uso de energia e as emissões de CO2. Em indústrias e transportes, a automação inteligente otimiza processos, reduz custos e aumenta a competitividade. No contexto da transição energética, a gestão eficiente e inteligente da demanda de energia também é vital para integrar fontes renováveis, garantindo um uso equilibrado e estável da rede elétrica.

01

Crescimento do Mercado: o mercado global de eficiência energética, alavancado por IA e IoT, foi avaliado em US\$ 79,3 bilhões em 2020 e deve atingir US\$ 154 bilhões até 2030, com uma CAGR de 7%.



02

Monitoramento Inteligente em Tempo Real: sensores IoT conectados em sistemas de energia, prédios inteligentes e redes elétricas monitoram o consumo de energia em tempo real, identificando padrões de uso e detectando ineficiências. Isso permite ajustes automáticos no fornecimento e uso de energia. Um exemplo notável é o uso de “smart meters” no setor residencial, que pode reduzir o consumo em até 20%.

03

Otimização de Infraestruturas Industriais: indústrias intensivas em energia, como as de manufatura e siderurgia, têm adotado IA para otimizar processos energéticos. A GE utiliza IA para melhorar a eficiência energética em suas turbinas eólicas e sistemas de energia industrial, alcançando ganhos de 5 a 10% na eficiência operacional.

04

Previsão e Gerenciamento de Demanda: A IA aplicada em sistemas de energia, como redes elétricas, melhora a previsão de demanda, evitando sobrecargas e otimizando o fornecimento energético com base no uso histórico e condições climáticas. Isso é essencial para a integração de fontes de energia renováveis intermitentes, como solar e eólica, que têm variabilidade na produção.

05

Automação de Edifícios e Cidades Inteligentes: sistemas baseados em IA, aliados a dispositivos IoT, controlam automaticamente iluminação, aquecimento e refrigeração em edifícios e cidades inteligentes. Isso pode reduzir o consumo energético em edifícios comerciais em até 30%, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA).



02.

Eficiência Energética com base em Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT)

Stakeholders Mais Importantes:

Corporações e Startups

As corporações, especialmente as grandes empresas industriais e do setor de tecnologia, são os principais impulsionadores da adoção de IA e IoT para eficiência energética. Com grandes incentivos econômicos para reduzir custos operacionais e uma crescente pressão para atingir metas de ESG (Environmental, Social and Governance), elas têm recursos e motivação para implementar e escalar essas soluções.

Além das corporações, as startups estão desenvolvendo uma série de inovações sobre as plataformas de IA e IoT que permitirão acelerar essa transformação.

02.

Eficiência Energética com base em Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT)

Horizonte de Consolidação:

Espera-se que o uso combinado de IA e IoT para eficiência energética se consolide entre **2025** e **2032**, com o ano **2028** sendo o mais provável para a adoção generalizada e maturidade tecnológica. Esse período coincide com a crescente pressão regulatória e econômica para reduzir emissões de carbono e o avanço contínuo das tecnologias de IA e IoT.



Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: lançar iniciativas de cidades inteligentes com foco na redução do consumo de energia em edifícios e infraestruturas públicas.

02

Corporações: implementar soluções de IoT e IA em operações de manufatura e cadeias de fornecimento para otimizar o uso de energia.

03

Academia: expandir programas de pesquisa em IA para a otimização de redes elétricas e integração com fontes renováveis.

04

Investidores: direcionar capital para empresas que desenvolvem soluções tecnológicas voltadas à eficiência energética.

05

Startups: focar em soluções inovadoras de sensores IoT para monitoramento energético e controle de dispositivos em tempo real.

02.

Eficiência Energética com base em IA e IoT

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
MIT-IBM WATSON AI LAB

A colaboração entre o MIT e a IBM impulsiona a IA em áreas como saúde e meio ambiente. No setor de energia, o laboratório usa IA para otimizar a eficiência energética e integrar fontes renováveis em redes inteligentes. Pesquisas exploram algoritmos de aprendizado de máquina para prever consumo e gerenciar distribuição, ajudando a reduzir desperdícios e aumentar a confiabilidade das redes, essenciais para a transição energética e mitigação das mudanças climáticas.



03.

Energia Solar Distribuída: Novos Modelos de Negócios

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):

— Governos:	★	★	★	★	☆
— Corporações:	★	★	★	☆	☆
— Academia:	★	★	★	☆	☆
— Investidores:	★	★	★	★	★
— Startups:	★	★	★	★	★

A energia solar distribuída está transformando o setor de energia, proporcionando uma maneira descentralizada de gerar eletricidade. Com a queda nos custos dos sistemas fotovoltaicos e o avanço das tecnologias de armazenamento de energia, novos modelos de negócios estão emergindo, permitindo que consumidores, empresas e comunidades adotem a geração de energia solar em pequena escala. O foco em modelos de negócio inovadores está criando oportunidades para empresas de tecnologia, startups e utilities reimaginarem como a energia solar pode ser gerida e distribuída. Essa tendência é a ponta de lança que está transformando a relação das empresas de energia com seus usuários, que passam a agora a ser considerados consumidores e que devem ser disputados e conquistados em um mercado concorrencial.

03. Energia Solar Distribuída: Novos Modelos de Negócios

Importância e Impacto Futuro:

A energia solar distribuída, suportada por novos modelos de negócios, está impulsionando a transição para um sistema energético mais descentralizado e resiliente. Isso é particularmente relevante em regiões com redes elétricas instáveis, onde a geração local pode garantir um fornecimento confiável de energia. Além disso, os modelos de comunidade solar e de P2P tornam a energia renovável mais acessível, ajudando a democratizar o acesso à energia limpa e reduzir as emissões de carbono. Esses modelos não apenas proporcionam benefícios econômicos para consumidores e empresas, mas também criam novos incentivos para a integração de energias renováveis nas redes elétricas, incentivando a descarbonização do setor energético. A energia solar distribuída também fortalece a resiliência das redes contra interrupções, especialmente quando combinada com soluções de armazenamento de energia. Um outro fator importante desse processo é a geração de emprego. Estima-se que o número de residências com painéis solares cresça de 25 milhões em 2020 para 240 milhões em 2050. Boa parte dos esforços para esse cenário se concretizar está baseado na capacitação e emprego de instaladores em todo mundo.

01

Crescimento Exponencial do Mercado: o mercado de energia solar distribuída deverá crescer significativamente, atingindo uma capacidade instalada de mais de 300 GW até 2030. Em 2022, o segmento já representava cerca de 40% da capacidade total de energia solar em países como os EUA, China e Austrália.

02

Modelos de Negócio Baseados em Assinatura: empresas estão oferecendo sistemas de energia solar por meio de assinaturas ou contratos de leasing, eliminando o custo inicial para o consumidor. Modelos como o da Sunrun nos EUA permitem que os clientes instalem painéis solares em suas casas sem pagamento inicial, pagando uma taxa mensal fixa pela energia gerada.

03

Comunidades Solares: o conceito de “comunidades solares” ou community solar está ganhando força. Nesse modelo, os consumidores compram ou alugam uma parte de uma instalação solar comunitária, recebendo créditos em suas contas de energia. Esse modelo é particularmente atraente para aqueles que não têm espaço ou recursos para instalar painéis solares individualmente.

04

P2P e Plataformas de Energia: modelos de negócios baseados em blockchain e plataformas de energia peer-to-peer (P2P) estão permitindo que consumidores vendam o excesso de energia gerada para outras pessoas ou empresas. A startup australiana Power Ledger oferece uma plataforma que facilita essas transações, descentralizando o mercado de energia e aumentando a flexibilidade do sistema.

05

Energia Solar com Armazenamento: o acoplamento de baterias aos sistemas solares distribuídos está criando novas oportunidades de negócios. Empresas como Tesla oferecem soluções integradas de energia solar e baterias domésticas (Powerwall), permitindo que os consumidores armazenem energia excedente e utilizem em horários de maior demanda ou vendam de volta à rede.

06

Clientes Finais: devido a limitações de infraestrutura e modelo do setor, o cliente final do mercado de energia elétrica raramente tinha uma relação com sua provedora de energia que ia além do pagamento de sua conta no final do mês. Com o advento da geração distribuída e dos novos modelos de negócio, os consumidores B2C estão passando a ter opções de escolha e olhando para outros atributos do seu provedor de energia como sustentabilidade, funcionalidades de controle de consumo, benefícios e outras características de mercados concorrenciais em um movimento similar ao que aconteceu com a telefonia celular.



03.

Energia Solar Distribuída: Novos Modelos de Negócios

Stakeholders Mais Importantes:

Startups e Investidores

As startups são o stakeholder mais importante nesse cenário, pois estão na vanguarda da criação de soluções inovadoras que conectam produtores de energia solar distribuída diretamente com os consumidores. Além disso, elas desenvolvem plataformas e tecnologias para novos modelos de negócios, como contratos de assinatura, P2P de energia e comunidades solares. Startups como Power Ledger (blockchain de energia) e Swell Energy (armazenamento e energia solar distribuída) estão moldando o futuro desse setor.

Ao contrário das deeptechs, o modelo de crescimento dessas startups de energia solar distribuída é muito similar à lógica do venture capital o que faz com que os fundos de investimento também sejam um importante stakeholder na consolidação desta tendência. É neste segmento que se encontram as principais Energytechs candidatas a unicórnio no Brasil como a Solfácil, Órigo e GD Solar.

03. Energia Solar Distribuída: Novos Modelos de Negócios

Horizonte de Consolidação:

O horizonte de consolidação para os novos modelos de negócios em energia solar distribuída deve ocorrer entre **2025** e **2032**, com o ano **2028** sendo o ponto mais provável para que esses modelos estejam amplamente integrados e aceitos. A convergência de avanços tecnológicos, queda de custos e apoio regulatório criará um ambiente maduro para sua adoção em larga escala.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Corporações: investir em plataformas de energia P2P, explorar parcerias com startups de blockchain para transações de energia descentralizadas e lançar produtos que integrem energia solar e armazenamento doméstico para maximizar a utilização de energia renovável.

02

Academia: desenvolver pesquisas que foquem na integração de energia solar distribuída com redes inteligentes (smart grids) e soluções de armazenamento de baixo custo.

03

Startups: explorar soluções baseadas em IA para a otimização de produção e consumo de energia solar em sistemas distribuídos e ampliar o acesso a modelos de financiamento acessíveis, como leasing e assinaturas.

04

Governos: criar ambientes favoráveis para o crescimento de mercados de energia descentralizados baseados em blockchain, reduzindo barreiras regulatórias para a adoção da geração distribuída.

05

Investidores: direcionar capital para empresas que desenvolvem soluções tecnológicas voltadas à eficiência energética.

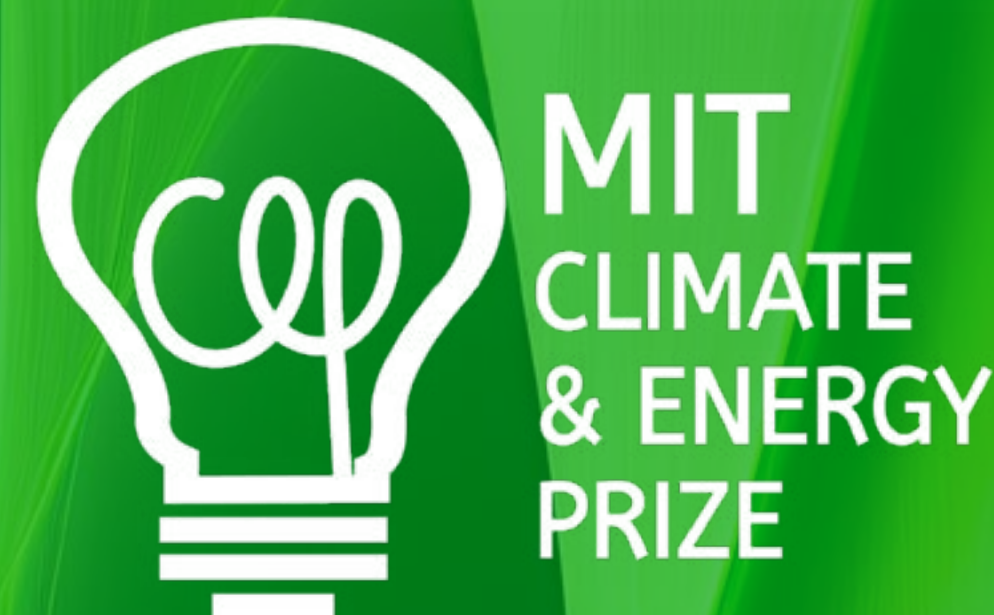


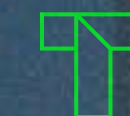
03.

Energia Solar Distribuída: Novos Modelos de Negócios

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
MIT ENERGY AND CLIMATE PRIZE

A competição é uma das mais renomadas em inovação energética, atraindo startups globais com soluções disruptivas em energia e clima. Focada em combater as mudanças climáticas, premia projetos inovadores, viáveis e com impacto ambiental. Recentemente, destaque para inovações em energia solar, armazenamento acessível e integração de renováveis em redes inteligentes, acelerando a transição para fontes de energia mais limpas.





04.

Armazenamento de Energia: Tendências e Novas Oportunidades

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):



O armazenamento de energia é um componente vital para a transição energética, permitindo uma maior integração de fontes renováveis intermitentes, como a energia solar e eólica, na rede elétrica. A capacidade de armazenar energia quando a produção excede a demanda e liberá-la quando necessário é fundamental para garantir a estabilidade da rede e melhorar a resiliência do sistema energético. Nos últimos anos, o avanço tecnológico, a redução dos custos das baterias e o surgimento de novos modelos de negócios estão transformando o setor de armazenamento de energia.

Outra importante frente neste macrotendência é o armazenamento térmico. De sistemas residenciais de aquecimento de água até complexos sistemas de armazenamento de calor em larga escala para uso industrial, essa tecnologia tem um amplo potencial de aplicação nos esforços relacionados a transição energética.

04.

Armazenamento de Energia: Tendências e Novas Oportunidades

Importância e Impacto Futuro:

O armazenamento de energia é um facilitador chave para a descarbonização do setor energia. No setor elétrico ele resolve o problema da intermitência das fontes renováveis, como solar e eólica, e garante um fornecimento contínuo de energia, mesmo quando essas fontes não estão disponíveis. Além disso, o armazenamento de energia contribui para a estabilidade das redes elétricas, ajudando a evitar sobrecargas e quedas de energia. Isso é particularmente importante à medida que a eletrificação de outros setores, como o transporte e a indústria, aumenta a demanda por eletricidade.

Com as expectativas de que as energias renováveis representarão 70% da capacidade instalada global até 2050, o armazenamento de energia será essencial para garantir que essas fontes possam fornecer energia confiável e acessível em escala. Além disso, as novas tecnologias de armazenamento estão expandindo o escopo de aplicações, desde sistemas residenciais até soluções industriais e em larga escala. No setor industrial, as tecnologias de armazenamento de calor podem ser críticas e diminuir a utilização de carvão e outros combustíveis fósseis em processos a base de aquecimento e vapor.

01

Crescimento do Mercado: o mercado global de armazenamento de energia deve crescer de US\$ 10 bilhões em 2020 para mais de US\$ 55 bilhões até 2030, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 20%. Esse crescimento é impulsionado principalmente pela queda no custo das baterias de íon-lítio, que caiu mais de 85% na última década.

02

Baterias de Íon-Lítio e Além: as baterias de íon-lítio dominam o mercado, mas novas tecnologias de armazenamento, como baterias de estado sólido, baterias de fluxo e soluções baseadas em hidrogênio, estão emergindo. A Form Energy, uma startup focada em baterias de longa duração, está desenvolvendo uma bateria de ferro-ar capaz de fornecer energia por mais de 100 horas, superando a limitação de duração das baterias de íon-lítio.

03

Armazenamento Residencial e Comercial: soluções de armazenamento residencial, como o Tesla Powerwall e o LG Chem RESU, estão permitindo que consumidores armazenem energia solar gerada em telhados e utilizem-na em horários de pico ou em caso de interrupções. Empresas comerciais e industriais também estão adotando sistemas de armazenamento para reduzir custos com energia em horários de alta demanda e melhorar a confiabilidade do fornecimento.

04

Soluções em Rede: sistemas de armazenamento em grande escala conectados à rede estão se tornando cada vez mais comuns, permitindo uma melhor gestão da oferta e demanda de energia. Em 2021, a Austrália conectou uma das maiores baterias do mundo à sua rede, com capacidade de 300 MW, contribuindo para estabilizar o sistema e integrar mais energias renováveis.

05

Modelos de Negócios Inovadores: o surgimento de modelos de negócio baseados em baterias como serviço (BaaS) está permitindo que consumidores e empresas acessem tecnologias de armazenamento sem o alto custo inicial. Nesses modelos, as baterias são alugadas e o cliente paga pelo uso conforme a energia armazenada. Esse modelo já está sendo explorado por empresas como Nuvve no setor de veículos elétricos e Fluence no setor de armazenamento em rede.

06

Armazenamento Térmico: além do armazenamento de energia elétrica, o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de calor é um importante componente principalmente para aplicações industriais (o uso final de energia em forma de calor na indústria é quase 3 vezes maior que o consumo de eletricidade). Startups como a Hyme Energy são capazes de armazenar calor com utilização de sal fundido e entregá-lo na forma de vapor com temperaturas de até 580°C.



04.

Armazenamento de Energia: Tendências e Novas Oportunidades

Stakeholders Mais Importantes:

Academia e Investidores

Um dos principais gargalos para um maior uso de sistemas de armazenamento (elétricos ou térmicos) são o grau de desenvolvimento das tecnologias atuais. Pesquisas acadêmicas têm avançado bastante no uso de novos compostos para baterias e matérias para armazenamento térmico com foco em viabilizar a redução de custos e o aumento de eficiência desses sistemas.

Os investidores também desempenham um papel crucial no desenvolvimento e adoção de tecnologias de armazenamento de energia. O financiamento de projetos de P&D, spin-offs acadêmicos, startups deeptechs inovadoras e instalações de armazenamento em larga escala será essencial para reduzir custos e acelerar a implementação em todo o setor energético. À medida que a demanda por soluções de armazenamento cresce, o apoio dos investidores em novas tecnologias será vital para garantir que o setor continue a evoluir e se tornar mais eficiente.

04.

Armazenamento de Energia: Tendências e Novas Oportunidades

Horizonte de Consolidação:

O armazenamento de energia deve se consolidar entre **2030** e **2040**, com o ano **2035** sendo o mais provável para uma adoção generalizada e maturidade tecnológica. Esse período verá a massificação de tecnologias de armazenamento de curto e longo prazo, permitindo uma maior penetração de fontes renováveis na matriz energética.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: criar programas com recursos não reembolsáveis (grants / subvenções) para financiar novas tecnologias e materiais em projetos de armazenamento elétrico e térmico.

02

Corporações: explorar parcerias com startups e universidades para desenvolver e implementar tecnologias de armazenamento de próxima geração, como baterias de fluxo ou hidrogênio e sal fundido.

03

Academia: aumentar a pesquisa em alternativas às baterias de íon-lítio, como baterias de estado sólido e sistemas de armazenamento térmico.

04

Investidores: direcionar capital para startups deeptech e spin-offs acadêmicos que trabalham em tecnologias emergentes de armazenamento de longa duração.

05

Startups: desenvolver modelos de negócio flexíveis, como baterias como serviço (BaaS), para facilitar o acesso a soluções de armazenamento.



04.

Armazenamento de Energia: Tendências e Novas Oportunidades

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
MIT ENERGY INITIATIVE (MITEI)

O MIT Energy Initiative (MITEI) é um programa multidisciplinar que desenvolve soluções para os desafios globais de energia, com foco no armazenamento essencial para fontes renováveis como solar e eólica. O MITEI apoia pesquisas em baterias de íon-lítio, térmicas, de estado sólido e nanotubos de carbono, visando melhorar eficiência e reduzir custos. Essas inovações garantem redes elétricas mais estáveis, integrando renováveis intermitentes. O MITEI colabora com indústrias e governos para acelerar a implementação e promover uma transição energética sustentável.



Você nos encontra diariamente mesmo sem perceber



Conheça mais sobre
nossos serviços.

Nos sistemas que dão
suporte para programas de
TV com impacto em
+30 milhões de pessoas

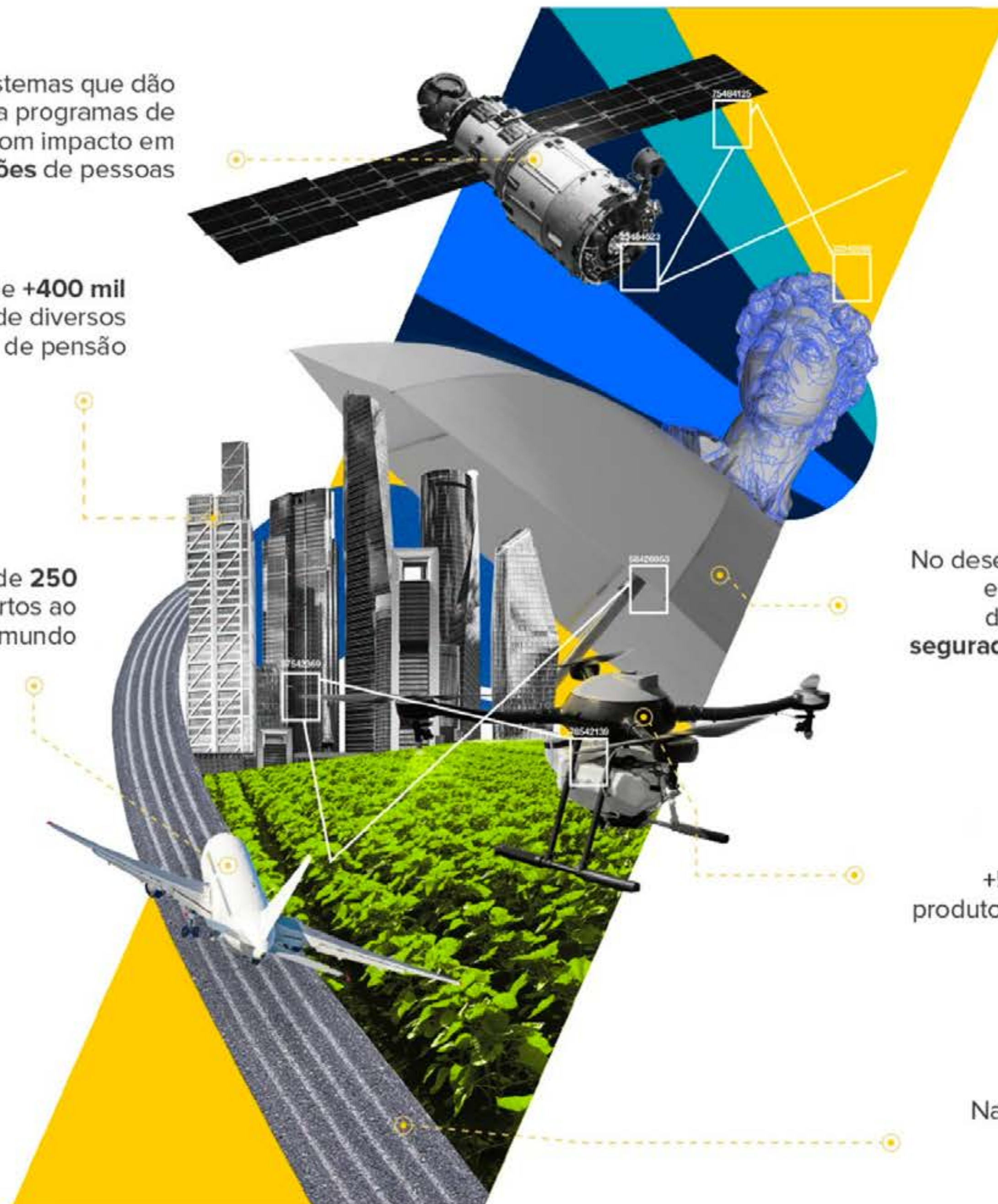
Cuidamos de **+400 mil**
participantes de diversos
fundos de pensão

Em mais de **250**
aeroportos ao
redor do mundo

No desenvolvimento
e manutenção
das **principais**
seguradoras do país

No auxílio a
+5 milhões de
produtores agrícolas

Nas vendas de
+5 milhões
de pneus



05.

SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e Biomassa: Tendências e Novos Modelos

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):



O SAF (Sustainable Aviation Fuel), ou combustível sustentável de aviação, é uma solução promissora para descarbonizar o setor aéreo, um dos mais difíceis de reduzir emissões devido à dependência de combustíveis líquidos com alta densidade energética. O SAF pode ser produzido a partir de várias fontes renováveis, incluindo biomassa, resíduos agrícolas e óleos residuais, e sua adoção é considerada essencial para que o setor aéreo atinja suas metas de emissões líquidas zero até 2050.

10 Energy Megatrends

05.

SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e Biomassa: Tendências e Novos Modelos

Importância e Impacto Futuro:

O SAF é uma das poucas soluções viáveis para reduzir as emissões no setor de aviação, uma vez que tecnologias de eletrificação e hidrogênio ainda não são tecnicamente viáveis para voos de longa distância. O uso de biomassa como matéria-prima para SAF é especialmente importante por ser uma fonte renovável e amplamente disponível. Além disso, a adoção de SAF não exige mudanças significativas na infraestrutura de aeronaves ou aeroportos, tornando sua implementação mais rápida e eficiente em comparação a outras alternativas.

Estudos indicam que o SAF pode reduzir as emissões de CO₂ em até 80% ao longo de seu ciclo de vida em comparação com o querosene tradicional, dependendo da matéria-prima utilizada e do processo de conversão. Isso torna o SAF uma ferramenta essencial para ajudar o setor a cumprir as metas de descarbonização e a neutralidade de carbono.

01

Crescimento da Produção de SAF: a produção global de SAF atingiu cerca de 300 milhões de litros em 2022, um número pequeno em relação ao consumo global de combustível de aviação, que gira em torno de 400 bilhões de litros por ano. No entanto, espera-se um crescimento exponencial, com projeções de que o SAF atinja 10% do combustível de aviação global até 2030 e 65% até 2050, conforme políticas mais rígidas e demanda crescente por soluções de baixo carbono.



02

Fontes de Biomassa para SAF: a biomassa, incluindo resíduos agrícolas, florestais e culturas energéticas como cana-de-açúcar e algas, é uma das principais fontes para a produção de SAF. O processo de conversão pode variar, utilizando técnicas como Fischer-Tropsch e hidrólise enzimática. Empresas como a Neste estão liderando a produção de SAF a partir de óleos residuais e resíduos de biomassa, com capacidade de produzir mais de 1,5 milhão de toneladas de SAF até 2030. Devido ao grande potencial do agronegócio brasileiro, o país pode ser um dos líderes globais da produção de SAF.

03

Iniciativas de Corporações Aéreas: grandes companhias aéreas, como United Airlines e Lufthansa, estão comprometidas com o uso crescente de SAF. Em 2021, a United Airlines fez o primeiro voo comercial com passageiros usando 100% SAF em um dos motores. Essas iniciativas estão sendo incentivadas por acordos globais, como o Corsia (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), e pelos subsídios de governos para impulsionar o uso de combustíveis sustentáveis.

04

Desafios e Custos: atualmente, o SAF é significativamente mais caro que o combustível de aviação convencional (Jet-A1), custando cerca de 2 a 5 vezes mais. A escalabilidade também é um desafio, já que a produção global ainda está nos estágios iniciais. No entanto, a queda nos custos de produção de biomassa, juntamente com a inovação em processos tecnológicos, promete reduzir esses custos nas próximas décadas. O World Economic Forum estima que, com investimentos adequados, o custo do SAF pode ser reduzido em até 35% até 2030.

05

Investimentos e Políticas de Incentivo: governos e investidores estão começando a alocar recursos significativos para acelerar o desenvolvimento e adoção de SAF. A ReFuelEU Aviation Initiative, proposta pela União Europeia, estabelece metas ambiciosas de mistura de SAF com combustíveis fósseis, visando 5% de SAF até 2030 e 63% até 2050. Nos EUA, a Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge visa aumentar a produção de SAF em até 3 bilhões de galões anuais até 2030. No Brasil, Finep e BNDES lançaram recentemente um edital de R\$ 6 bilhões para planos de negócios e desenvolvimento de tecnologias de SAF.



10 Energy Megatrends

05.

SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e Biomassa: Tendências e Novos Modelos

Stakeholders Mais Importantes:

Corporações e Governo

As corporações, especialmente as companhias aéreas e as indústrias de produção de SAF, são os principais catalisadores da adoção e desenvolvimento do combustível sustentável de aviação. Elas estão implementando os projetos-piloto e as tecnologias necessárias para escalar a produção e o uso de SAF, além de trabalharem em conjunto com governos e investidores para garantir que o mercado se torne economicamente viável.

A liderança corporativa, por meio de compromissos de uso de SAF e investimentos em novas plantas de produção, será decisiva para a adoção em larga escala.

Os governos também são atores importantes devido à implementação das regulações do setor de aviação que aceleram a adoção de soluções mais sustentáveis para o setor.

05.

SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e Biomassa: Tendências e Novos Modelos

Horizonte de Consolidação:

O horizonte de consolidação do uso de SAF a partir de biomassa deve ocorrer entre **2025** e **2040**, com o ano **2035** sendo o mais provável para a adoção em larga escala, conforme os custos de produção diminuem e as políticas de incentivo se intensificam. As tecnologias de produção de SAF estarão maduras e amplamente disseminadas até então, com uma infraestrutura global capaz de atender às demandas do setor aéreo.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: criar incentivos fiscais e subsídios para impulsionar a produção de SAF a partir de biomassa, resíduos agrícolas e urbanos. Estabelecer mandatos de mistura de SAF em combustíveis de aviação para acelerar a adoção.

02

Corporações: ampliar e acelerar os testes e uso de SAF em voos comerciais, buscando atingir um portfólio de energia mais sustentável.

03

Academia: focar em pesquisas que explorem novas matérias-primas de biomassa e otimizem os processos de conversão.

04

Investidores: destinar capital para empresas inovadoras no setor de SAF e projetos de infraestrutura, produção e logística de SAF em regiões estratégicas.

05

Startups: desenvolver novas tecnologias de processamento e conversão de biomassa em SAF de forma mais eficiente e econômica.



05.

SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e Biomassa

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
MIT LABORATORY FOR AVIATION AND THE ENVIRONMENT (LAE)

O centro foca em pesquisas para reduzir os impactos ambientais da aviação, desenvolvendo Combustíveis Sustentáveis para Aviação (SAF) como alternativa aos fósseis. O laboratório explora processos como biomassa e captura de carbono para criar combustíveis de baixo impacto ambiental. Também avalia a eficiência, viabilidade econômica e impacto global do uso de SAFs em larga escala, promovendo uma aviação mais sustentável e alinhada às metas de redução de emissões.



06.

O Papel do Hidrogênio na Transição Energética

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):

— Governos:	★	★	★	★	★
— Corporações:	★	★	★	★	☆
— Academia:	★	★	★	☆	☆
— Investidores:	★	★	★	★	★
— Startups:	★	★	★	☆	☆

O hidrogênio está emergindo como uma solução chave na transição energética global, devido à sua alta densidade energética, versatilidade e capacidade de descarbonizar setores de difícil eletrificação, como a indústria pesada, transporte de longa distância e armazenamento de energia em larga escala. O hidrogênio pode ser produzido a partir de várias fontes de energia primária, como gás natural (hidrogênio cinza), energias renováveis (hidrogênio verde), nuclear (Rosa), carvão (hidrogênio preto ou marrom) ou mesmo extraído de fontes naturais (hidrogênio branco), tornando-o um vetor energético flexível e promissor.

06.

O Papel do Hidrogênio na Transição Energética

Importância e Impacto Futuro:

O hidrogênio é fundamental para a transição energética, pois pode descarbonizar setores onde a eletrificação direta não é viável. O hidrogênio verde, em particular, tem o potencial de ser uma solução de longo prazo, livre de carbono, aproveitando o crescimento exponencial das energias renováveis. Ele pode ser utilizado como combustível, matéria-prima e meio de armazenamento de energia, facilitando a integração de energias intermitentes, como a solar e a eólica, na matriz energética global.

Estima-se que o hidrogênio pode reduzir até 20% das emissões globais de CO2 até 2050, especialmente em setores industriais e de transporte. A implementação de hidrogênio em larga escala também pode gerar milhões de novos empregos nas cadeias de produção e distribuição, além de proporcionar segurança energética para regiões que dependem de combustíveis fósseis importados.

01

Crescimento do Mercado de Hidrogênio: a demanda global por hidrogênio está prevista para crescer significativamente, atingindo 530 milhões de toneladas por ano até 2050. Em 2020, o mercado foi avaliado em cerca de 90 milhões de toneladas. Espera-se que o hidrogênio verde, produzido a partir de energias renováveis, represente 25% da produção global até 2050, impulsionado por políticas governamentais e investimentos privados.

02

Produção de Hidrogênio Verde: a queda no custo das energias renováveis, especialmente solar e eólica, está tornando o hidrogênio verde mais competitivo. O custo de produção de hidrogênio verde caiu cerca de 40% na última década e pode atingir US\$ 1,50/kg até 2030 em regiões com acesso abundante a energias renováveis. Grandes projetos estão em desenvolvimento, como a Hydrogen Valley na Holanda e o NEOM Green Hydrogen Project na Arábia Saudita, que visa produzir hidrogênio verde em escala global.

03

Infraestrutura e Armazenamento: o desenvolvimento de infraestrutura para produção, armazenamento e transporte de hidrogênio é um dos principais desafios. A criação de hubs de hidrogênio, como o European Hydrogen Backbone, está em andamento, com o objetivo de construir redes de transporte e armazenamento de hidrogênio para integrar os diferentes mercados e facilitar o seu uso em larga escala.

04

Aplicações no Transporte: o hidrogênio está ganhando força como combustível para veículos pesados, trens e até aviões. Empresas como a Hyundai e a Toyota estão desenvolvendo caminhões movidos a células de combustível de hidrogênio, enquanto a Alstom lançou o primeiro trem movido a hidrogênio na Alemanha. A Airbus anunciou planos para desenvolver aeronaves movidas a hidrogênio até 2035, marcando um avanço significativo na descarbonização do setor de aviação.

05

Indústria e Geração de Energia: o hidrogênio tem um papel importante na descarbonização de indústrias como aço, produtos químicos e refino de petróleo, que exigem altos níveis de calor e eletricidade. O Grupo ArcelorMittal anunciou a substituição de carvão por hidrogênio em seus altos-fornos, o que pode reduzir as emissões em até 90%. Além disso, o hidrogênio está sendo utilizado para armazenar energia excedente de fontes renováveis e gerá-la quando necessário, melhorando a flexibilidade e estabilidade das redes elétricas.





06.

O Papel do Hidrogênio na Transição Energética

Stakeholders Mais Importantes:
Governos e Investidores

Os governos são o stakeholder mais importante na aceleração da economia do hidrogênio. Eles têm o poder de criar políticas públicas, incentivos fiscais e regulamentações que incentivem a produção e o uso de hidrogênio. Além disso, são responsáveis por desenvolver a infraestrutura necessária para o transporte e armazenamento de hidrogênio. Governos em regiões como a União Europeia, Japão e Coreia do Sul já estão implementando estratégias nacionais de hidrogênio para se tornarem líderes globais nessa área.

Investidores também são atores-chave para financiar e acelerar a expansão dos projetos de produção de hidrogênio verde. Estima-se que dentro do esforço de descarbonização da matriz energética global sejam necessários US\$ 1,5 trilhão de investimentos em hidrogênio até 2050 incluindo a produção de eletrólisadores, infraestrutura para transporte e armazenamento, desenvolvimento de mercados entre outros elos na cadeia de valor do hidrogênio verde.

06.

O Papel do Hidrogênio na Transição Energética

Horizonte de Consolidação:

O uso de hidrogênio como vetor energético deve se consolidar entre **2025** e **2045**, com o ano **2035** sendo o mais provável para uma adoção em larga escala e viabilidade econômica em várias indústrias. O hidrogênio verde se tornará competitivo com as tecnologias tradicionais de combustíveis fósseis por volta de 2030, à medida que os custos de produção caiem e a infraestrutura for expandida.



Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: implementar políticas de subsídios e créditos de carbono para fomentar a infraestrutura para produção, transporte e armazenamento de hidrogênio verde.

02

Corporações: investir em P&D para melhorar a eficiência das tecnologias de eletrólise e células de combustível de hidrogênio.

03

Academia: focar em pesquisas que visem reduzir os custos de produção de hidrogênio e melhorar a eficiência de novas tecnologias de conversão.

04

Startups: desenvolver soluções inovadoras para transporte e armazenamento de hidrogênio, como novas tecnologias de compressão e liquefação.

05

Investidores: financiar a expansão de projetos de hidrogênio verde, notadamente para desenvolvimento de mercados, produção, transporte e armazenamento.

06.

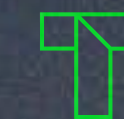
O Papel do Hidrogênio na Transição Energética

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:

EVOLOH

Fundada em 2020 por Jimmy Rojas, a startup EvolOH, investida pelo fundo The Engine do MIT, fabrica eletrolisadores de alta eficiência para produção de hidrogênio verde via eletrólise da água. Sua tecnologia, Nautilus, utiliza materiais baratos como aço e alumínio, tornando a produção de hidrogênio verde mais acessível e competitiva globalmente. A solução modular e escalável visa descarbonizar setores como aço, transporte e geração de energia.





07.

Pequenos Reatores Modulares (SMRs) e Energia Nuclear Tendências e Oportunidades

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):

— Governos:	★	★	★	★	★
— Corporações:	★	★	★	★	★
— Academia:	★	★	★	★	☆
— Investidores:	★	★	★	☆	☆
— Startups:	★	★	★	☆	☆

Os Small Modular Reactors (SMRs), ou pequenos reatores modulares, representam uma evolução na tecnologia de energia nuclear que promete tornar a geração nuclear mais segura, acessível e flexível. Enquanto a energia nuclear tem sido uma fonte constante e de baixa emissão de carbono por décadas, os grandes reatores tradicionais enfrentam desafios como altos custos de construção, longo prazo de construção e questões de segurança. Os SMRs estão sendo desenvolvidos para superar essas limitações, oferecendo uma solução escalável para a geração de energia limpa e estável em um mundo que busca descarbonizar rapidamente.

07.

Pequenos Reatores Modulares (SMRs) e Energia Nuclear: Tendências e Oportunidades

Importância e Impacto Futuro:

Os SMRs podem desempenhar um papel crucial na transição energética global, especialmente no contexto das metas de descarbonização e neutralidade de carbono. A energia nuclear já é uma das fontes mais eficientes de energia limpa e estável, e os SMRs aumentam essa viabilidade ao fornecer uma alternativa mais econômica e segura. Eles podem complementar as energias renováveis, como solar e eólica, fornecendo uma base confiável de energia em momentos de baixa produção dessas fontes.

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) e outros órgãos internacionais destacaram que o aumento da capacidade nuclear, incluindo o uso de SMRs, pode ajudar a limitar o aumento da temperatura global a 1,5°C até o final do século. Os SMRs têm o potencial de reduzir significativamente as emissões de CO₂, especialmente em regiões onde a eletricidade é atualmente gerada a partir de carvão e gás natural.

01

Desenvolvimento de SMRs: os SMRs são reatores nucleares menores, com capacidade de geração de energia de 50 a 300 MW, em comparação com os grandes reatores convencionais que geram cerca de 1.000 MW ou mais. Eles são projetados para serem construídos em fábricas e montados no local, reduzindo os custos e o tempo de construção. Em 2021, a NuScale, uma das líderes no desenvolvimento de SMRs, recebeu aprovação regulatória nos EUA para seu projeto de reator modular, com previsão de início das operações em 2029.

02

Custo e Escalabilidade: os SMRs têm a vantagem de serem mais econômicos e rápidos de construir do que os reatores convencionais. Estima-se que um projeto de SMR possa custar entre US\$ 1 bilhão e US\$ 3 bilhões, em comparação com os US\$ 6 a 9 bilhões necessários para um reator nuclear tradicional. Além disso, os SMRs podem ser construídos em uma base modular, permitindo uma expansão gradual conforme a demanda cresce.

03

Segurança Melhorada: projetados com sistemas de segurança passiva, os SMRs têm mecanismos automáticos que podem desligar o reator sem intervenção humana ou fornecimento externo de energia em caso de emergência, o que aumenta sua segurança operacional. Esses avanços buscam abordar preocupações históricas sobre a segurança nuclear, como os acidentes de Chernobyl e Fukushima. A startup dinamarquesa Seaborg Technologies possui um novo conceito de SMR que pode aumentar significativamente a segurança do uso de energia nuclear.

04

Aplicações Flexíveis: além de gerar eletricidade para a rede elétrica, os SMRs podem ser usados para fornecer calor industrial, dessalinizar água e até apoiar operações de hidrogênio, tornando-os uma solução multifuncional em setores além da geração elétrica. Regiões remotas ou economias emergentes também podem se beneficiar da flexibilidade dos SMRs, uma vez que eles requerem menos infraestrutura.

05

Desafios e Regulamentação: embora os SMRs ofereçam diversas vantagens, ainda há desafios significativos em termos de regulamentação, financiamento e aceitação pública. O processo de aprovação regulatória para novos projetos nucleares pode ser lento, especialmente em mercados com regras rígidas de segurança nuclear. Além disso, o financiamento inicial para construir a infraestrutura de SMRs pode ser uma barreira, ainda que menor que para reatores tradicionais.

06

Iniciativas Globais: diversos países estão avançando com programas de SMRs. No Canadá, o governo lançou a Canadian SMR Roadmap, que visa apoiar o desenvolvimento e a implantação de SMRs no país. O Reino Unido também está investindo no desenvolvimento de SMRs, com o objetivo de construir vários reatores até 2030 como parte de sua estratégia de descarbonização. A China e a Rússia também têm projetos de SMRs em andamento, com planos de exportação dessas tecnologias para outros mercados.





07.

Pequenos Reatores Modulares (SMRs) e Energia Nuclear: Tendências e Oportunidades

Stakeholders Mais Importantes:

Governos e Corporações

Os governos são os principais facilitadores no desenvolvimento e implantação dos SMRs, uma vez que políticas públicas, regulamentações de segurança nuclear e subsídios serão cruciais para acelerar a adoção. Os governos também podem ajudar a financiar projetos iniciais, fornecer incentivos fiscais e apoiar pesquisas que possam reduzir custos e acelerar a construção. Eles desempenham um papel fundamental na criação de um ambiente regulatório que possibilite a proliferação de SMRs, garantindo, ao mesmo tempo, que as preocupações com segurança sejam abordadas.

Corporações que possuem grande demanda de energia também podem exercer um papel fundamental como aceleradores da adoção de SMRs dentro de suas políticas ligadas a sustentabilidade. Recentemente AWS e Microsoft anunciaram grandes investimentos em energia nuclear para abastecer seus datacenters com tecnologia limpa.

07.

Pequenos Reatores Modulares (SMRs) e Energia Nuclear: Tendências e Oportunidades

Horizonte de Consolidação:

O uso de SMRs deve se consolidar entre **2028** e **2040**, com o ano **2035** sendo o mais provável para a adoção em larga escala, especialmente nos países que já possuem políticas favoráveis à energia nuclear e estratégias de descarbonização ambiciosas. À medida que os primeiros SMRs forem construídos e entrarem em operação, espera-se que o aprendizado e a redução de custos facilitem sua replicação em diversos mercados.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: acelerar a regulamentação para aprovação de novos projetos de SMRs, criando normas mais claras e ágeis.

02

Corporações: investir em projetos próprios de energia nuclear via SMRs para abastecer com energia limpa suas operações intensivas em consumo energético.

03

Academia: promover pesquisas sobre materiais avançados que possam melhorar a eficiência e a durabilidade dos reatores e combustíveis nucleares de próxima geração.

04

Investidores: criar fundos específicos para o financiamento de projetos de energia nuclear limpa, com foco em SMRs como uma oportunidade emergente.

05

Startups: explorar novas tecnologias associadas aos SMRs, como soluções de armazenamento de energia ou gerenciamento de resíduos nucleares.



07.

Pequenos Reatores Modulares (SMRs) e Energia Nuclear

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:

BLUE ENERGY

A Blue Energy, fundada em 2023 a partir do Departamento de Ciência e Engenharia Nuclear do MIT, está revolucionando a energia nuclear com usinas modulares fabricadas em estaleiros. A empresa reduz o custo de construção de usinas nucleares de \$10.000 para \$2.000 por kW e o tempo de construção de 10 para 2 anos. O CEO, Jake Jurewicz, baseou a startup em sua tese no MIT, e a empresa conta com apoio do The Engine, fundo de venture capital do MIT, acelerando suas tecnologias modulares inovadoras no mercado global de energia.



08.

Materiais Avançados: Tendências e Aplicações na Transição Energética e Indústrias Tecnológicas

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):



Os materiais avançados são uma classe emergente de materiais que apresentam propriedades físicas e químicas superiores aos materiais convencionais, oferecendo novas oportunidades para inovação em setores como energia, eletrônica, transporte, saúde e manufatura. Esses materiais incluem, entre outros, nanomateriais, compósitos, materiais supercondutores, cerâmicas avançadas, e materiais 2D, como o grafeno. Sua importância cresce à medida que o mundo enfrenta desafios crescentes, como a descarbonização, a demanda por maior eficiência energética e a necessidade de tecnologias mais sustentáveis.

08.

Materiais Avançados: Tendências e Aplicações na Transição Energética e Indústrias Tecnológicas

Importância e Impacto Futuro:

Os materiais avançados são essenciais para a transição para uma economia de baixo carbono, pois permitem o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis. Na transição energética, por exemplo, materiais como os fotovoltaicos avançados e os materiais para baterias de estado sólido podem revolucionar a geração e o armazenamento de energia, tornando as energias renováveis mais competitivas e confiáveis.

Além disso, os materiais avançados estão ajudando a reduzir o impacto ambiental de diversas indústrias, como a automotiva e a eletrônica, ao permitir a substituição de materiais pesados e poluentes por alternativas mais leves e sustentáveis. A inovação em materiais avançados também pode reduzir a dependência de recursos escassos, como metais de terras raras, criando cadeias de fornecimento mais resilientes e menos vulneráveis a crises globais.

01

Crescimento do Mercado: o mercado global de materiais avançados foi avaliado em aproximadamente US\$ 55 bilhões em 2021 e deverá atingir US\$ 100 bilhões até 2030, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 7% a 9%. O crescimento é impulsionado pela demanda em indústrias como eletrônica, energia renovável e saúde.

02

Nanomateriais e Grafeno: o grafeno, um material composto por uma camada única de átomos de carbono dispostos em uma rede bidimensional, continua a ser uma das inovações mais promissoras. Suas propriedades, como alta condutividade elétrica, resistência e flexibilidade, o tornam ideal para aplicações em baterias de próxima geração, sensores e eletrônicos flexíveis. Estima-se que o mercado de grafeno atinja US\$ 1 bilhão até 2025, com aplicações em áreas como eletrônica e armazenamento de energia. Empresas como a australiana FirstGraphene tem utilizado a tecnologia para diversas aplicações no setor de energia.

03

Materiais para Energias Renováveis: materiais avançados estão desempenhando um papel crucial na melhoria da eficiência e na redução de custos das tecnologias de energia renovável. Em particular, os materiais fotovoltaicos avançados, como as perovskitas, têm demonstrado maior eficiência na conversão de luz solar em eletricidade. Além disso, materiais termelétricos e supercondutores estão sendo desenvolvidos para otimizar o armazenamento e a distribuição de energia.

04

Supercondutores e Materiais Magnéticos: materiais supercondutores de alta temperatura estão sendo desenvolvidos para melhorar a eficiência das redes de transmissão de energia. Além disso, novos materiais magnéticos estão sendo aplicados em motores elétricos e turbinas eólicas, reduzindo o uso de metais de terras raras e aumentando a eficiência energética.

05

Compósitos Leves para Transporte: a indústria automotiva e aeroespacial está adotando compósitos avançados, como fibra de carbono e polímeros reforçados, que são mais leves e resistentes do que os materiais tradicionais, como o aço. Isso resulta em veículos mais eficientes energeticamente, o que é crítico para a transição para o transporte elétrico e a redução das emissões de CO2. Estima-se que o uso de compósitos possa reduzir o peso de veículos em até 50%, resultando em economias de energia de até 30%.

06

Cerâmicas Avançadas e Materiais Biomiméticos: cerâmicas avançadas estão sendo aplicadas em setores de alta tecnologia, como eletrônicos, saúde e aeroespacial, devido à sua resistência ao calor, corrosão e desgaste. Além disso, os materiais biomiméticos, inspirados nas propriedades de sistemas biológicos, estão sendo desenvolvidos para aplicações em nanomedicina, como liberação controlada de medicamentos e regeneração de tecidos.





10 Energy Megatrends

08.

Materiais Avançados: Tendências e Aplicações na Transição Energética e Indústrias Tecnológicas

Stakeholders Mais Importantes:

Academia e Startups

A academia é o stakeholder mais importante no desenvolvimento de materiais avançados, pois a maioria das inovações nesse campo vem da pesquisa científica de base, com foco na descoberta de novas propriedades e na síntese de novos materiais. Universidades e institutos de pesquisa são os principais responsáveis por desenvolver o conhecimento técnico necessário para que os materiais avancem da teoria para a aplicação prática.

Além disso, a colaboração entre academia e indústria é fundamental para a comercialização dessas tecnologias. Nesse sentido, as startups deeptechs oriundas de spin-offs acadêmicos podem fazer a diferença ao fazer esse conhecimento de ponta chegar ao mercado e à sociedade.

08.

Materiais Avançados: Tendências e Aplicações na Transição Energética e Indústrias Tecnológicas

Horizonte de Consolidação:

A grande diferença de tipos de materiais e aplicações pode fazer esses horizontes de aplicação variarem bastante. Entretanto, de modo geral, os materiais avançados mencionados devem atingir um ponto de consolidação em aplicações comerciais entre **2025** e **2040**, com o ano **2030** sendo o mais provável para uma adoção mais ampla, especialmente em setores como energia renovável, eletrônica e transporte. O desenvolvimento de materiais como baterias de estado sólido, supercondutores e compósitos avançados impulsionará essa transição.



Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: aumentar o financiamento para pesquisa e desenvolvimento (P&D) em materiais avançados, especialmente em áreas como armazenamento de energia, supercondutores e nanomateriais.

02

Investidores: criar fundos dedicados ao financiamento de startups deeptech e empresas que desenvolvem e comercializam materiais avançados para setores de energia e transporte.

03

Startups: focar em soluções inovadoras que integrem materiais avançados em novos produtos, como baterias de estado sólido, painéis solares flexíveis e motores elétricos mais eficientes.

04

Academia: ampliar a colaboração internacional em pesquisa de materiais avançados, buscando acelerar descobertas e inovações através de redes globais.

05

Corporações: desenvolver processos de manufatura escaláveis para materiais avançados, como nanocompósitos e cerâmicas avançadas, visando à produção em massa.

08.

Materiais Avançados: Tendências e Aplicações na Transição Energética e Indústrias Tecnológicas

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:

THE ENGINE

A The Engine, fundo de venture capital e aceleradora fundada pelo MIT em 2016, apoia o desenvolvimento de tecnologias “tough tech” com potencial transformador em setores como saúde, energia e biotecnologia. Focada em materiais avançados, apoia startups que criam soluções inovadoras para melhorar eficiência energética, catalisadores sustentáveis e componentes eletrônicos de próxima geração. Essas inovações são cruciais para acelerar o avanço em áreas como armazenamento de energia, manufatura e construção, promovendo sustentabilidade e eficiência.



09.

Fusão Nuclear: Tendências e Oportunidades

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):

— Governos:	★	★	★	★	★
— Corporações:	★	★	★	☆	☆
— Academia:	★	★	★	★	★
— Investidores:	★	★	★	☆	☆
— Startups:	★	★	★	★	☆

A fusão nuclear é uma das fronteiras mais promissoras da ciência e tecnologia energética, oferecendo uma fonte potencialmente inesgotável, segura e limpa de energia. Diferente da fissão nuclear, que divide átomos pesados como o urânio e o plutônio para liberar energia, a fusão combina núcleos de átomos leves, como o hidrogênio, para gerar grandes quantidades de energia, imitando o processo que ocorre no Sol. A fusão nuclear poderia, em teoria, fornecer energia sem emissões de carbono, resíduos radioativos de longo prazo ou o risco de acidentes catastróficos.

09.

Fusão Nuclear: Tendências e Oportunidades

Importância e Impacto Futuro:

A fusão nuclear tem o potencial de revolucionar o setor energético, oferecendo uma solução quase ilimitada para a demanda global de eletricidade com zero emissões de carbono, sem os riscos de resíduos radioativos de longa duração e com uma fonte de combustível abundante (isótopos de hidrogênio como deutério e trítio). Isso teria um impacto significativo nas metas globais de descarbonização, especialmente em um cenário em que a maior parte das energias renováveis, embora importantes, enfrentam desafios de intermitência.

Além de sua aplicação no setor elétrico, a fusão também pode fornecer calor industrial para processos de fabricação e descarbonizar setores como o aço, cimento e transporte pesado, que são grandes emissores de CO₂.

01

Progresso Científico: o desenvolvimento de reatores de fusão está se acelerando. Em dezembro de 2022, o laboratório National Ignition Facility (NIF), nos Estados Unidos, anunciou um avanço significativo ao atingir a ignição — quando a energia liberada pelo processo de fusão excedeu a energia usada para iniciá-lo. Esse foi um marco histórico no caminho para a viabilidade comercial da fusão nuclear. Reatores como o ITER, um dos maiores projetos de fusão do mundo, situado na França, devem começar a operar na próxima década, com planos de atingir a fusão sustentada até 2035.



02

Tecnologia de Reatores de Fusão: as principais abordagens tecnológicas para a fusão incluem o tokamak (usado pelo ITER) e o stellarator. Ambas usam campos magnéticos poderosos para confinar o plasma superquente necessário para a fusão. O tokamak é o projeto mais avançado, com testes promissores em laboratórios como o Joint European Torus (JET), no Reino Unido, que alcançou recordes de produção de energia de fusão. Startups também estão explorando novas abordagens, como o uso de campos magnéticos avançados e materiais supercondutores.

03

Investimento Privado em Startups de Fusão: a fusão nuclear, historicamente financiada por governos, tem atraído crescente interesse do setor privado. Startups como Commonwealth Fusion Systems (ligada ao MIT), Helion Energy e TAE Technologies levantaram bilhões de dólares para acelerar o desenvolvimento de reatores de fusão compactos. Em 2021, o investimento privado em fusão nuclear atingiu US\$ 2,4 bilhões, com previsão de crescimento contínuo.

04

Desafios Técnicos e Econômicos: apesar dos avanços, a fusão enfrenta desafios consideráveis. O principal desafio técnico é manter a confinamento do plasma — que deve atingir temperaturas de 100 milhões de graus Celsius — de maneira controlada por longos períodos, o suficiente para gerar mais energia do que o sistema consome. Além disso, os custos de construção dos reatores de fusão ainda são altos, e o desenvolvimento de materiais que possam suportar as condições extremas dentro do reator é uma área de pesquisa ativa.

05

Caminho para a Comercialização: a fusão nuclear ainda está a algumas décadas de se tornar uma fonte comercial viável de energia. A expectativa é que a primeira geração de usinas de fusão possa entrar em operação por volta de 2050. No entanto, o ritmo acelerado de progresso, impulsionado pela colaboração internacional e pelo capital privado, pode reduzir essa linha do tempo.

09.

Fusão Nuclear: Tendências e Oportunidades

Stakeholders Mais Importantes:

Governos e Academia

Os governos estão entre os stakeholders mais influentes no desenvolvimento da fusão nuclear, devido ao alto custo inicial de pesquisa e desenvolvimento e à complexidade regulatória da tecnologia. Programas governamentais, como o ITER, o Fusion Energy Science dos Estados Unidos e o EUROfusion, são responsáveis por grande parte dos investimentos e avanços científicos até o momento. Além disso, os governos precisam fornecer um ambiente regulatório favorável para o desenvolvimento e a eventual comercialização da fusão nuclear.

Dado o nível da maturidade da tecnologia ainda incipiente, a academia é um ator chave para que a fusão nuclear seja viável como fonte de energia. Novos materiais para os reatores, novos designs para otimização do campo magnético e novas pesquisas em áreas correlatas darão o tom dessa corrida pela fusão nuclear viável. As “startups” que lideram essa corrida foram todas spin-offs de laboratórios de pesquisa avançados.

09.

Fusão Nuclear: Tendências e Oportunidades

Horizonte de Consolidação:

A fusão nuclear deve alcançar a viabilidade comercial entre **2035** e **2055**, com o ano **2050** sendo o mais provável para que os primeiros reatores de fusão em operação comercial forneçam eletricidade para a rede. O ITER e outras iniciativas internacionais estão projetadas para serem operacionais até meados da década de 2030, enquanto startups promissoras podem acelerar a introdução de tecnologias compactas e mais econômicas.



Ações recomendadas nos próximos 12 meses:

01

Governos: aumentar o financiamento público para pesquisa e desenvolvimento de fusão nuclear, com foco em colaborações internacionais.

02

Investidores: aumentar o financiamento em startups de fusão, aproveitando o potencial disruptivo de novas tecnologias compactas de fusão.

03

Startups: focar em desenvolver soluções inovadoras que possam ser testadas em ambientes reais nos próximos 5 a 10 anos, com menor custo e maior eficiência energética.

04

Corporações: estabelecer parcerias para acelerar o desenvolvimento de protótipos de reatores de fusão em escala menor, viabilizando testes práticos.

05

Academia: promover colaborações entre universidades e centros de pesquisa globais para acelerar a inovação em confinamento magnético e desenvolvimento de novos materiais para a cadeia de fusão nuclear.

09.

Fusão Nuclear: Tendências e Oportunidades

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:
COMMONWEALTH FUSION SYSTEMS

A Commonwealth Fusion Systems (CFS), fundada em 2018 a partir de pesquisas do MIT, lidera o desenvolvimento de tecnologia de fusão nuclear limpa e segura, visando fornecer energia ilimitada e sem emissões de carbono. Criada por ex-pesquisadores do Plasma Science and Fusion Center do MIT, a empresa colabora estreitamente com o centro. Seu principal avanço é o reator compacto SPARC, que utiliza ímãs supercondutores de alta temperatura para confinar o plasma necessário para a fusão.



10.

Computação Quântica: Tendências e Impacto Tecnológico

Responsabilidade e Influência dos Stakeholders (1 a 5):



A computação quântica é uma tecnologia emergente que promete revolucionar áreas como ciência de materiais, criptografia, inteligência artificial, e otimização de processos. Baseada nos princípios da mecânica quântica, a computação quântica explora fenômenos como superposição e emaranhamento para realizar cálculos exponencialmente mais rápidos que os computadores clássicos. Embora ainda esteja em fase experimental, o progresso rápido no campo está acelerando a expectativa de sua comercialização e uso em aplicações práticas.

10.

Computação Quântica: Tendências e Impacto Tecnológico

Importância e Impacto Futuro:

A computação quântica tem o potencial de resolver problemas que são intratáveis para computadores clássicos, como a modelagem precisa de interações moleculares e a otimização de grandes sistemas de dados. À medida que a tecnologia amadurece, espera-se que a computação quântica tenha impactos profundos em indústrias que dependem de computação intensiva, como finanças, energia, química e farmacêutica.

Na transição energética, a computação quântica pode ser usada para simular e projetar novos materiais para baterias de alta eficiência ou novos catalisadores para a produção de hidrogênio verde, acelerando o desenvolvimento de soluções tecnológicas que apoiarão a descarbonização.

01

Criptografia e Segurança: a computação quântica pode quebrar os algoritmos de criptografia usados atualmente, como o RSA. Por outro lado, ela também permite a criação de criptografia quântica, que é teoricamente à prova de hackers, pois utiliza as leis da física para proteger informações.

02

Simulação de Materiais e Moléculas: um dos principais usos da computação quântica é a capacidade de simular moléculas complexas, o que é difícil para computadores clássicos. Isso pode acelerar o desenvolvimento de novos materiais e medicamentos. A BASF, por exemplo, está explorando o uso de computadores quânticos para projetar catalisadores mais eficientes.

03

Otimização e Logística: a otimização de processos em grande escala, como a logística de transporte e a alocação de recursos, é outra área onde a computação quântica pode gerar ganhos significativos, superando as limitações dos algoritmos clássicos.

04

Desafios Técnicos e Desenvolvimento: um dos maiores desafios da computação quântica é a descoerência, ou seja, a perda de estado quântico de um sistema devido a interações com o ambiente. Outro desafio é a correção de erros quânticos, já que os qubits são suscetíveis a ruídos e instabilidades. Empresas como a IBM e a Rigetti Computing estão trabalhando em sistemas de correção de erros e algoritmos quânticos mais robustos para contornar essas limitações.

05

Computação Quântica na Nuvem: uma tendência emergente é o acesso à computação quântica como serviço por meio da nuvem. Empresas como a IBM, com o IBM Quantum Experience, e Microsoft, com o Azure Quantum, oferecem plataformas onde pesquisadores e desenvolvedores podem acessar processadores quânticos remotamente. Isso democratiza o acesso à tecnologia, permitindo que mais pessoas contribuam para o desenvolvimento de algoritmos quânticos.





10.

Computação Quântica: Tendências e Impacto Tecnológico

Stakeholders Mais Importantes:

Academia e Corporações

A academia é o stakeholder mais importante no desenvolvimento da computação quântica, pois a maioria das inovações fundamentais vem da pesquisa científica básica em mecânica quântica e ciência da computação. Universidades e laboratórios de pesquisa, muitas vezes em colaboração com a indústria, estão na linha de frente da construção de novos algoritmos e arquiteturas quânticas, bem como da descoberta de soluções para os desafios técnicos.

Nesse sentido, as grandes corporações, principalmente de tecnologia da informação e comunicações, possuem grande interesse nas perspectivas abertas pela computação quântica e por suas aplicações no setor de energia.

10. Computação Quântica: Tendências e Impacto Tecnológico

Horizonte de Consolidação:

A computação quântica está em fase de desenvolvimento inicial, com um horizonte de consolidação previsto entre **2030** e **2040**. O ano **2035** é o mais provável para que computadores quânticos de grande escala, com correção de erros, estejam disponíveis comercialmente e sejam capazes de resolver problemas práticos em escala global.

Ações recomendadas nos próximos 12 meses:



01

Governos: aumentar o financiamento para P&D em computação quântica, especialmente em pesquisa aplicada, para acelerar o desenvolvimento de qubits estáveis e algoritmos robustos.

02

Corporações: estabelecer parcerias com universidades e startups para co-desenvolver algoritmos quânticos que atendam a problemas específicos da indústria, e aplicações em energia. Explorar as primeiras aplicações comerciais de quântica em otimização.

03

Investidores: criar fundos dedicados à inovação quântica, especialmente em startups que trabalham com aplicações industriais e comerciais de algoritmos quânticos.

04

Startups: desenvolver soluções de software quântico que possam rodar em hardware clássico, ajudando a criar um mercado de transição para a computação quântica plena.

05

Academia: estabelecer centros de pesquisa em computação quântica em hubs tecnológicos para acelerar a colaboração interdisciplinar. Além disso, criar programas de educação que promovam a formação de talentos especializados em computação quântica, desde física quântica até programação de algoritmos.

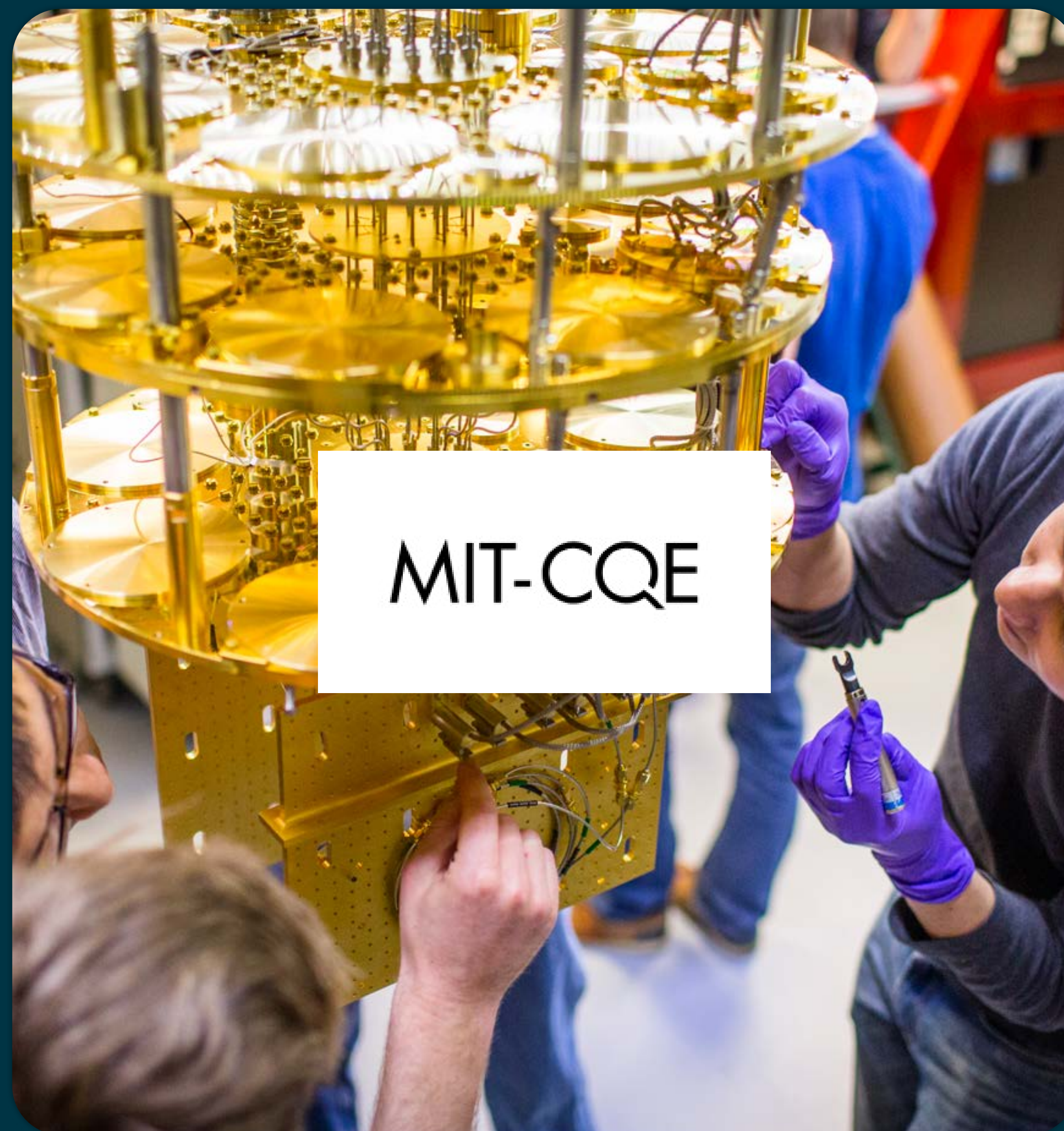
10.

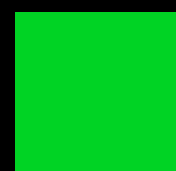
Computação Quântica: Tendências e Impacto Tecnológico

Iniciativa de Destaque Relacionada ao MIT:

MIT CENTER FOR QUANTUM ENGINEERING (CQE)

O Center for Quantum Engineering (CQE) é um centro de pesquisa multidisciplinar focado no desenvolvimento de sistemas e dispositivos baseados em fenômenos quânticos. O CQE traduz descobertas teóricas em aplicações práticas nas áreas de computação, sensores e comunicações quânticas. Reunindo engenheiros, físicos e cientistas, o centro explora o potencial das tecnologias quânticas para revolucionar setores como saúde, segurança, telecomunicações e energia. Com colaborações com indústrias e laboratórios, o CQE está na vanguarda da inovação quântica global.





Bullet Points

Somatório das notas

Governos

Total de pontos somados nas 10 macro tendências: 24 pontos.

Áreas de maior responsabilidade: Captura de Carbono, Hidrogênio Verde, SMRs, SAF.

Corporações

Total de pontos somados nas 10 macro tendências: 18 pontos

Áreas de maior responsabilidade: Eficiência Energética com IA e IoT, Captura de Carbono, Energia Solar Distribuída

Academia

Total de pontos somados nas 10 macro tendências: 16 pontos

Áreas de maior responsabilidade: Armazenamento de Energia, Fusão Nuclear, Materiais Avançados

Investidores

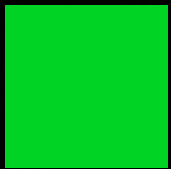
Total de pontos somados nas 10 macro tendências: 11 pontos

Áreas de maior responsabilidade: Energia Solar Distribuída, Hidrogênio Verde

Startups

Total de pontos somados nas 10 macro tendências: 12 pontos

Áreas de maior responsabilidade: Energia Solar Distribuída, Eficiência Energética com IA e IoT, Materiais Avançados



Bullet Points

Governos

Macro Tendências com Maior Responsabilidade:

- Captura de Carbono
- Hidrogênio Verde
- SMRs (Pequenos Reatores Modulares)
- SAF (Combustível Sustentável de Aviação)

Principais Ações:

- Priorizar subsídios e incentivos fiscais para tecnologias emergentes como captura de carbono e hidrogênio verde.
- Criar um ambiente regulatório favorável ao desenvolvimento de energias limpas.
- Estabelecer metas obrigatórias de redução de emissões para setores industriais e de transporte, promovendo o uso de SAF e hidrogênio.

Investidores

Macro Tendências com Maior Responsabilidade:

- Energia Solar Distribuída
- Hidrogênio Verde

Principais Ações:

- Direcionar capital para startups de energytech e deeptech focadas em captura de carbono, hidrogênio verde e armazenamento de energia.
- Criar fundos dedicados à inovação energética para financiar o desenvolvimento e escalabilidade de tecnologias de alto impacto.

Corporações

Macro Tendências com Maior Responsabilidade:

- Eficiência Energética com IA e IoT
- Captura de Carbono
- Energia Solar Distribuída

Principais Ações:

- Investir em projetos-piloto para captura de carbono e hidrogênio verde.
- Integrar IA e IoT nas operações para aumentar a eficiência energética e reduzir emissões.
- Explorar parcerias com startups e novos modelos de negócios (como plataformas P2P de energia) para competir no mercado descentralizado.

Startups

Macro Tendências com Maior Responsabilidade:

- Energia Solar Distribuída
- Eficiência Energética com IA e IoT
- Materiais Avançados

Principais Ações:

- Desenvolver soluções de monitoramento e otimização energética com IA e IoT.
- Explorar novos modelos de negócios baseados em P2P e blockchain para democratizar o acesso à energia renovável.
- Avançar tecnologias de armazenamento de energia para suportar fontes renováveis intermitentes.

Academia

Macro Tendências com Maior Responsabilidade:

- Armazenamento de Energia
- Fusão Nuclear
- Materiais Avançados

Principais Ações:

- Avançar pesquisas em baterias de estado sólido, fusão nuclear e materiais para energias renováveis.
- Intensificar colaborações internacionais e com o setor privado.
- Focar em soluções de P&D para SAF e hidrogênio verde, visando reduzir custos e aumentar a viabilidade comercial.

Obrigado

André L. Miceli

CEO e Editor in chief
MIT Technology Review Brasil

miceli@mittechreview.com.br

[!\[\]\(f48349a5847bc67534e713586b52eaa5_img.jpg\)](#) [!\[\]\(c7ffae26a8434daca836eda8cec5f27a_img.jpg\)](#) [!\[\]\(36514f32a63cdb009f57c91376245acc_img.jpg\)](#) [!\[\]\(b00af75ff635a54549ac2a03c6ce8822_img.jpg\)](#) /andrelmiceli

mittechreview.com.br

[!\[\]\(e8c13760be80e290331c1bce7c2e6e28_img.jpg\)](#) [!\[\]\(0d7b69b944dc488c93c347f5d8c9a239_img.jpg\)](#) [!\[\]\(b66b0d7eabecba9ddb1ec0e06224d085_img.jpg\)](#) [!\[\]\(6624db3d2baf9134a091c9aba6212090_img.jpg\)](#) /mittechreviewbr

MIT Technology Review
Publicado por TEC

Hudson Mendonça

CEO do Energy Summit
VP de Energia e Sustentabilidade
MIT Technology Review Brasil

hudson@mittechreview.com.br

[!\[\]\(3bc6b3b4be2d19f2b55dc81fbbe7e6c2_img.jpg\)](#) [!\[\]\(98e40f5218ea66b1f2a34645f594708d_img.jpg\)](#) [!\[\]\(7f51da3631ace7a9ef51da9f6b200cbb_img.jpg\)](#) [!\[\]\(5c85486d21f8d57aeed52ced1c14306c_img.jpg\)](#) /hudson-mendonca

TEC INSTITUTE FOR
TECHNOLOGY
ENTREPRENEURSHIP
CULTURE

