



OBSERVATÓRIO
DA INDÚSTRIA

| **FIEA IEL SESI SENAI**

CONECTANDO O FUTURO: AVANÇANDO COM ESG NA INDÚSTRIA

ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENDEREÇO

Casa da Indústria Napoleão Barbosa,
Av. Fernandes Lima, 385, Farol, Maceió/AL,
CEP: 57055 – 000

TELEFONE

(82) 3021-7374

E-MAIL:

observatorio@sistemafiea.com.br

WEBSITES

al.sesi.com.br
al.senai.br
ielal.com.br
fiea.com.br

**FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIA DO
ESTADO DE ALAGOAS****Presidente**

José Carlos Lyra de Andrade

Diretor Executivo

Walter Luiz Jucá Sá

Gerente Unidade Técnica

Helvio Braga Villas Boas

Gerente Unidade Sindical

Francisco José Acioli da Silva

Gerente Centro de**Atendimento ao Empresário**

Maria Dielze Ferreira de Mello

**SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA E
SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM
INDUSTRIAL DE ALAGOAS****Presidente**

José Carlos Lyra de Andrade

**Superintendente do Sesi e Diretor Regional
do SENAI**

Carlos Alberto Pacheco Paes

Diretora de Educação e Tecnologia

Cristina Bezerra Suruagy Nogueira

Diretora de Segurança e Saúde

Cláudia Cecília Piatti

Diretora de Gestão Estratégica

Nathália Cavalcanti Romaguera

Diretora de Marketing

Cláudia Cecília Piatti

Diretor Administrativo Financeiro

Carlos Alberto Pacheco Paes

INSTITUTO EUVALDO LODI**Diretor Regional**

José Carlos Lyra de Andrade

Superintendente

Helvio Braga Vilas Boas

**Assessora de Planejamento, Orçamento e
Gestão Estratégica**

Roberta Knowles

**Coordenadora de Educação Empresarial e
Desenvolvimento de Carreiras**

Thayse Ferro

Coordenadora de Inovação e Pesquisa

Eliana Sá

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Rafael Sampaio de Melo Fragoso
Cláudia Beatriz Lopes Almeida
Marcello Pio
Juliano Antônio Sebben
Júlio Augusto Zorzal dos Santos

AUTORES

Cláudia Beatriz Lopes Almeida
Marcello Pio
Juliano Antônio Sebben

REVISÃO

Fabírcia Barbosa de Omena

PROJETO GRÁFICO

John Victor dos Santos Amorim
Pedro Henrique Xavier Izidoro Lima

DIREITOS AUTORAIS E AVISO DE CONFIDENCIALIDADE:

DIREITOS AUTORAIS

Este documento é de propriedade exclusiva do SESI, SENAI, IEL e FIEA. Todos os direitos são reservados. Nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida, distribuída, ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, incluindo fotocópia, gravação, ou outros métodos eletrônicos ou mecânicos, sem a prévia autorização por escrito, exceto no caso de breves trechos citados em resenhas críticas e outros usos permitidos pela lei de direitos autorais.

© 2024 SESI, SENAI, IEL e FIEA Todos os direitos reservados.

AVISO DE CONFIDENCIALIDADE

Este documento contém informações confidenciais e proprietárias do SESI, SENAI, IEL e FIEA. O acesso a este documento é restrito a indivíduos autorizados. As informações contidas neste documento são confidenciais e destinam-se exclusivamente ao uso interno. A divulgação, distribuição, ou cópia não autorizada deste documento, no todo ou em parte, é estritamente proibida e pode resultar em penalidades legais.

Se você recebeu este documento por engano, por favor notifique imediatamente o SESI, SENAI, IEL e FIEA.

UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GERAÇÃO DE IMAGENS

Neste trabalho, foram usadas ferramentas de inteligência artificial para criar imagens, com o objetivo de aprimorar a qualidade visual e proporcionar ilustrações mais precisas, auxiliando na compreensão dos conceitos apresentados. Estas imagens são de criação própria e, portanto, não infringem direitos autorais de terceiros.

© 2024. FIEA - Federação das indústrias do Estado de Alagoas

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

FIEA

Observatório da Indústria de Alagoas

A447c

Observatório da indústria de Alagoas

Conectando: avançando com ESG na indústria: Energias renováveis / Claudia Beatriz Lopes Almeida, Marcello Pio e Juliano Antônio Sebben. - Maceió: FIEA, 2024. 24 p.: il. - (Observatório da indústria)

1. Energias renováveis. 2. Tecnologia. 3. Indústria. I. Título

CDD: 338.16

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Rosenilda Januário Batista CRB4/1879

FIEA - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE ALAGOAS

Sede

Casa da Indústria Napoleão Barbosa,
Av. Fernandes Lima, 385, Farol, Maceió/AL,
CEP: 57055 – 000
fiea.com.br

Central de Atendimento

Tel.:(82) 3021-7374



Agradecimento

É com imensa satisfação que apresentamos este trabalho, fruto de um momento singular para a sociedade alagoana, no qual diversos atores se reuniram para debater o futuro de uma temática de suma importância, o ESG.

Manifesto meus sinceros agradecimentos a todos os especialistas que participaram deste evento, assim como à colaboração inestimável da nossa Confederação Nacional da Indústria, representada pelo Observatório Nacional da Indústria, que conduziu o painel com maestria.

Que esta iniciativa seja a precursora de muitas outras que fortalecerão ainda mais a nossa indústria e promoverão o desenvolvimento sustentável.

José Carlos Lyra de Andrade
Presidente da FIEA

Sumário

Introdução	6
Um olhar nacional sobre as tendências tecnológicas no setor de Energias renováveis	7
Principais desafios para as empresas do setor de energias renováveis nos próximos 10 anos	10
Novos cursos e treinamentos	1
Serviços de Tecnologia e Inovação que poderão ser demandados pela difusão das novas tecnologias	13
O Painel de Especialistas – O setor da Energias Renováveis sob a ótica do estado de Alagoas	15
Metodologia do painel de especialistas em Alagoas	16
Priorização de Tendências Tecnológicas e estimativa de difusão tecnológica estadual	18
Ações Estratégicas e Tático-Operacionais	19
Cursos que deverão ser prioritariamente demandados nos próximos anos pelas empresas do Estado	20
Serviços de Tecnologia e Inovação que deverão ser prioritariamente demandados nos próximos anos pelas empresas do Estado.	21
Lista de Especialistas	23
Coordenador, Moderadores e Observadores	24

Introdução

No dia 04 de junho de 2024, foi realizado, na cidade de Maceió, um Painel de Especialistas para identificar ações e serviços que visem alavancar os setores de bioeconomia, energias renováveis, economia circular e transformação digital no estado de Alagoas. Esse evento contou com a participação de cerca de 70 especialistas oriundos dos setores produtivo, acadêmico e governamental, bem como especialistas do Sistema Indústria.

As informações prospectivas geradas neste painel servirão como insumos para as discussões do planejamento estratégico do Sistema de Indústria Alagoano, podendo também apoiar o planejamento das empresas do setor e dos órgãos de governo associados. Essas informações resultaram em quatro documentos destinados a cada setor discutido; o presente estudo terá como objeto as energias renováveis.



Espera-se que este estudo seja um importante instrumento de informação prospectiva sobre o dinamismo tecnológico, organizacional e ocupacional do setor de energias renováveis em Alagoas, auxiliando a tomada de decisão quanto à formulação de políticas e à oferta de serviços de incentivo ao setor. Este documento está dividido em duas grandes seções.

Na primeira parte, são apresentadas informações prospectivas sobre o setor em uma abrangência nacional, abordando: tendências globais e seus respectivos graus de difusão nacional, os principais desafios para as empresas do setor de energias renováveis nos próximos 10 anos, e possíveis cursos, treinamentos e serviços tecnológicos e de inovação que as empresas poderão demandar, considerando a difusão das tendências no país.

A segunda parte do documento apresenta os resultados obtidos no Painel de Especialistas. Nessa seção, buscou-se discutir e alcançar consensos sobre as informações prospectivas em nível estadual, com base naquelas apresentadas em nível nacional. Utilizando as tendências e difusão nacional como referência, foram estabelecidos os graus de difusão dessas tendências no estado para os próximos 5 e 10 anos.

A partir deste contexto tecnológico para Alagoas, os especialistas debateram estratégias e ações para apoiar o setor, considerando os desafios apresentados, os cursos e treinamentos que poderão ser demandados pelas empresas do estado, bem como os serviços tecnológicos e de inovação necessários. O documento finaliza com a lista dos especialistas participantes do Painel.



Um olhar nacional sobre as tendências tecnológicas no setor de Energias renováveis

Tendências Tecnológicas e estimativa de difusão tecnológica nacional

Nos próximos 10 anos, as empresas do setor das energias renováveis terão que adotar tecnologias inovadoras para enfrentar os desafios atuais e futuros e continuar a avançar na transição para a energia sustentável. Aqui estão algumas importantes tecnologias que as empresas do setor de energia renovável poderão adquirir.

Além das tecnologias emergentes, são apresentadas as estimativas teóricas de difusão tecnológica (aquisição e uso) de cada uma delas. Deve-se ressaltar que tais estimativas são baseadas em uma compreensão geral das tendências atuais e dos desafios potenciais no setor de energia renovável nos países da América Latina, incluindo o Brasil.

As taxas reais de adoção dependerão de uma variedade de fatores, incluindo apoio político, dinâmica do mercado e avanços tecnológicos ao longo dos próximos 5 anos. Variações regionais na América Latina também podem influenciar a difusão destas tecnologias em países específicos.

Biorrefinarias para Bioenergia

Para produção de bioenergia, biocombustíveis e produtos bioquímicos a partir de biomassa, incluindo processos avançados de bioconversão e fornecimento sustentável de matéria-prima.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

Adoção gradual à medida que as tecnologias de biorrefinaria amadurecem, oferecendo opções sustentáveis para a produção de bioenergia a partir de biomassa.

Blockchain para o comércio de energia

Para facilitar o comércio de energia transparente e descentralizado, permitindo transações *peer-to-peer*, contratos inteligentes e melhor rastreabilidade nos mercados de energia renovável.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

Os desafios de regulamentação podem afetar a adoção generalizada, mas poderão surgir alguns pioneiros e projetos-piloto no comércio de energia.



Eletrolise para Produção de Hidrogênio Verde

Uso do processo de eletrolise para produção de hidrogênio verde a partir de fontes de energia renováveis, apoiando o desenvolvimento de uma economia de hidrogênio limpa e sustentável.

Estimativa de difusão: Até 10% do mercado

Justificativa:

Difusão limitada à medida que a tecnologia necessita comprovar sua viabilidade econômica.



IA e aprendizado de máquina para análise preditiva

Integração de inteligência artificial (IA) e algoritmos de aprendizado de máquina para análise preditiva, permitindo previsões mais precisas de geração de energia renovável, padrões de demanda e falhas de equipamentos.

Estimativa de difusão: 31 a 50% do mercado.

Justificativa:

A necessidade de maior eficiência e gestão da rede provavelmente impulsionará uma adoção relativamente alta da IA e do aprendizado de máquina para análises preditivas.

Impressão 3D para componentes de turbinas eólicas

Aplicação de impressão 3D e fabricação aditiva para produção de componentes leves e eficientes para turbinas eólicas, reduzindo o desperdício de material e aumentando a flexibilidade de fabricação.

Estimativa de difusão: Até 10% do mercado

Justificativa:

Adoção limitada inicialmente, pois a tecnologia necessitará comprovar sua confiabilidade e economia na produção de componentes de turbinas eólicas.

Práticas de Economia Circular

Adoção dos princípios de economia circular, incluindo reciclagem e reaproveitamento de materiais, para minimizar resíduos e aumentar a sustentabilidade da infraestrutura de energia renovável.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

Adoção gradual de práticas de economia circular à medida que aumenta a consciência ambiental, e as empresas procuram soluções sustentáveis para projetos de energias renováveis.

Projetos avançados de turbinas eólicas

Incluindo turbinas maiores e mais eficientes, turbinas eólicas de eixo vertical e turbinas eólicas sem pás para maior captura de energia e redução do impacto ambiental.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

Adoção gradual à medida que as empresas investem em projetos de turbinas eólicas mais eficientes, especialmente em regiões com potencial eólico.



Realidade Aumentada (AR) para Manutenção

Utilização de tecnologias de realidade aumentada para assistência remota e manutenção de ativos de energia renovável, reduzindo o tempo de inatividade e melhorando a eficiência.

Estimativa de difusão: 31 a 50% do mercado.

Justificativa:

Adoção relativamente elevada de tecnologias AR, especialmente em atividades de manutenção, uma vez que as empresas buscam reduzir o tempo de inatividade e melhorar a eficiência.

Redes inteligentes (*Smart Grids*)

Implementação de tecnologias de redes inteligentes, incluindo contadores inteligentes, sensores e sistemas de comunicação avançados, para uma melhor gestão da demanda, otimização da rede e resiliência.

Estimativa de difusão: 31 a 50% do mercado.

Justificativa:

A ênfase na modernização da rede e na integração de fontes de energia renováveis poderá impulsionar a adoção significativa de tecnologias de redes inteligentes.

Sensores avançados e dispositivos IoT

Integração de sensores avançados, dispositivos de Internet das Coisas (IoT) e computação de ponta para monitoramento em tempo real, previsão de manutenção e otimização de ativos de energia renovável.

Estimativa de difusão: 31 a 50% do mercado.

Justificativa:

Adoção relativamente alta, pois a necessidade de monitoramento e otimização em tempo real poderá impulsionar a integração de sensores avançados e dispositivos IoT.

Sistemas Avançados de Armazenamento de Energia

Tecnologias de armazenamento de energia de última geração, como baterias avançadas, baterias de fluxo e armazenamento térmico, para armazenar o excesso de energia e fornecer energia confiável durante períodos de baixa geração renovável.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

A crescente consciencialização sobre a importância do armazenamento de energia para a estabilidade da rede pode conduzir a uma adoção moderada, especialmente em regiões com uma elevada percentagem de energias renováveis.

Sistemas de Energia Renovável Interativos à Rede

Tecnologias que melhoram a integração de fontes de energia renováveis com a rede, incluindo inversores avançados, sistemas de resposta à demanda e inversores formadores de rede para maior estabilidade e flexibilidade.

Estimativa de difusão: 31 a 50% do mercado.

Justificativa:

O aumento dos esforços para melhorar a fiabilidade da rede e acomodar fontes renováveis variáveis provavelmente impulsionará a adoção significativa de sistemas interativos na rede.

Sistemas Fotovoltaicos de Próxima Geração

Desenvolvimento de tecnologias fotovoltaicas avançadas, incluindo células solares de perovskita, células solares orgânicas e células solares tandem, para melhorar a eficiência, reduzir custos e melhorar a estética das instalações solares.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

Adoção incremental à medida que há uma redução dos custos da tecnologia e uma maior eficiência competitiva da energia fotovoltaica de próxima geração em relação às tecnologias solares tradicionais.

Sistemas Híbridos de Energia Renovável

Desenvolvimento e integração de sistemas híbridos que combinam múltiplas fontes de energia renovável, como solar e eólica, juntamente com tecnologias complementares, como armazenamento de energia e soluções de redes inteligentes para maior confiabilidade.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

A atratividade de sistemas híbridos fiáveis pode impulsionar a adoção moderada, especialmente em regiões com diversas fontes de energia renováveis.

Sistemas solares flutuantes e eólicas offshore

Avanços em sistemas solares fotovoltaicos (PV) flutuantes e tecnologias eólicas offshore para expandir a capacidade de geração de energia renovável e resolver as restrições de uso da terra.

Estimativa de difusão: Até 10% do mercado

Justificativa:

A adoção pode ser limitada devido ao foco principal nas energias renováveis produzidas onshore, mas o interesse na energia solar flutuante e na energia eólica offshore pode começar a surgir.

Tecnologia de Gêmeos Digitais

Implementação de tecnologia *Digital Twin* para criar réplicas virtuais de ativos de energia renovável, permitindo monitoramento em tempo real, manutenção preditiva e otimização de desempenho.

Estimativa de difusão: 11 a 30% do mercado

Justificativa:

A adoção poderá ser moderada à medida que os esforços de digitalização progridem, com os primeiros a adotar a tecnologia de gêmeos digitais para gestão de ativos.

Tecnologias Geotérmicas Avançadas

Sistemas e tecnologias que aproveitam a energia geotérmica de forma mais eficiente, expandindo seu potencial de geração em diversas regiões.

Estimativa de difusão: Até 10% do mercado

Justificativa:

Adoção limitada devido a desafios geológicos e técnicos específicos associados a tecnologias geotérmicas avançadas.

Tecnologias para captura e utilização de carbono (CCU)

Capturam emissões de dióxido de carbono de processos industriais e utilizam o carbono capturado para produzir materiais, produtos químicos ou combustíveis valiosos.

Estimativa de difusão: Até 10% do mercado

Justificativa:

Projetos-piloto iniciais e adoção limitada à medida que as empresas exploram tecnologias CCU, com potencial de crescimento à medida que as preocupações ambientais se intensificam.

A adoção destas tecnologias emergentes permitirá às empresas de energia renovável superarem os desafios atuais e futuros e contribuir para o crescimento e a sustentabilidade do setor. A pesquisa, o desenvolvimento e a colaboração contínuos dentro da indústria serão essenciais para impulsionar esses avanços tecnológicos na próxima década.



Principais desafios para as empresas do setor de energias renováveis nos próximos 10 anos

Embora o setor das energias renováveis tenha registado um crescimento significativo, ainda existem desafios que as empresas e os governos poderão enfrentar no desenvolvimento e incentivo deste setor nos próximos 10 anos. Estes desafios abrangem dimensões técnicas, económicas, sociais e de regulamentação. A seguir apresentamos alguns desses desafios:



Desafios para as empresas

Intermitência e Confiabilidade

Desafio: A intermitência das fontes de energia renováveis (como a solar e a eólica) coloca desafios para garantir um fornecimento de energia consistente e confiável.

Competitividade de custos

Desafio: Alcançar a competitividade em termos de custos em relação às fontes de energia convencionais continua a ser um desafio para certas tecnologias de geração de energias renováveis.

Desenvolvimento de infraestrutura

Desafio: Construir a infraestrutura necessária para a geração e distribuição de energia renovável, incluindo linhas de transmissão e modernização da rede

Acesso ao Financiamento

Desafio: Garantir financiamento para projetos de energias renováveis, especialmente para pequenas e médias empresas (PME).

Integração de Mercado e Gestão de Rede

Desafio: Integrar as energias renováveis nos mercados energéticos existentes e gerir as complexidades de um mix energético diversificado.

Inovação tecnológica

Desafio: Acompanhar os avanços tecnológicos e adotar soluções inovadoras para melhorar a eficiência e eficácia das tecnologias de energia renovável.

Resiliência da cadeia de suprimentos

Desafio: Garantir uma cadeia de abastecimento resiliente e sustentável para as tecnologias de energias renováveis, tendo em conta potenciais estrangulamentos e dependências.



Desafios para os governos:

Quadros políticos e regulamentares

Desafio: Desenvolver e manter quadros políticos e regulamentações estáveis e de apoio para o setor. Infraestrutura e modernização da rede

Desafio: Atualizar e modernizar a infraestrutura da rede para acomodar a integração de fontes de energia renováveis e garantir um fornecimento de energia confiável.

Incentivos ao investimento

Desafio: Atrair investimento suficiente no setor por meio de incentivos e mecanismos financeiros, tais como incentivos fiscais, tarifas feed-in, subsídios e outros mecanismos financeiros para incentivar o investimento.

Conscientização e aceitação pública

Desafio: Conscientizar o público e aceitar projetos de energia renovável, abordando preocupações e promovendo os benefícios da energia sustentável.

Cooperação Intergovernamental

Desafio: Colaborar com países vizinhos e parceiros internacionais para desenvolvimento de projetos transfronteiriços de energias renováveis e otimização do comércio de energia.

Incentivos de armazenamento

Desafio: Fornecer incentivos e políticas para incentivar o desenvolvimento e implantação de tecnologias de armazenamento de energia.

Transição Econômica nas Regiões de Combustíveis Fósseis

Desafio: Gerir a transição econômica das regiões fortemente dependentes de combustíveis fósseis, garantindo uma transição justa e inclusiva para as energias renováveis.

Práticas Sustentáveis de Biomassa

Desafio: Estabelecer e aplicar práticas sustentáveis para a produção de energia de biomassa para prevenir a degradação ambiental e garantir a viabilidade a longo prazo.

Enfrentar estes desafios exigirá esforços coordenados entre governos, intervenientes da indústria e outras partes interessadas. Uma abordagem colaborativa e holística é essencial para superar as complexidades associadas à transição para um futuro energético mais sustentável e renovável.

Novos cursos e treinamentos

Biorrefinarias para Bioenergia

- Conceitos e processos de biorrefinaria.
- Produção de bioenergia a partir de biomassa.
- Práticas sustentáveis na produção de bioenergia.

Blockchain para comercialização de energia

- Noções básicas da tecnologia *blockchain*.
- Aplicações *Blockchain* no comércio de energia.
- Contratos inteligentes e mercados de energia descentralizados.

IA e aprendizado de máquina para análise preditiva

- Fundamentos de IA e aprendizado de máquina.
- Análise preditiva para sistemas de energia renovável.
- Aplicações de aprendizado de máquina em previsão de energia.

Eletrolise para Produção de Hidrogênio Verde

- Fundamentos da eletrolise para produção de hidrogênio.
- Projeto e operação de sistemas de hidrogênio verde.
- Protocolos de segurança em processos de eletrolise.

Energia Fotovoltaica de Próxima Geração

- Tecnologias fotovoltaicas emergentes.
- Materiais avançados para células solares.
- Instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos de última geração.

Impressão 3D para componentes de turbinas eólicas

- Impressão 3D no setor de energia renovável.
- Projeto e fabricação de componentes impressos em 3D.
- Controle de qualidade e certificação de peças impressas em 3D.

Práticas de Economia Circular

- Princípios da economia circular em projetos energéticos.
- Práticas sustentáveis em energias renováveis.
- Avaliação do ciclo de vida e impacto ambiental.

Projetos avançados de turbinas eólicas

- Princípios de projeto de turbinas eólicas.
- Tecnologia avançada de pás de rotor.
- Manutenção e solução de problemas de turbinas eólicas avançadas.

Realidade Aumentada (AR) para Manutenção

- Aplicações de AR na manutenção de energias renováveis.
- Simulações práticas de manutenção de AR.
- Solução de problemas usando ferramentas de realidade aumentada.

Redes Inteligentes (Smart Grid)

- Fundamentos e arquitetura de redes inteligentes.
- Sistemas de automação e controle de rede.
- Cibersegurança em tecnologias de redes inteligentes.

Sensores Avançados e Dispositivos IoT

- Tecnologia de sensores em energia renovável.
- Aplicações IoT para monitoramento de energia.
- Análise de dados para insights baseados em sensores.

Sistemas avançados de armazenamento de energia

- Tecnologia e design de baterias.
- Gestão e otimização do armazenamento de energia.
- Integração do armazenamento de energia em sistemas de energias renováveis.

Sistemas de Energia Renovável Interativos à Rede

- Técnicas de integração de rede para energias renováveis.
- Gestão avançada da rede num contexto de energia renovável.
- Recursos energéticos distribuídos e interações com a rede.

Sistemas Híbridos de Energia Renovável

- Projeto e otimização de sistemas híbridos de energias renováveis.
- Integração de diferentes fontes de energias renováveis.
- Operação e manutenção de sistemas híbridos.

Sistemas solares flutuantes e eólicas offshore

- Tecnologias de energia renovável *offshore*.
- Projeto e instalação solar flutuante.
- Segurança e manutenção em ambientes eólicos *offshore*.

Tecnologia de Gêmeos Digitais

- Introdução à tecnologia de gêmeos digitais.
- Implementação e gestão de sistemas de gêmeos digitais.
- Aplicações da tecnologia de gêmeos digitais em energias renováveis.

Tecnologias geotérmicas avançadas

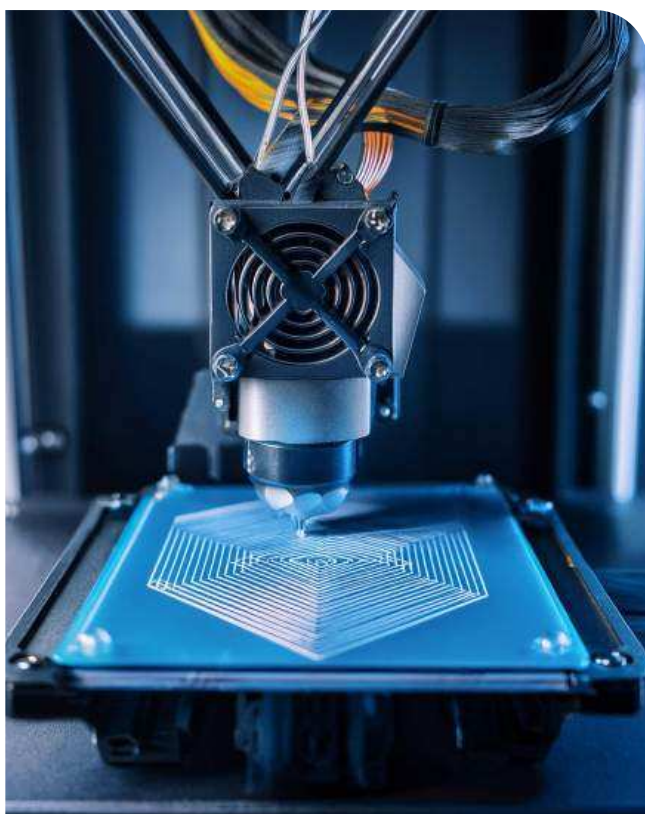
- Exploração e perfuração geotérmica avançada.
- Engenharia de reservatórios geotérmicos.
- Operação e manutenção de usinas geotérmicas.

Tecnologias para captura e utilização de carbono (CCU)

- Tecnologias e métodos CCU.
- Princípios de captura e armazenamento de carbono (CCS).
- Aplicações do carbono capturado em processos industriais.

Serviços de Tecnologia e Inovação que poderão ser demandados pela difusão das novas tecnologias

Considerando a taxa de difusão de novas tecnologias e as mudanças organizacionais no setor industrial brasileiro, os seguintes serviços de tecnologia e inovação poderão ser demandados pelas empresas industriais brasileiras nos próximos 10 anos para implementar estratégias de energias renováveis:



Biorrefinarias para Bioenergia

- Consultoria em conceitos e processos de biorrefinaria.
- Testes metrológicos para produção de bioenergia a partir de biomassa.
- P, D&I para soluções sustentáveis de bioenergia.

Blockchain para comercialização de energia

- Consultoria em aplicações *blockchain* na comercialização de energia.
- Testes de metrologia para transações seguras em *blockchain*.
- P, D&I aplicado à melhoria operacional das tecnologias *blockchain*.

Eletrólise para Produção de Hidrogênio Verde

- Consultoria sobre a implementação do processo de eletrólise na produção de hidrogênio.
- Ensaios laboratoriais para otimização de sistemas de eletrólise.

Energia Fotovoltaica de Próxima Geração

- Assessoria e consultoria sobre a adoção de tecnologias fotovoltaicas de última geração.
- Testes de laboratório para materiais avançados de células solares.

IA e aprendizado de máquina para análise preditiva

- Assessoria sobre adoção de IA e aprendizado de máquina.
- Testes de laboratório para algoritmos de análise preditiva.

Impressão 3D para componentes de turbinas eólicas

- Consultoria em aplicações de impressão 3D em energia eólica.
- Testes metrológicos para controle de qualidade em componentes impressos em 3D.

Práticas de Economia Circular

- Assessoria e consultoria para a implantação dos princípios da economia circular.
- Testes laboratoriais para práticas sustentáveis em energias renováveis.

Projetos avançados de turbinas eólicas

- Consultoria em tecnologias avançadas de turbinas eólicas.
- Testes de metrologia para novos projetos de turbinas eólicas.
- P, D&I aplicado à melhoria de eficiência de turbinas eólicas.

Realidade Aumentada (AR) para Manutenção

- Consultoria em aplicações de AR em manutenção energética.
- Testes de laboratório para simulações de manutenção baseadas em AR.
- P, D&I aplicado à melhoria das ferramentas de AR para manutenção.

Redes Inteligentes (Smart Grid)

- Assessoria sobre fundamentos e arquitetura de redes inteligentes.
- Testes metrológicos para automação de redes inteligentes.
- P, D&I para melhoria da segurança cibernética em tecnologias de redes inteligentes.

Sensores Avançados e Dispositivos IoT

- Assessoria em tecnologia de sensores em energias renováveis.
- Testes laboratoriais para dispositivos IoT em sistemas de energia.
- P, D&I para sensores avançados.

Sistemas avançados de armazenamento de energia

- Assessoria e consultoria em tecnologias avançadas de baterias.
- Testes metrológicos de desempenho de sistemas de armazenamento de energia.
- P, D&I aplicado à otimização de soluções de armazenamento de energia.

Sistemas Híbridos de Energia Renovável

- Assessoria em projeto e otimização de sistemas híbridos.
- Testes laboratoriais de desempenho de sistemas híbridos.
- P, D&I para a oferta de soluções híbridas inovadoras.

Sistemas solares flutuantes e eólicas offshore

- Consultoria em projetos solares flutuantes e eólicos *offshore*.
- Testes metrológicos para tecnologias renováveis *offshore*.
- P, D&I aplicado à melhoria de eficiência dos sistemas solares flutuantes.

Tecnologia de Gêmeos Digitais

- Consultoria na implementação de sistemas de gêmeos digitais.
- Testes de metrologia para precisão de gêmeos digitais.
- P, D&I para novas aplicações para a tecnologia de gêmeos digitais.

Tecnologias geotérmicas avançadas

- Assessoria em exploração geotérmica avançada.
- Testes de laboratório para melhorias em usinas geotérmicas.
- P, D&I aplicado para soluções geotérmicas inovadoras.

Tecnologias para captura e utilização de carbono (CCU)

- Consultoria e assessoria em tecnologias e métodos CCU.
- Testes metrológicos para processos de captura de carbono.
- P, D&I para novas aplicações CCU.





Fonte: Portal FIEA

O Painel de Especialistas – O setor da Energias Renováveis sob a ótica do estado de Alagoas

A partir do conjunto de informações apresentadas anteriormente os especialistas buscaram, por meio de discussões e busca por consensos, em equipes de trabalho:

- Estabelecer o grau de difusão das tecnologias emergentes para os próximos 10 anos e os principais fatores que condicionam sua difusão no Estado.
- Sugerir ações estratégicas e projetos para apoio ao setor no Estado.
- Priorizar novos cursos ou treinamentos que poderão ser demandados pelas empresas do Estado.
- Priorizar novos serviços tecnológicos e de inovação que poderão ser demandados pelas empresas do Estado.

Metodologia do painel de especialistas em Alagoas

Comumente chamado de workshops ou seminários de especialistas, o painel configura-se como um método de coleta de dados exploratório e qualitativo, amplamente utilizado, cujo o objetivo principal é a promoção do compartilhamento de ideias e conhecimentos.

A realização do painel de especialistas em Alagoas desdobrou-se em três grandes etapas: atividades preliminares ao painel, execução do painel e ações subsequentes ao painel.

Na primeira etapa, foram conduzidas as atividades preparatórias para o painel, englobando a organização das mesas, a seleção dos especialistas e a capacitação dos moderadores e observadores. Em virtude dos quatro temas abordados, decidiu-se pela criação de duas mesas para cada tema, tendo um total de oito mesas.

A estruturação das mesas seguiu a seguinte ordem:

Mesa	Tema
01	Energias renováveis
02	Energias renováveis
03	Bioeconomia
04	Bioeconomia
05	Economia Circular
06	Economia Circular
07	Transformação Digital
08	Transformação Digital

Considerando a temática abordada, encaminhou-se os convites aos especialistas das áreas correlatas, que deveriam representar as indústrias alagoanas, os órgãos públicos, a academia e as instituições de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I). No total, cerca de 68 especialistas participaram do painel, com uma média de oito por mesa.

Com a definição das mesas e a seleção dos especialistas, foram escolhidos dos moderadores e observadores responsáveis por cada tema. O moderador desempenhou o papel de agente das discussões, dirigindo os diálogos e auxiliando os especialistas a convergir para um consenso, além de ser responsável por preencher os questionários com os resultados obtidos das discussões.

O observador, por sua vez, tinha a função de apoiar o moderador e de analisar as discussões, buscando captar insights que poderiam passar despercebidos.

Nesse contexto, foram convocados colaboradores do SESI, SENAI e IEL de Alagoas, selecionados por sua afinidade com os temas ou por atuarem na área de inovação. Todos os envolvidos participaram de uma agenda prévia ao dia do evento, que incluiu capacitação sobre os temas, os questionários a serem preenchidos e o papel a ser desempenhado durante o painel.

Cada mesa contou com um moderador e, no máximo, dois observadores. Adicionalmente, foram designados dois moderadores volantes, incumbidos de assegurar a condução do evento dentro do tempo estipulado.

Treinamento com os Moderadores e Observadores



Fonte: Portal FIEA

Após a conclusão das atividades preparatórias, teve início a execução do painel, estruturado em seis momentos, a saber:

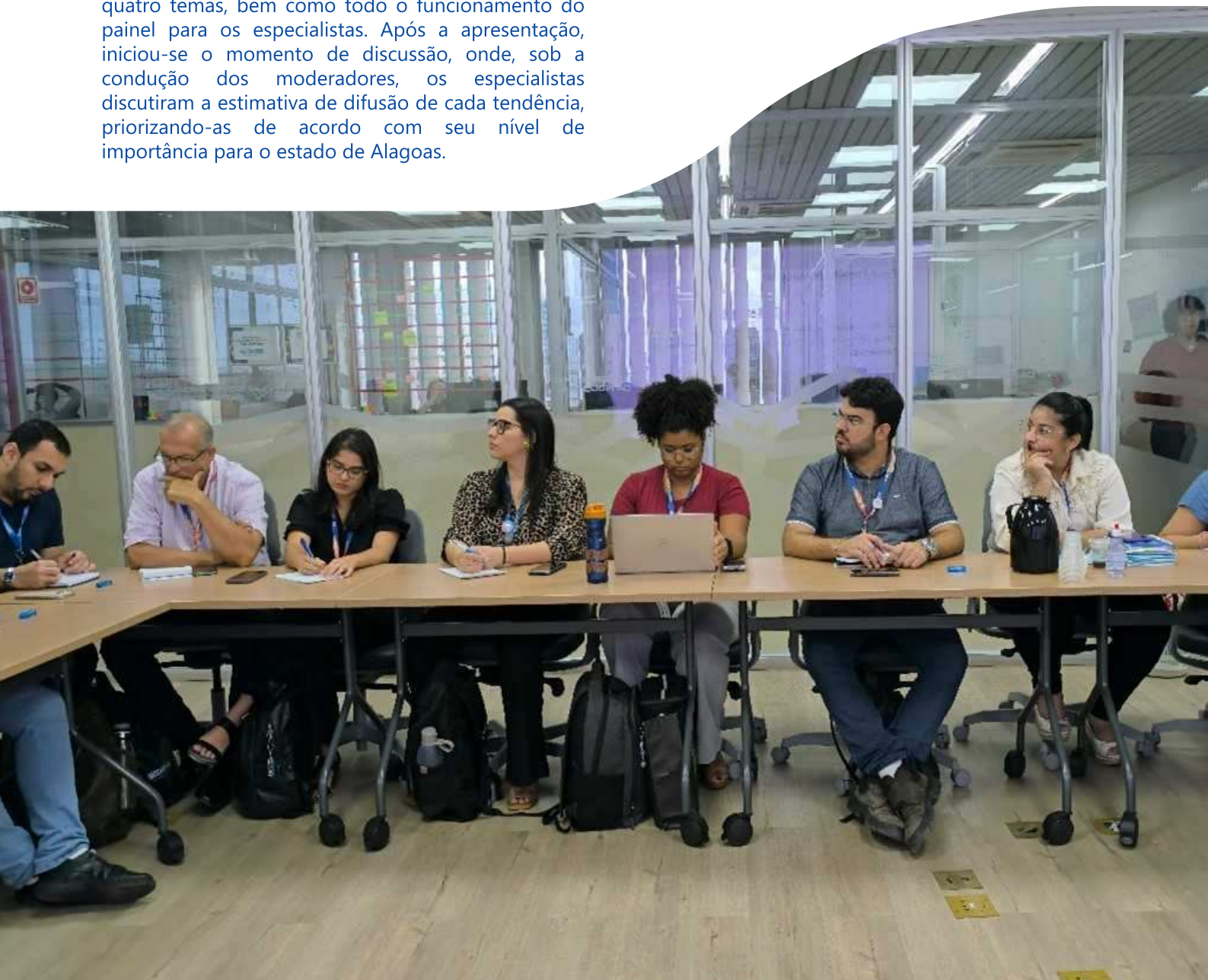
- Apresentação das principais tendências para os temas elencados
- Estimativa de difusão das tendências temáticas no Estado de Alagoas (trabalho em grupos)
- Priorização das tendências temáticas e apresentação dos questionários
- Identificação de ações estratégicas para apoio à indústria na implementação das temáticas ESG (trabalho em grupos)
- Identificação de soluções educacionais (cursos) que deverão ser oferecidos pelo SENAI/AL à luz das tendências priorizadas (trabalho em grupos)
- Identificação de soluções tecnológicas e de inovação que deverão ser oferecidos pelo SENAI/AL à luz das tendências priorizadas (trabalho em grupos)

No primeiro momento, o coordenador do painel apresentou, de maneira geral, as tendências dos quatro temas, bem como todo o funcionamento do painel para os especialistas. Após a apresentação, iniciou-se o momento de discussão, onde, sob a condução dos moderadores, os especialistas discutiram a estimativa de difusão de cada tendência, priorizando-as de acordo com seu nível de importância para o estado de Alagoas.

O evento prosseguiu com as etapas de identificação de ações estratégicas para apoio à indústria na implementação das temáticas ESG, identificação de soluções educacionais, tecnológicas e de inovação que deverão ser oferecidas pelo SENAI/AL à luz das tendências priorizadas, finalizando com o momento de encerramento e agradecimento aos especialistas.

Concluído o painel, deu-se início à fase de consolidação dos questionários preenchidos pelas duas mesas de cada temática, tarefa conduzida pelo pilar de prospectiva do Observatório da Indústria de Alagoas, em colaboração com os moderadores e observadores.

As próximas seções abordarão os resultados do painel de especialistas, apresentando, respectivamente, as principais tendências tecnológicas e suas difusões, as ações estratégicas e tático-operacionais, os cursos e as soluções de tecnologia e inovação que devem ser priorizados sob a ótica do estado de Alagoas.



Priorização de Tendências Tecnológicas e estimativa de difusão tecnológica estadual

Tecnologias Emergentes	Estimativa do Grau de difusão no Estado nos próximos 5 anos (%)	Estimativa do Grau de difusão no Estado nos próximos 10 anos (%)	Fatores que condicionam (positiva ou negativamente) a difusão da tecnologia no Estado de acordo com os especialistas consultados
IA e aprendizado de máquina para análise preditiva	31 a 50% do mercado	51 a 70% do mercado	Mão de obra qualificada para operar a tecnologia. Necessidade de tecnologias complementares necessárias para o funcionamento da tecnologia (ex. sinal de internet para uso das tecnologias digitais)
Sistemas de Energia Renovável Interativos à Rede	11 a 30% do mercado	31 a 50% do mercado	Tempo de retorno sobre o investimento realizado. Realização de testes prévios ou de observação da tecnologia
Tecnologias para Captura e Utilização de Carbono (CCU)	11 a 30% do mercado	31 a 50% do mercado	Linhas de financiamento para aquisição da tecnologia. Percepção das vantagens da nova tecnologia em relação a atual.
Redes inteligentes (Smart Grids)	11 a 30% do mercado	31 a 50% do mercado	Tempo de retorno sobre o investimento realizado. Realização de testes prévios ou de observação da tecnologia
Energia Fotovoltaica de Próxima Geração	11 a 30% do mercado	31 a 50% do mercado	Linhas de financiamento para aquisição da tecnologia. Possibilidade da nova tecnologia ser modificada ou recriada.
Práticas de Economia Circular	11 a 30% do mercado	31 a 50% do mercado	Percepção das vantagens da nova tecnologia em relação a atual.
Sistemas Híbridos de Energia Renovável	Até 10% do mercado	31 a 50% do mercado	Infraestrutura física ou tecnológica para usar a tecnologia. Tempo de retorno sobre o investimento realizado.
Sensores avançados e dispositivos IoT	Até 10% do mercado	31 a 50% do mercado	Necessidade de tecnologias complementares necessárias para o funcionamento da tecnologia (ex. sinal de internet para uso das tecnologias digitais)
Sistemas avançados de armazenamento de energia	Até 10% do mercado	11 a 30% do mercado	Custo da tecnologia. Possibilidade da nova tecnologia ser modificada ou recriada. Realização de testes prévios ou de observação da tecnologia
Biorrefinarias para Bioenergia	Até 10% do mercado	11 a 30% do mercado	Linhas de financiamento para aquisição da tecnologia. Infraestrutura física ou tecnológica para usar a tecnologia.

Ações Estratégicas e Tático-Operacionais

Baseado nos principais desafios para as empresas do setor de energias renováveis nos próximos 10 anos, os especialistas sugeriram ações, públicas e privadas, que os stakeholders deveriam priorizar.

Tema: Eficiência energética e eletrificação de equipamentos intensivos em energia

Ação: Desenvolver e implementar tecnologias para aumentar a eficiência energética, incluindo a avaliação da eletrificação de equipamentos, com o objetivo de reduzir impactos ambientais e maximizar o uso racional da energia.

 Empresas e Instituições de P, D&I.

Tema: Regulamentação e diretrizes políticas para energias renováveis

Ação 1: Investir em políticas de incentivos financeiros para facilitar o desenvolvimento de infraestrutura e a adoção de tecnologia.

Ação 2: Desenvolver e implementar diretrizes políticas voltadas à implementação consolidada do uso e geração de energias a partir de fontes renováveis.

Ação 3: Regular o crédito de carbono no Brasil, visando democratizar os benefícios e a riqueza dos créditos, gerando recursos para a conservação da biodiversidade e proporcionando o cumprimento da função social da terra.

 Secretarias de governo, Associações de classe/Sindicatos, Empresas, Instituições de P, D&I, Universidades e outras Instituições de Formação Profissional.

Tema: Infraestrutura e tecnologia de armazenamento de energia e captura de carbono

Ação 1: Desenvolver, implementar e monitorar estratégias de armazenamento de combustíveis que possibilitem o uso programado de energia.

Ação 2: Armazenar a energia elétrica gerada para utilização em momentos programados e de escassez.

Ação 3: Investir em projetos de CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono) para garantir a redução de emissões.

 Secretarias de governo, Empresas, Instituições de P, D&I, Universidades e outras Instituições de Formação Profissional

Tema: Disponibilidade de infraestrutura para comunicação e processamento de dados

Ação: Implantar sistema de recepção e processamento de dados para implementação de técnicas de IA e aprendizado de máquina.

 Empresas, Instituições de P, D&I, Universidades e outras Instituições de Formação Profissional

Tema: Práticas de economia circular

Ação 1: Apoiar a capacitação e a difusão de práticas de economia circular no ambiente produtivo para a geração de valor.

Ação 2: Realizar ações de conscientização ambiental em projetos de extensão para impulsionar e potencializar a economia circular.

Ação 3: Desenvolver modelo de negócios para cooperativas que atuem na cadeia de valor da economia circular.

 Empresas, Instituições de P, D&I, Universidades e outras Instituições de Formação Profissional, Associações de classe/Sindicatos.

Tema: Organização da governança da cadeia produtiva

Ação 1: Garantir mão de obra qualificada para facilitar a atualização, manutenção e implementação de tecnologias emergentes, tornando a empresa mais eficiente e competitiva.

Ação 2: Criar um grupo de trabalho local para discutir temáticas relacionadas às energias renováveis no estado de Alagoas, gerando relatórios situacionais e de tendências.

 Empresas, Instituições de P, D&I, Universidades e outras Instituições de Formação Profissional, Secretarias de governo

Tema: Ações para crescimento da produtividade e competitividade

Ação 1: Realizar projetos de recuperação avançada de petróleo utilizando hidrogênio renovável, o que garantirá o aumento da produtividade.

Ação 2: Fomentar a indústria do biogás, a partir de biomassa de cana-de-açúcar, resíduos florestais e agropastoris, para a geração de energia elétrica ou integração do biometano com o gás natural fóssil.

Ação 3: Mapear as cadeias produtivas ricas em carbono, desenvolver e implementar tecnologias de captura de CO₂ para produção de hidrogênio, energia e outros subprodutos.

 Empresas, Instituições de P, D&I

Cursos que deverão ser prioritariamente demandados nos próximos anos pelas empresas do Estado



Práticas de Economia Circular

Cursos com foco nos princípios da economia circular em projetos energéticos, enfatizando as práticas sustentáveis em energias renováveis, avaliação do ciclo de vida e impacto ambiental.

ESG na prática

Cursos com foco nos fundamentos de ESG e estratégias para sua implementação no setor energético, abordando temas como regulamentações, desenvolvimento e aplicação de políticas em ESG.

IA e aprendizado de máquina para análise preditiva

Cursos sobre os fundamentos de IA e aprendizado de máquina, com enfoque na análise preditiva para sistemas de energia renovável e aplicações de aprendizado de máquina em previsão de energia.

Sensores Avançados e Dispositivos IoT

Programas de formação focados em tecnologia de sensores em energia renovável, orientados para aplicações IoT no monitoramento de energia e na análise de dados para obtenção de insights baseados em sensores.

Gestão da emissão e produção de carbono na empresa: Controles e tecnologias de CCU

Cursos com foco nas tecnologias e métodos de CCU, abordando os princípios de captura e armazenamento de carbono (CCS), bem como as aplicações do carbono capturado em processos industriais..

Biorrefinarias para Bioenergia

Cursos sobre os conceitos e processos de biorrefinaria, apresentando temas relacionados à produção de bioenergia a partir de biomassa e práticas sustentáveis na produção de bioenergia.

Produção de Hidrogênio de baixo carbono

Cursos destinados à compreensão completa da produção de hidrogênio de baixo carbono, enfatizando as tecnologias, suas aplicações, impacto ambiental e sustentabilidade.

Blockchain para comércio de energia

Cursos sobre as noções básicas de *blockchain*, com foco nas aplicações da tecnologia no comércio de energia, contratos inteligentes e mercados de energia descentralizados.

Redes inteligentes (*Smart Grids*)

Programas de formação centrados nos fundamentos e na arquitetura de redes inteligentes, abordando sistemas de automação e controle de rede, além de questões relacionadas à cibersegurança em tecnologias de redes inteligentes.



Serviços de Tecnologia e Inovação que deverão ser prioritariamente demandados nos próximos anos pelas empresas do Estado.

Consultoria em gestão da emissão e produção de carbono na empresa, controles e tecnologias de captura

Consultoria de ESG na prática.

P, D&I para implantação dos princípios de economia circular.

Consultoria para certificação em crédito de carbono

Projetos de sistemas solares no canal do sertão

Consultoria em produção de Hidrogênio de baixo carbono

Assessoria e consultoria sobre a adoção de tecnologias fotovoltaicas de última geração.

Assessoria e consultoria para implantação dos princípios da economia circular

P, D&I para desenvolvimento de estratégias e ferramentas para adoção de IA e aprendizado de máquina para análise preditiva

P, D&I para soluções sustentáveis de bioenergia

Teste metrológicos para produção de bioenergia a partir de biomassa

Consultoria em conceitos de processo de biorefinaria





**EVENTO CONECTANDO O FUTURO
AVANÇANDO COM ESG**

Lista de Especialistas

Mariely Moreira da Silva – Analista de Meio Ambiente na empresa Ambipar Environmental Nordeste

Edmilson de Lima Santos – Engenheiro Eletricista na empresa Equatorial Alagoas

Fabiane Caxico de Abreu Galdino – Professora Titular da Universidade Federal de Alagoas e vice coordenadora do programa de Pós-graduação Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO)

Jessica cavalcanti – Gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Origem energia

Jéssica Santos – Engenheira Civil na empresa Alagoas Ambiental

Ronaldo – Representante da CERTIPASA

Jackeline Santos – Engenheira ambiental na empresa Ambipar

Antonio Tarcísio da Silva Neto – Assessor da diretoria na empresa Alagoas Ambiental

Marnes Costa Machado Gomes – Diretor de operações na empresa Alagoas Ambiental

Marcos Berton – Pesquisador Chefe do Instituto SENAI de Inovação de Eletroquímica do Paraná

Gustavo Irgang – Diretor na empresa C12d Gestão de ativos LTDA

Simão Brito Kislansky – Coordenador Processo na empresa Braskem

Lucas Ferreira Lima – Consultor de P&D do Instituto SENAI de Inovação de Eletroquímica do Paraná

Aline da Silva Ramos – Professora na Universidade Federal de Alagoas

Pablo Aledo - Diretor de desenvolvimento Energia na empresa Veolia

Talia Farias de Oliveira - Assistente de controle operacional na empresa Impacto Bioenergia

Rafael Piatti Oiticica de Paiva - Gestor administrativo-financeiro no Grupo paiva

Coordenador, Moderadores e Observadores

Coordenador

Marcello Pio - Especialista em Políticas e Indústria no Eixo futuro da Indústria pelo Observatório Nacional da Indústria

Moderadores

Claúdia Beatriz Lopes Almeida – Analista Pleno em prospectiva pelo Observatório da Indústria de Alagoas

Juliano Antônio Sebben - Especialista em Políticas e Indústria no Eixo futuro da Indústria pelo Observatório Nacional da Indústria

Welton Barbosa – Gerente Operacional de Inovação, tecnologia e Educação Profissional do SENAI/Alagoas

Ygor Mendes de Oliveira – Supervisor Técnico do SENAI/Alagoas

Observadores

Miragir Barbosa da Silva – Instrutor em Petroquímica do SENAI/Alagoas

Fernando Jorge - Supervisor Técnico do SENAI/Alagoas



OBSERVATÓRIO
DA INDÚSTRIA

FIEA IEL SESI SENAI

ESTUDO DO PAINEL DE
ESPECIALISTAS EM ESG
ENERGIAS RENOVÁVEIS
