

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL

BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA INDUSTRIAL

REVISTA BIOENERGIA BRASIL

200/2025



**AGROINDUSTRIAL/CANA-DE-AÇÚCAR AMÔNIA VERDE BIOCARBONO BIOCHAR BIOENERGIA/BIOMASSA BIOGÁS
BIOMETANO DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL FLORESTAL/MADEIRA HIDROGÊNIO VERDE PELLETS/BRIQUETES**

REVISTA BIOENERGIA BRASIL

Conteúdo e Assuntos de ordem técnica e profissional envolvendo: 1. Estudos e projetos energéticos de aproveitamento da biomassa da agricultura, agroindustrial e da cana-de-açúcar. 2. Projetos, mercado e tecnologia de produção de amônia verde 3. Projetos, mercado e tecnologia de produção de biocarbono/biocarvão, bio-óleo e gás de síntese 3. Projetos, mercado e tecnologia de produção de biochar, extrato pirolenhoso e vinagre de madeira e captura e armazenamento de carbono. 4. Estudos e projetos energéticos de aproveitamento de bioenergia/biomassa. 5. Projetos, mercado e tecnologia de produção de biogás e biometano e co2 industrial. 6. Descarbonização industrial. 7. Estudos e projetos energéticos de aproveitamento dos resíduos florestal/madeira e de biorrefinaria 8. Projetos, mercado e tecnologia de produção de hidrogênio verde. 9. Projetos, mercado e tecnologia de produção de pellets e briquetes.

II. Título. CDU 621.3(81)"2030" : 338.28 CDU 620.95(81) CDD333.95 (1ed.)

Todos os direitos reservados a Brasil Biomassa e Energia Renovável

Copyright by Celso Marcelo de Oliveira

Tradução e reprodução proibidas sem a autorização expressa do autor.

Nenhuma parte deste estudo pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou meio, incluindo fotocópia, gravação ou informação, ou por meio eletrônico, sem a permissão ou autorização por escrito do autor. Lei 9.610, de 19de fevereiro de 1998.

© 2025 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

REVISTA BIOENERGIA BRASIL Publicação técnica e industrial desenvolvido pela Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável com o apoio técnico da Brasil Biomassa e Energia Renovável envolvendo os temas: agroindustrial/cana-de-açúcar, amônia verde, biocarbono, biochar, bioenergia/biomassa, biogás/biometano, descarbonização industrial, florestal/madeira, hidrogênio verde e pellets/briquetes.

Associação Brasileira das Indústrias Biomassa e Energia Renovável - Brasil Biomassa Consultoria Engenharia

Av. Candido Hartmann, 570 24 andar Conj. 243 Curitiba Paraná

Fone (41) 30406777 Whats Brasil Biomassa (41) 998173023 ou Fone Consultoria (41) 995225688

Plataforma digital Brasil Biomassa <https://www.brasilbiomassa.com/>

Plataforma digital Editora Brasil Biomassa <https://www.editorabrasilbiomassa.com/>

E-mails diretoriabrasilbiomassa@gmail.com ou diretoria@editorabrasilbiomassa.com



SUMÁRIO EXECUTIVO

ESPECIAL	DECLARAÇÃO CLIMÁTICA DA ONU PARA A COP 30
Financiamento climático	
Relatório de síntese.....	12
AGROINDUSTRIALCANA-DE-AÇÚCAR	BIOREFINARIA BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR
Setor Sucroenergético Brasileiro	
Biomassa da Cana-de-açúcar	
Biorefinaria Cana-de-açúcar	
Biopolímeros	
Bioetanol Segunda Geração	
Biogás, Biometano, Biofertilizantes, CO2 industrial, Amônia e Hidrogênio baixo carbono	
Gaseificação de Biomassa da Cana-de-açúcar	
Biocarbono e Biochar	

Hidrogênio verde

Tecnologia de aproveitamento da palha da cana-de-açúcar para a produção de Biochar (extrato pirolenhoso e vinagre da madeira) para sequestro de carbono, fertilizante ecológico e para agricultura regenerativa

Tecnologia de aproveitamento da vinhaça e da torta de filtro da cana-de-açúcar para a produção de Biometano

Tecnologia de aproveitamento palha e bagaço da cana-de-açúcar para a produção de Biopellets

Tecnologia Bioenergia da Cana-de-açúcar com Captura e Armazenamento de Carbono

Tecnologia Biocarvão/Biocarbono Bio-óleo e Gás sintético com uso da biomassa da cana-de-açúcar

Tecnologia de Hidrogênio Verde com uso do bagaço da cana-de-açúcar.....23

AMÔNIA VERDE

PROJETOS E INVESTIMENTOS AMÔNIA VERDE NO BRASIL

Projetos Amônia e Hidrogênio Verde

Projeto Amônia Complexo do Pecém Ceará

Hub Amônia Verde Passo Fundo

Atvos e Tsubame BHB

Yara Brasil

Projeto Solatio Parnaíba Piauí

European Energy H2V Fortescue Green Energy Park. Projeto Goiás Biofertilizante Ecológico.....	64
--	----

BIOCARBONO

BIOCARBONO PARA PRODUÇÃO AÇO VERDE

Projeto Biocarbono Estados Unidos Biocarbono para as indústrias siderúrgicas Carga de carbono Descarbonização do aço SDI Biocarbon Solutions Projeto Vale Biocarbono.	75
---	----

BIOCHAR

BIOCHAR ENERGÉTICO E SEQUESTRO DE CARBONO

Biomassa e Biochar Biochar: Concreto que Sequestra Carbono Biochar em Substratos para Vasos Biochar Base para a Agricultura Regenerativa.....	88
--	----

BIOENERGIA – BIOMASSA BIOMASSA TRANSFORMADA EM COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO

Combustíveis de Aviação Sustentáveis

União Europeia e Regulamento ReFuelEU Aviation

Tecnologia Power-to-liquid

Biomassa florestal para a produção SAF

Oportunidades de Utilização

Resíduos florestais transformados em combustível de aviação

Tecnologia de Processo da Honeywell99

BIOGÁS – BIOMETANO BIOMASSA BIOGÁS E BIOMETANO SUBSTITUTO GÁS NATURAL

Introdução

Biomassa como fonte de energia

Biogás e Biometano X Gás Natural

Vantagens da Energia de biomassa, biogás e biometano

Tecnologias de conversão de biomassa

Processo de conversão de biomassa

Combustão direta

Processo termoquímico

Processo bioquímico	
Produção Biogás com Substratos de Biomassa	
Processo de biometanização	
Limpeza de biogás	
Atualização de biogás	
Oportunidades para uma economia de base biológica gás natural verde... ..	114

DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL.

DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL NA COP 30

Descarbonização	
Transição energética	
Economia circular e materiais	
Bioeconomia	
Sistemas alimentares	
Soluções baseadas na natureza	
Cidades sustentáveis	
Finanças de transição e investimento	
Empregos verdes e capacitação	142

FLORESTAL – MADEIRA

SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Produção Florestal Brasileira

Produtos Florestais

Investimentos no Setor Florestal

Mercado Crédito de Carbono

Energia Limpa

Área Florestal Brasileira

Florestas Plantadas

Minas Gerais

Mato Grosso do Sul

São Paulo

Paraná

Outros Estados

Mapeamento Inteligente dos Players Produtores Florestais no Brasil152

HIDROGÊNIO VERDE

ATUALIZANDO MERCADO INTERNACIONAL HIDROGÊNIO

Diretrizes Gerais

Uso Global Hidrogênio

Crescimento Novos Projetos de Hidrogênio	
Demanda Global Hidrogênio	
China Lidera Produção Eletrolisadores	
Mercado Mundial	
Políticas Internacionais	
Instalações Unidades Portuárias	
Demanda Hidrogênio Sudeste Asiático	
Aplicações do Hidrogênio	
Estratégia Mundial Hidrogênio	
Recomendações AIE.....	185
PELLETS -BRIQUETES	CONSUMO DE PELLETS NA UE VAI AUMENTAR 2025/26
Consumo Pellets União Europeia	
Aumento Importações	
Maiores Países Consumidores e Produtores Pellets.....	225
BRASIL BIOMASSA.....	230

COP30



ESPECIAL COP 30



DECLARAÇÃO CLIMÁTICA DA ONU PARA A COP 30

A ONU e o Brasil divulgarão relatórios sobre as mudanças climáticas na COP 30, que será realizada em Belém, Brasil, de 10 a 21 de novembro de 2025. A conferência tem como foco limitar o aumento da temperatura global a 1,5 C, apresentar novos planos de ação climática e analisar o progresso em relação às promessas de financiamento feitas na COP 29.

Um relatório prévio, divulgado em 25 de setembro, indicou a proximidade de quase 100 países em sinalizar novas metas climáticas. Principais temas e relatórios da ONU na COP 30
Objetivo principal: Limitar o aumento da temperatura global a 1,5 C, de acordo com o Acordo de Paris.

Novas metas climáticas (NDCs): Países devem apresentar novos planos de ação climática, que devem ser mais ambiciosos e focados em resultados.

Financiamento climático: A conferência analisará o progresso no cumprimento das promessas de financiamento feitas em outras COPs, como a COP 29. **Adaptação:** A COP 30 também deve ser um marco para a adaptação às mudanças climáticas, com foco em fortalecer o multilateralismo, conectar o regime climático à vida das pessoas e acelerar a implementação.

Relatório de síntese: Um relatório de síntese sobre a Agenda de Ação foi divulgado em 23 de setembro, consolidando as contribuições de partes interessadas, como governos, cidades e organizações, para impulsionar a ação climática.

Secretário Executivo da ONU para as Alterações Climáticas, Simon Stiell, sobre o lançamento do Relatório de Síntese de Contribuições Nacionalmente Determinadas.

Estamos em uma nova era de ação e ambição climática. Os países estão definindo metas climáticas nacionais – e planos para alcançá-las – que diferem em ritmo e escala de quaisquer outros já existentes.

Dez anos após a adoção do Acordo de Paris, podemos dizer simplesmente: ele está gerando progresso real. Mas precisa funcionar de forma muito mais rápida e justa, e essa aceleração precisa começar agora.

A escala e a gravidade da crise climática nunca foram tão claras. Secas, inundações, tempestades e incêndios florestais brutais causados pelo clima atingem cada nação com mais força a cada ano, destruindo milhões de vidas e infraestruturas vitais, reduzindo o PIB e elevando os preços.

Ao mesmo tempo, as oportunidades na ação climática são monumentais.

As recompensas para aqueles que adotam ações climáticas fortes são medidas em milhões de novos empregos e trilhões em novos investimentos. À medida que a mudança global para energia limpa continua a crescer, os dividendos a seguir serão ainda maiores, à medida que a ação climática emerge como o motor do crescimento econômico e do emprego do século XXI.

A lógica do mercado determina que essa transição para energia limpa continue em grande escala e ritmo. Mas uma transição global equitativa – onde todos os países se beneficiem da energia limpa e da resiliência climática – requer políticas e planos claros, em todos os países e setores, e mais apoio a muitas nações, especialmente aquelas que menos contribuíram para esta crise global.

Relatório de Síntese do NDC fornece novos dados valiosos, tanto sobre o progresso que está sendo feito quanto sobre os principais desafios que ainda permanecem, embora esses dados sejam limitados aos planos climáticos nacionais formalmente submetidos até 30 de setembro.

Começando com o primeiro:

Esta nova geração de NDCs mostra uma mudança radical em termos de qualidade, credibilidade e amplitude econômica.

As NDCs estão cada vez mais respondendo ao Global Stocktake, com 88% dos países dizendo que suas NDCs foram informadas pelos resultados do GST, e 81% indicando especificamente como isso foi o caso.

Os países estão cada vez mais adotando uma abordagem de toda a economia, toda a sociedade, com 89% contendo metas para toda a economia.

Adaptação e resiliência estão se tornando cada vez mais importantes. Quase três quartos (73%) das novas NDCs incluem componentes de adaptação.

As partes – especialmente dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento – também estão cada vez mais integrando Perdas e Danos como um componente central de suas NDCs.

Também foram feitos progressos significativos na integração, nas NDCs, de elementos sobre gênero, engajamento de partes interessadas e jovens, transições justas, papéis das florestas e oceanos e, no Artigo 6, mercados de carbono.

As NDCs apresentadas são amplamente consistentes com uma trajetória linear, desde as metas de 2030 até as metas de longo prazo para emissões líquidas zero.

Embora alertemos contra a possibilidade de tirar conclusões globais deste relatório, ele ainda contém alguns sinais de boas notícias: os países estão progredindo e estabelecendo etapas claras para emissões líquidas zero.

Sabemos também que a mudança não é linear e que alguns países têm um histórico de superação de metas.

Estamos igualmente cientes de que o conjunto de dados no relatório de hoje fornece um panorama bastante limitado, visto que as NDCs que ele sintetiza representam cerca de um terço das emissões globais.

Para fornecer um panorama mais amplo do progresso global antes da COP30, fizemos alguns cálculos adicionais que também capturam novas NDCs ou metas apresentadas ou anunciadas até a publicação deste relatório, inclusive na Cúpula do Clima do Secretário-Geral, em Nova York.

Este panorama mais amplo, embora ainda incompleto, mostra que as emissões globais cairão cerca de 10% até 2035.

Por meio da cooperação climática convocada pela ONU e dos esforços nacionais, a humanidade está agora claramente reduzindo a curva de emissões pela primeira vez, embora ainda não com a rapidez necessária.

Portanto, embora a direção da mudança esteja melhorando a cada ano, temos uma necessidade urgente de mais velocidade e de ajudar mais países a adotar ações climáticas mais firmes.

Mas é por isso que o Acordo de Paris tem um mecanismo de catraca, para continuar elevando a ambição climática, até que, coletivamente, estejamos no caminho certo para evitar os piores impactos climáticos, limitando o aquecimento a 1,5°C neste século, como exige a ciência.

A ciência é igualmente clara: as temperaturas podem e devem ser reduzidas a 1,5°C o mais rápido possível após qualquer ultrapassagem temporária, acelerando substancialmente o ritmo em todas as frentes.

Essa aceleração deve começar agora. Muito mais apoio será necessário para muitos, especialmente aqueles que menos contribuíram para esta crise global.

Mas não estamos começando do zero. De fato, devemos buscar incentivo e ímpeto no vasto movimento da economia real, particularmente nos enormes fluxos de investimento em energia limpa em quase todas as principais economias.

Dados recentes, por exemplo, mostram que as energias renováveis ultrapassaram o carvão como a maior fonte de energia do mundo este ano.

A história recente mostra como as coisas podem mudar rapidamente, e ainda mais rápido.

O boom em energia limpa, infraestrutura e tecnologias eficientes, baseadas em dados e inovadoras, necessárias para conectá-las à nossa vida cotidiana, deve superar tudo o que já vimos antes. Portanto, o panorama mais amplo é o de um mundo que já está pagando um preço enorme pelo aquecimento global, mas que também está se aproximando de pontos de inflexão econômica positivos – rumo a um mundo mais seguro, saudável e rico, alimentado por energia limpa e resiliência climática.

Agora, cabe à COP30 e ao mundo responder e mostrar como vamos acelerar. Ela precisa fazer três coisas:

enviar um sinal claro: as nações ainda estão totalmente a bordo da cooperação climática, porque ela funciona, mas precisa ser mais rápida, e isso significa alcançar resultados concretos e sólidos em todas as questões-chave.

Ela precisa acelerar a implementação em todos os setores de todas as economias e em todas as partes do Acordo de Paris.

E precisa conectar a ação climática à vida das pessoas, com o objetivo de garantir que todos compartilhem seus vastos benefícios.

Ainda estamos na corrida, mas para garantir um planeta habitável para todos os oito bilhões de pessoas hoje, precisamos acelerar o ritmo urgentemente, na COP30 e em todos os anos subsequentes.



AGROINDUSTRIAL CANA-DE-AÇÚCAR



BIOREFINARIA BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

Setor sucroenergético brasileiro. A cana-de-açúcar, uma importante cultura comercial no Brasil, desempenha um papel crucial no fornecimento não apenas de açúcar, mas também de etanol.

Os subprodutos da cana-de-açúcar encontram utilidade como ração animal em vários países. O cultivo da cana-de-açúcar se expandiu para regiões com climas quentes em todo o mundo.

O maior contribuinte para a produção global de cana-de-açúcar é o continente americano, incluindo países como Brasil, México, EUA respondendo por cerca de 51% da produção total, seguido pela Ásia (41,6%), África (5%) e Oceania (1,7%).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção impressionante na safra 2025/26 estimada pela Conab em 668,8 milhões de toneladas em um levantamento, representando uma atualização de 663,4 milhões de toneladas em um levantamento anterior.

O maior desafio do setor sucroenergético é o aproveitamento dos tipos de biomassa residual gerado desde a colheita até o processamento nas usinas. A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos.

A agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre nos demais países, opera numa conjuntura positiva e sustentável. Pelo conceito de bagaço entende-se apenas o caule macerado, não incluindo a palhada e os ponteiros, que representam 55% da energia acumulada no canavial. Este potencial fabuloso de palha é pouco aproveitado, sendo, na maioria dos casos, queimado no campo.

Nas últimas décadas, houve um aumento notável na produção de cana-de-açúcar, impulsionado pela crescente demanda por açúcar, etanol derivados dessa cultura versátil. Consequentemente, a indústria açucareira gera uma quantidade significativa de resíduos agrícolas.

Biomassa da Cana-de-açúcar. Existem recursos potenciais inexplorados associados à colheita e ao processamento da cana-de-açúcar, a biomassa sem uso comercial e energético (folhas, pontas e palhiço) deixado no campo e o bagaço da cana-de-açúcar como excedente das usinas, principalmente naquelas que não utilizam para cogeração. Neste sentido é extremamente adequado o aproveitamento energético como descrevemos neste relatório.

A queima de lixo (biomassa sem uso) da cana-de-açúcar no campo tem sido alvo de escrutínio nos últimos anos devido à invasão urbana e preocupações com a qualidade do ar, e o excesso de lixo (folhas, pontas e palhiço) deixado no campo também pode reduzir a produtividade da cultura da soca devido às temperaturas mais baixas do solo e à maior umidade do solo.

As usinas de cana-de-açúcar também detêm um excesso (não uso em cogeração) de bagaço. Sem a utilização adequada, o bagaço é comumente descartado como resíduo sólido ou utilizado como fonte de combustível para o processo de moagem. Para cada tonelada de cana-de-açúcar, aproximadamente 280 kg de bagaço úmido são produzidos, destacando a quantidade substancial desse resíduo.

A biomassa do bagaço da cana-de-açúcar tem o potencial de ser transformada em energia, materiais e produtos químicos finos. As pontas e folhas da cana-de-açúcar que costumam ser deixadas no campo podem representar até 30% da biomassa total (FAO, 2006), considerando o volume total de biomassa produzida por unidade de área plantada.

A quantidade de resíduos decorrente da colheita da cana-de-açúcar depende de variados fatores, entre os quais: o sistema com ou sem queima da cana na pré-colheita, a altura dos ponteiros, a variedade plantada, a idade da cultura e seu estágio de corte.

O clima, o solo, o uso ou não de vinhoto na fertirrigação do campo, entre outros, que exercem influência importante nas características, quantidade e qualidade da palha. Enumeramos as alternativas energética com o uso da biomassa da cana-de-açúcar.

O valor médio da produção de matéria seca que estima os resíduos secos potenciais da cana-de-açúcar, denominados palha, é de 140 kg por tonelada de cana colhida, com 50% de umidade, considerando as diversas variedades de cana-de-açúcar plantadas.

A produtividade média de cana-de-açúcar no Brasil é de 85 toneladas por hectare, sendo que para cada tonelada de cana processada são gerados cerca de 140 kg de palha e 140 kg de bagaço em base seca, ou seja, 12 toneladas de palha e 12 toneladas de bagaço. A palha de cana-de-açúcar representa 15% do peso dos colmos da cana madura, ou 12% quando seca.

A Brasil Biomassa desenvolveu uma série de projetos e plantas industriais para o aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar.

Temos um quantitativo de disponibilidade de resíduos de 327.855.000 ton./ano da palha e bagaço um poder calorífico 13,4 MJ/kg que podem ser utilizados na produção do biochar. Essas duas matérias-primas orgânicas (palhiço e bagaço) podem ser convertidas termoquimicamente em biochars, biocarbono e biopellets e briquetes como produtos energéticos para captura e armazenamento de carbono, a capacidade de retenção de água e melhorar a produtividade da cana-de-açúcar.

Os benefícios são esperados tanto para os produtores de cana-de-açúcar quanto para os usineiros por meio da produção de subprodutos valiosos da pirólise de resíduos de bagaço e do palhiço da cana-de-açúcar, bem como o aprimoramento do papel da indústria da cana-de-açúcar nos mercados de energia renovável.

Uma extensa pesquisa desenvolvida revelou uma via promissora para melhorar a recuperação de energia por meio da conversão de resíduos da cana-de-açúcar em novos produtos energéticos.

Essa transformação é obtida empregando técnicas termoquímicas e bioquímicas após o processo de desvolatilização da biomassa. Esses métodos inovadores oferecem uma oportunidade atraente para aproveitar maior potencial energético de sobras da cana-de-açúcar, abrindo caminho para a utilização sustentável e eficiente de recursos.

A versatilidade do bagaço de cana-de-açúcar abre inúmeras possibilidades para sua aplicação em vários setores, fornecendo alternativas sustentáveis e ecologicamente corretas em várias indústrias.

O desafio do setor agroindustrial vai exigir uma enorme quantidade de adubos e fertilizantes e o biochar e a amônia verde pode ser uma solução ao setor.

Uma solução sustentável e multifuncional para mudanças climáticas pode ajudar a construir resiliência em comunidades locais de alto risco e sensíveis ao impacto das mudanças climáticas.

Em face do aumento das temperaturas globais, eventos climáticos extremos e a necessidade resultante de agricultura adaptada, o biochar e a amônia verde oferecem uma solução interseccional para questões em torno da degradação do solo, remoção de carbono, desafios de uso da terra, insegurança alimentar e desenvolvimento econômico.

Desde 2022, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) defende que as tecnologias de remoção de dióxido de carbono (CDR) são um complemento necessário às reduções de emissões para atingir um futuro líquido zero e limitar o aquecimento global a 2°C ou menos.

O desenvolvimento da atividade industrial, as flutuações nos mercados dos combustíveis fósseis bem como as exigências em termos ambientais devido às alterações climáticas a nível global, tem conduzido a uma utilização cada vez mais intensiva dos recursos naturais, nomeadamente de recursos biológicos vegetais.

Esta utilização faz-se não só para fins energéticos mas também, e cada vez mais, para a obtenção de bioprodutos. O aperfeiçoamento da conversão da variedade de recursos vegetais em produtos químicos e energia é a chave (bioeconomia) para que a economia mundial utilize de forma intensa a biomassa sustentável (cana-de-açúcar) renovável.

A valorização da biomassa cana-de-açúcar em biorrefinaria, tem uma relevância crescente, pois integra processos de conversão de biomassa para a obtenção de energia, materiais e produtos químicos, nomeadamente de valor acrescentado tornando-se unidades industriais geradoras de emprego e riqueza.

Trabalhamos na implementação de uma biorrefinaria para promover a gestão sustentável através da produção de produtos de valor acrescentado.

Biorrefinaria Cana-de-açúcar Numa biorrefinaria cana-de-açúcar lignocelulósica, onde a biomassa bruta é primeiro limpa, pré-tratada para melhorar a acessibilidade de açúcares para processamento subsequente e, em seguida, decomposta em seus constituintes primários (celulose, hemicelulose e lignina) por meio de rotas bioquímicas (enzimática) ou químicas (ácida).

A celulose e a hemicelulose são convertidas em açúcares monoméricos. A glicose obtida da hidrólise da celulose é posteriormente convertida em produtos valiosos, como bioetanol, ácido acético, acetona, butanol e ácido succínico, por meio da fermentação.

Neste sentido estamos implantando dois projetos de formação de biorrefinaria cana-de-açúcar avançada com a matéria-prima da palha, bagaço e a vinhaça envolvendo diferentes materiais (resíduos do cultivo e do processamento da cana-de-açúcar) de biomassa renovável sem valor comercial. Uma alternativa sustentável e energética com a geração de recursos aos produtores da cana-de-açúcar.

As operações do setor sucroenergético geram subprodutos que são frequentemente deixados em decomposição (palha), liberando dióxido de carbono e metano na atmosfera. O uso dos resíduos da cana-de-açúcar como matéria-prima energética pode mitigar essas emissões, ao mesmo tempo em que fornece uma fonte de energia sustentável.

Seus usos não só oferecem uma oportunidade de utilização da biomassa para fins comerciais, como também contribuem para o armazenamento de carbono a longo prazo, reduzindo potencialmente a pegada de carbono geral em comparação com a combustão. Tecnologias avançadas, como pirólise e gaseificação, tornaram viável a conversão desses materiais em biocombustíveis de alta energia.

Trabalhamos no desenvolvimento da plataforma para a implantação da biorrefinaria, com uma avaliação técnica (mapeamento e suprimento) para o aproveitamento integral dos resíduos (matérias-primas) de origem da cana-de-açúcar, na performance da engenharia conceitual e tecnologia de conversão térmica e no desenvolvimento dos bioprodutos energéticos.

Trabalhamos no planejamento da etapa de “sourcing, preparação” na cadeia de suprimento (sustentabilidade) da matéria-prima (disponibilidade potencial da lignina, celulose e dos compostos alvo) com amplo conhecimento da variabilidade da biomassa (avaliação laboratorial da composição da biomassa, carbono e extrativos) para interagir na aplicação da melhor tecnologia (pirólise, hidrólise ou auto-hidrólise para recuperação de antioxidantes e celulose, digestão anaeróbica, torrefação e gaseificação).

Assim estamos trabalhando no desenvolvimento inovador de implantação de duas biorrefinarias florestais avançadas e sustentáveis. Utilizando matérias-primas naturais (florestal) para a produção de bioquímicos (produtos à base de lignina e de fibras da celulose e de bioetanol ou etanol de baixa emissão) ecologicamente corretos que podem substituir produtos à base de petróleo. Nossas soluções energéticas e sustentáveis podem desempenhar um papel importante no enfrentamento de alguns dos maiores desafios do mundo: o crescimento populacional e as mudanças climáticas.

A utilização de matérias-primas (desenvolvemos uma avaliação do ciclo de vida da biomassa de origem sustentável até os produtos finais) renováveis (cana-de-açúcar) em produtos que substituem alternativas (melhor desempenho ambiental) à base de petróleo (bioetanol) e que resultam em baixa pegada de carbono. (melhoria ambiental na cadeia de valor).

PRIMEIRO PROJETO EM DESENVOLVIMENTO DE IMPLANTAÇÃO BIORREFINARIA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESPÍRITO SANTO. O PROJETO ENVOLVERÁ A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E DE MAPEAMENTO E DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DA PALHA, DO BAGAÇO PARA A PRODUÇÃO DE NOVOS PRODUTOS.

Biopolímeros. Utilizando todos os componentes dos resíduos da biomassa (cana-de-açúcar), a empresa pretende produzir biopolímeros à (agentes ligantes e dispersantes de lignina) e vanilina, fibras e bioetanol avançado.

Estamos avaliando as potencialidades da biomassa da cana-de-açúcar, em diferentes etapas: (1) componente biopolímero em misturas de polímeros termoplásticos; (2) melhorias nas

propriedades interfaciais por modificação química que fornecem melhor compatibilidade com polímeros sintéticos; e (3) pode ser despolimerizada para ser convertida em produtos químicos de plataforma para a síntese de vários polímeros.

A valorização eficiente da biomassa é crucial para substituir a matéria-prima atual à base de petróleo e estabelecer biorrefinarias da cana-de-açúcar mais sustentáveis e competitivas. Temos um recurso industrial de grande volume e baixo custo para a produção de produtos químicos aromáticos renováveis sendo um importante subproduto da indústria da cana-de-açúcar etanol.

A valorização da biomassa da cana-de-açúcar tem o potencial de melhorar tanto a viabilidade econômica quanto o desempenho ambiental das usinas. Entre os diferentes métodos de despolimerização, a despolimerização oxidativa é geralmente atrativa devido às condições operacionais relativamente brandas e à sua capacidade de produzir produtos específicos com múltiplas funcionalidades.

A despolimerização oxidativa pode ser usada para produzir produtos químicos valiosos, como aldeídos e ácidos aromáticos, bem como ácidos carboxílicos alifáticos.

A biomassa da cana-de-açúcar em biorrefinarias pode ser utilizada química e bioquimicamente para produzir fenólicos essenciais de valor agregado verde, ou seja, vanilina, aldeídos fenólicos, compósitos, fibras de carbono de alto desempenho adesivos, eletrodos de bateria de grafeno, resinas, cargas, pigmentos, aditivos na indústria de cimento, adsorventes e preparações de corantes.

Os biopolímeros são utilizados em uma ampla gama de aplicações no mercado final, como químicos, baterias, ligantes industriais e construção civil. A vanilina (base biomassa florestal) será fornecida para empresas de aromas e fragrâncias, bem como para a indústria de alimentos e bebidas. Também a biorrefinaria estará produzindo a celulose especial de alta pureza, principalmente para uso como matéria-prima na produção de éteres e acetato de celulose e ainda de fibras para aplicações industriais.

Bioetanol Segunda Geração. A biorrefinaria também vai trabalhar na produção de produtos químicos como o bioetanol de segunda geração (altamente sustentável de origem da cana-de-açúcar com as emissões de aproximadamente um décimo do etanol sintético) e intermediários químicos finos para agentes de contraste com uma variedade de aplicações em setores como agricultura, construção civil e cimentos, produtos químicos, farmacêuticos e cosméticos, alimentos, baterias e biocombustíveis.

Biogás, Biometano, Biofertilizantes, CO2 industrial, Amônia e Hidrogênio baixo carbono Numa segunda fase a biorrefinaria vai desenvolver novos produtos energéticos utilizando o palhiço e a vinhaça e a torta de filtro como substrato de matéria-prima para a produção de biogás, biometano, biofertilizantes, CO2 industrial, amônia e hidrogênio baixo carbono. Em particular, os resíduos da cana-de-açúcar são reconhecidos como matéria-prima atraente para biorrefinarias devido aos efeitos que podem ser obtidos ao mesmo tempo em que previnem a poluição ambiental.

Desenvolvemos uma série de testes de fermentação da palha, vinhaça e torta fpara explorar os melhores parâmetros de processo e características para a produção de biogás e biometano.

Os resultados mostraram que um pré-tratamento biológico e químico combinado melhorou efetivamente a produtividade de biogás e do biometano da cana-de-açúcar como substratos de fermentação. Os tipos de biomassa da cana-de-açúcar são abundantes e amplamente disponíveis, portanto, têm sido consideradas um substrato para fermentação anaeróbica. O pré-tratamento é uma solução promissora para melhorar a biodegradabilidade e atingir uma maior produção de biogás e biometano de materiais lignocelulósicos.

O biometano pode substituir diretamente o gás natural ou, de outra forma, servir como substituto de outros combustíveis fósseis, dependendo da aplicação final. A vantagem de produzir biometano a partir dos resíduos da cana-de-açúcar é que ele pode ser usado nos setores de energia, construção e indústria e, portanto, pode gerar mais economia de custos para a sociedade.

E ao mesmo tempo, ajudaria na descarbonização da aviação e do transporte marítimo que necessitam de combustíveis líquidos renováveis.

Isso significa que pode fazer sentido usar uma grande parte dos resíduos disponíveis para produzir biocombustíveis e principalmente para descarbonizar totalmente o transporte no Brasil, seja na forma de biometano, hidrogênio verde ou combustível líquido. Como o biometano produzido localmente reduz a necessidade de importação de gás natural, ele pode melhorar diretamente a independência e a segurança energética e proteger contra a exposição à volatilidade dos preços do gás natural.

O aproveitamento da palha, torta e da vinhaça como matéria-prima para a produção de biogás/biometano representa uma oportunidade para reduzir a demanda por combustíveis fósseis e a importação de eletricidade na matriz energética de áreas urbanas.

O valor do biogás e do biometano é reforçado como o Cenário de Desenvolvimento Sustentável (EDS) da AIE, que atende integralmente às metas globais de combate às mudanças climáticas, melhoria da qualidade do ar e acesso à energia moderna.

Estamos também avaliando a possibilidade de utilização dos resíduos da cana-de-açúcar como uma matéria-prima significativa para a produção de hidrogênio devido ao seu alto teor de celulose, abundância e teor mínimo de enxofre. Essas características as tornam adequadas para diversas tecnologias de produção de hidrogênio, incluindo biohidrogênio e processos de reforma líquida derivados de biomassa, contribuindo para a produção sustentável de energia. Uma estratégia é a reforma a vapor de metano, mais econômica e com alta capacidade de produção.

Bem como uma avaliação da fermentação anaeróbica por microrganismos pode produzir hidrogênio diretamente a partir de biomassa da cana-de-açúcar, oferecendo um método energeticamente eficiente que utiliza resíduos orgânicos para a produção de bioprodutos.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU destacam o potencial do uso de folhas para a produção de hidrogênio. Acompanha o progresso global em direção ao ODS7, que visa garantir energia confiável, acessível, sustentável e moderna para todos.

O hidrogênio verde (catalisador para a sustentabilidade ambiental, o crescimento econômico e o progresso social), uma fonte promissora de energia limpa, desempenha um papel vital na descarbonização e na obtenção de emissões líquidas zero até 2050 (produz energia limpa e gestão eficiente de resíduos).

SEGUNDO PROJETO EM DESENVOLVIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE BIORREFINARIA CANA-DE-AÇÚCAR NO MATO GROSSO COM INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE PIRÓLISE (PRODUÇÃO DE BIOCARBONO, BIOÓLEO E GÁS DE SÍNTESE) OU BIOCHAR (EXTRATO PIROLENHSO E VINAGRE DE MADEIRA) E DE GASEIFICAÇÃO (PRODIÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE COM USO DA BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR.

Gaseificação de Biomassa da Cana-de-açúcar. A gaseificação de biomassa é uma integração de inúmeras etapas sobrepostas, o que impossibilita o controle e a otimização dessas diferentes etapas de forma distinta em um gaseificador de estágio único. Uma estratégia de gaseificação atípica separa a pirólise e a gaseificação de biomassa em estágios separados com controle individual, que são então posteriormente integrados, ou seja, uma gaseificação em vários estágios.

Biocarbono e Biochar. Ela evita a mistura de voláteis produzidos e biocarvão (biocarbono ou biochar). Assim temos uma maior pureza do gás de saída, taxa de transformação de biocarvão e eficiência, juntamente com baixos níveis de formação de alcatrão, podem ser alcançados ao empregar esta estratégia.

A pirólise é a decomposição térmica da biomassa que ocorre na ausência de oxigênio com faixas de temperatura de operação de 350 a 550 °C que podem chegar a até 700 °C. O processo de pirólise decompõe materiais orgânicos em misturas sólidas, líquidas e gasosas.

Os produtos de pirólise são transportados para uma unidade central de gaseificação de biomassa, melhorando assim a densidade energética do vetor de energia transportado e, portanto, a economia da cadeia de suprimentos.

A densidade energética é significativamente aumentada quando a biomassa é transformada em óleos pirolíticos ou biocarbono/biochar (aumento na densidade onde o cavacos de madeira é de 8 GJ m^{-3} e o bio-óleo e o biocarbono/biochar aumentam para 30 GJ m^{-3} e 26 GJ m^{-3}).

Desenvolvemos uma gaseificação multi estágio onde pirólise (aumento da quantidade de carbono orgânico no solo - método de sequestro de carbono) e a gaseificação são realizadas em zonas divididas dentro de um gaseificador. Isso permitiu a conversão de biomassa da cana-de-açúcar em produtos utilizáveis em configurações operacionais otimizadas para cada etapa individual. O principal objetivo deste conceito foi obter um gás de síntese limpo (gás combustível para geração de calor) e de alta qualidade com baixo teor de alcatrão.

O biochar é conhecido por recircular o carbono orgânico de volta ao solo e auxiliar na adsorção iônica, evitando assim a lixiviação de nutrientes e minerais vitais para as águas subterrâneas.

Além disso, a capacidade de retenção de água é aprimorada quando o biochar é misturado a solos arenosos (alternativa neutra em carbono para a produção de fertilizante ecológico). O biochar pode ser fonte de energia, misturado com fertilizantes para remediação do solo ou usado como redutor para aplicações metalúrgicas (biocarbono), catalisadores ou adsorventes.

Hidrogênio verde. Na segunda fase estaremos desenvolvendo um modelo de gaseificação integrada com reatores de deslocamento de água-gás e uma unidade de recuperação de produto para produção de hidrogênio. A gaseificação de biomassa da cana-de-açúcar é um tratamento térmico que resulta em alta produção de produtos gasosos.

A reforma do vapor de hidrocarbonetos (oxidação parcial de resíduos e do vapor selecionada de compostos aromáticos e a gaseificação) para produzir uma mistura de H_2 e CO_2 (gás de síntese), seguida pela conversão por deslocamento de água-gás para produzir H_2 e CO_2 .

O gás hidrogênio será produzido pela gaseificação de vapor de resíduos carbonizados. A energia necessária para o processo de carbonização pode ser minimizada por meio da economia parcial de energia do reator de gaseificação.

A biomassa (cana-de-açúcar) pode ser considerada a melhor opção e tem o maior potencial, atendendo às necessidades energéticas para garantir o fornecimento de combustível zero carbono (produção de hidrogênio de forma sustentável).

A gaseificação da biomassa (cana-de-açúcar) oferece a rota mais rápida e econômica para a produção de hidrogênio renovável. O hidrogênio é um combustível limpo, sem emissões de CO_2 , e pode ser facilmente utilizado em células de combustível para geração de eletricidade.

Além disso, o hidrogênio apresenta um alto rendimento energético de 122 kJ/g, 2,75 vezes maior que os combustíveis de hidrocarbonetos.

O uso do hidrogênio como combustível para transporte e aplicações estacionárias está recebendo muita atenção favorável.

O gás hidrogênio está sendo explorado para uso em motores de combustão e veículos elétricos a célula de combustível e poderá ser utilizado em transporte de caminhões, aeronaves e navios.

Espera-se que a geração sustentável de biocombustíveis a partir de biomassa residual da cana-de-açúcar seja uma parte importante da estratégia de gestão energética para este século. A biomassa, em todas as suas formas, é atualmente considerada a quarta maior fonte primária de energia e um substituto viável, num futuro não muito distante, para aplicações atualmente dependentes de combustíveis fósseis.

Uma maneira promissora de reduzir o impacto da produção de biomassa da cana-de-açúcar é a aplicação plena dos princípios da (bio)economia circular: o uso circular de madeira e subprodutos e a priorização do uso de resíduos que são de vital importância para a produção de biocombustíveis energéticos e na busca de uma transição energética zero carbono.

A descarbonização industrial no Brasil poderá ocorrer de forma diferente em diferentes setores industriais, dependendo das características locais, da viabilidade das opções de descarbonização pode ser fortemente influenciada pelo preço e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar, eletricidade renovável e locais de armazenamento de carbono.

Portanto, diferentes estratégias e caminhos para reduzir as emissões em todos os setores devem ser explorados. E avaliamos os tipos de biomassa da cana-de-açúcar.

Finalmente, avaliamos as principais tecnologia para aproveitamento da biomassa da colheita e do processamento da cana-de-açúcar. Enumeramos as tecnologias:.

1. Tecnologia de aproveitamento da palha da cana-de-açúcar para a produção de Biochar (extrato pirolenhoso e vinagre da madeira) para sequestro de carbono, fertilizante ecológico e para agricultura regenerativa. A alta demanda por fornecimento de energia em uma população mundial crescente requer o uso de alternativas não fósseis como chave fundamental para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e limitar o aquecimento global. A produção de biocombustíveis líquidos é uma ação importante para conter o aquecimento global, pois representa uma tecnologia madura, escalável e bem desenvolvida, com comprovada baixa pegada de carbono.

Nas últimas décadas, a colheita pré-queima foi quase abolida, e o sistema mecanizado verde foi adotado em quase 97% das áreas de cana-de-açúcar no centro-sul do Brasil.

Como consequência, grandes quantidades de palha, variando de 10 a 20 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, foram depositadas nos canaviais, disponibilizando aproximadamente 80 milhões de toneladas de palha por ano.

A manutenção da palha na superfície do solo promove mudanças substanciais no sistema de produção de cana-de-açúcar, como melhorias na qualidade do solo e nos estoques de carbono (C), e aumento das emissões de N_2O do solo. Assim, além de gerar diversos benefícios ao sistema solo-planta-atmosfera, a manutenção da palha na superfície do solo também representa uma valiosa matéria-prima que pode ser convertida em biocombustíveis avançados, uma questão de interesse de várias empresas.

Uma das rotas potenciais para produzir biocombustíveis avançados usando biomassa lignocelulósica é a pirólise, através da qual a biomassa é exposta a altas temperaturas em níveis baixos ou nulos de oxigênio para ser convertida em bio-óleo, biogás e biochar. O bio-óleo pode ser usado na produção de biocombustíveis avançados (ou seja, combustíveis de aviação sustentáveis), o biogás é usado no fornecimento de energia e o biochar é aplicado principalmente em solos agrícolas.

O biochar é um material carbonizado rico em C aromático que tem sido usado como um corretivo do solo em campos agrícolas para fornecer vários serviços ecossistêmicos.

Um impacto ambiental positivo dessa prática é a redução potencial das emissões de N_2O , um gás traço emitido em baixas quantidades, mas com um potencial de aquecimento global 273 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2).

A palha de cana-de-açúcar tem sido considerada uma matéria-prima promissora e econômica para a produção de bioenergia por meio da pirólise. O biochar à base de palha é um subproduto da pirólise de biomassa que tem o potencial de mitigar as emissões de óxido nitroso.

2. Tecnologia de aproveitamento da vinhaça e da torta de filtro da cana-de-açúcar para a produção de Biometano. A produção de etanol de cana-de-açúcar gera cerca de 360 bilhões de litros de vinhaça, um efluente líquido com uma demanda química média de oxigênio de 46.000 mg/L.

A vinhaça ainda contém cerca de 11% da energia original do caldo de cana, mas essa energia química é diluída. Esse resíduo, geralmente descartado ou aplicado na fertirrigação, é um substrato adequado para digestão anaeróbica.

Com um potencial de biometano variando de 215 a 324 L de metano produzido por quilo de matéria orgânica na vinhaça, a DA poderia melhorar a produção de energia das biorrefinarias de cana-de-açúcar.

A vinhaça é um coproduto necessário da destilação, gerado em grandes quantidades (10–15 L por litro de etanol). É rico em resíduos orgânicos e minerais, levando a um tremendo problema ambiental, e também a muitas oportunidades de processamento. O aumento da circularidade em direção a biorrefinarias de desperdício zero torna diferentes aplicações de vinhaça cada vez mais atraentes, como fertilizante, ração animal ou fonte de energia por meio de DA. Este último é cada vez mais importante, com pesquisa ativa e implementação recente em larga escala.

A vinhaça da cana-de-açúcar é um subproduto da indústria da cana-de-açúcar e pode ser usada para geração de biometano.

Esse processo envolve microrganismos quebrando a matéria orgânica na vinhaça na ausência de oxigênio, produzindo metano e dióxido de carbono, bem como um resíduo rico em nutrientes que pode ser usado como fertilizante. O biometano pode ser usado como uma fonte renovável de energia para eletricidade e transporte.

3. Tecnologia de aproveitamento do palhiço e do bagaço da cana-de-açúcar para a produção de Biopellets. A crescente valorização de matérias-primas lignocelulósicas renováveis e econômicas representa uma abordagem viável, sustentável e ecologicamente correta para a produção de biopellets como fontes alternativas de energia

A biomassa da cana-de-açúcar tem o potencial de ser uma fonte de energia alternativa sustentável, acessível, renovável e ecologicamente correta. Devido a várias desvantagens, incluindo sua facilidade de absorção e liberação de água, alto teor de umidade e baixo valor calorífico, a biomassa da palha da cana-de-açúcar deve ser pré-tratada por meio de moagem ou secagem.

Um dos problemas com que o setor energético está lidando atualmente é o armazenamento de grandes quantidades de combustível de biomassa da cana-de-açúcar. Para resolver esse problema, a biomassa da cana-de-açúcar (palha e bagaço) é convertida em combustíveis sólidos, como biopellets, para facilitar o manuseio, o transporte e o armazenamento.

Além disso, os biopellets da cana-de-açúcar são uma maneira rápida e fácil de gerar energia de biomassa zero carbono, que é eficiente e renovável.

4. Tecnologia Bioenergia da Cana-de-açúcar com Captura e Armazenamento de Carbono é uma tecnologia essencial para reduzir as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). No relatório avaliamos os detalhes desta tecnologia como uma cadeia de suprimentos multifacetada que tem a vantagem de permitir emissões negativas enquanto gera energia.

Sua versatilidade é ilustrada pela possibilidade de usar toda a gama de matérias-primas de biomassa da cana-de-açúcar e muitas vias de conversão. É uma tecnologia altamente adaptável, pois pode ser aplicada a uma variedade de indústrias como a do setor sucroenergético.. Uma vez que o dióxido de carbono (CO₂) tenha sido capturado, ele deve ser transportado e armazenado, ou mesmo reutilizado. No entanto, a reutilização pode às vezes resultar em nenhuma emissão negativa, pois o CO₂ é liberado na atmosfera em curto prazo.

Num contexto em que limitar o aquecimento global se tornou uma questão urgente, os projetos de captura de carbono ao setor sucroenergético precisam de ser encorajados e apoiados para garantir que podem continuar a enfrentar os desafios do futuro.

A captura pós-combustão opera em baixas pressões e é adequada para gases de combustão de baixas concentrações de CO₂, mostrando altas eficiências de laboratório a escala comercial.

Essa tecnologia pode reduzir significativamente as emissões de CO₂ das usinas de cana-de-açúcar. O projeto está focado na tecnologia de captura baseada para determinar a viabilidade de capturar gases de combustão diretamente versus a necessidade de concentrar o CO₂ para melhor captura. Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono, o Beccs consiste em uma tecnologia que combina a geração de energia a partir de recursos renováveis – como a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar – com a captura de gás carbônico gerado no processo, que é tratado e depois armazenado em uma formação geológica.

Assim, enquanto as iniciativas tradicionais de captura e armazenamento de carbono (CCS) estão associadas à queima de combustíveis fósseis – como o gás natural –, os sistemas Beccs vão um passo além ao contribuir para emissões negativas de gases de efeito estufa, ou seja, liberando a menor quantidade possível desses gases e reabsorvendo as emissões restantes

5. Tecnologia Biocarvão/Biocarbono Bio-óleo e Gás sintético com uso da biomassa da cana-de-açúcar. O biocarvão ou biocarbono recentemente ganhou atenção como um substituto potencial para o carvão em processos siderúrgicos e alumínio devido ao seu potencial de captura de carbono.

Os biocombustíveis produzidos a partir de biomassa residual da cana-de-açúcar, como biocarvão, bio-óleo ou gás de síntese, podem ser uma substituição propícia para combustíveis fósseis.

O biocarvão recebeu muito interesse como um substituto potencial devido à sua alta combustibilidade, alto conteúdo energético, melhor moabilidade e capacidade reduzida. Além disso, a principal vantagem de usar biomassa ou biocarvão como combustível é sua neutralidade de carbono. No relatório avaliamos os detalhes de produção de biocarvão/biocarbono, bio-óleo e gás sintético da biomassa (palha e bagaço) da cana-de-açúcar.

6. Tecnologia de Hidrogênio Verde com uso do bagaço da cana-de-açúcar. Combustíveis alternativos de baixas ou zero emissões de CO₂ como a biomassa da cana-de-açúcar são uma solução viável para substituir combustíveis fósseis. A combustão de Hidrogênio é responsável por zero emissões de CO₂. O Hidrogênio verde é um substituto ao gás natural como retratamos no relatório. O etanol de segunda geração pode ser uma excelente matéria-prima para produzir hidrogênio verde, uma vez que é produzido a partir da fermentação da biomassa da cana-de-açúcar e é um método de emissão zero.

Pesquisas sobre a utilização efetiva do bagaço e da palha da cana-de-açúcar demonstraram avanços significativos na produção de biohidrogênio. A integração de estratégias inovadoras de pré-tratamento, como hidrólise ácida, tratamentos oxidativos e sacarificação enzimática, provou ser essencial para melhorar a recuperação de açúcar e a eficiência dos processos de fermentação.

Estudos sobre a produção sequencial de hidrogênio e metano, bem como o uso da dinâmica microbiana para otimizar a fermentação, ressaltam ainda mais a versatilidade da cana-de-açúcar como matéria-prima de biohidrogênio.

A mudança global em direção ao biohidrogênio representa uma oportunidade para o Brasil alavancar sua extensa infraestrutura de cana-de-açúcar.

No entanto, concretizar esse potencial requer abordar barreiras tecnológicas e logísticas, incluindo a otimização de cadeias de suprimentos, desenvolvimento de tecnologias avançadas de conversão e expansão de colaborações de pesquisa como no presente relatório.

Ao investir nessas áreas, o Brasil pode fortalecer seu papel na formação do futuro da produção de biohidrogênio

Depois dos combustíveis fósseis, a biomassa e a energia solar são consideradas a fonte de longo prazo para a produção de energia de hidrogênio.

Usando biomassa da cana-de-açúcar como alimentação, a produção de hidrogênio verde pode ser feita por tecnologia de gaseificação para o desenvolvimento de energia sustentável.

A biomassa da cana-de-açúcar é a melhor maneira de produzir hidrogênio verde, que é mais limpo e econômico, e é considerado uma das maneiras sustentáveis . Utilizamos em teste industrial o bagaço de cana-de-açúcar como biomassa para a produção de hidrogênio. Desenvolvemos três modelos de processos de gaseificação de biomassa: fluidizado, leito fixo integrado e processo de água supercrítica. Eles são mais eficazes em matérias-primas ricas em lignina e produzem alta produção de gás de síntese.

Hidrogênio desempenha um papel cada vez maior na economia verde. Estima-se que esta transição reduza as emissões de CO₂ em até 30% até 2030. Essas opções variam do aumento da eficiência energética e do uso da biomassa da cana-de-açúcar como fonte de geração de energia térmica (aquecimento, calor e vapor) ao desenvolvimento e implantação de novas tecnologias de emissões negativas ou zero carbono.

A coalimentação de hidrogênio junto com biomassa da cana-de-açúcar para aquecimento industrial é uma abordagem emergente que está sendo explorada por várias indústrias como parte dos esforços para reduzir as emissões de carbono e fazer a transição para fontes de energia mais sustentáveis. O hidrogênio poderia teoricamente ser usado como um agente redutor.

Isso permite a redução sem a produção de quaisquer gases de efeito estufa.

Uma grande quantidade de hidrogênio precisa ser adicionada à reação a uma taxa estável, enquanto a água produzida pela reação deve ser constantemente removida. Altas temperaturas são necessárias para a reação, no mesmo o ponto de fusão. Ampliamos o leque de opções de uso energético da biomassa da cana-de-açúcar com as tecnologia de produção de biocarvão/biocarbono, bio-óleo e gás de síntese como um substituto do carvão, óleo diesel e o gás natural. Bem como a utilização do biometano e do hidrogênio verde como um substituto do gás natural.

Esforços estão em andamento para desenvolver e implementar processos de baixo carbono e neutros em carbono, aumentar o uso de fontes de energia renováveis, avançar na pesquisa de novos materiais e tecnologias e envolver as partes interessadas para impulsionar iniciativas de sustentabilidade com uso da biomassa residual da cana-de-açúcar.



AMÔNIA VERDE



PROJETOS E INVESTIMENTOS AMÔNIA VERDE NO BRASIL

Projetos Amônia e Hidrogênio Verde. O Brasil conta atualmente com 111 empreendimentos na área de hidrogênio verde, um combustível limpo que não gera poluição. Esta informação faz parte de um mapeamento inédito realizado pela consultoria CELA (Clean Energy Latin America). Os projetos, que abrangem também a produção de amônia verde, e-metanol e aço verde, totalizam investimentos de R\$ 454 bilhões e são distribuídos por quinze estados.

O Brasil possui vários projetos de amônia verde, que visam a produção sustentável do composto para setores como fertilizantes e indústria química. Destacam-se iniciativas no Ceará, que está sendo transformado em um grande centro de hidrogênio verde com investimentos significativos.

E no Rio Grande do Sul, onde a cidade de Passo Fundo sediará o primeiro hub de amônia verde do estado, com foco em pesquisa e desenvolvimento. Outras empresas como Atvos (em parceria com a Tsubame BHB) e Yara também estão envolvidas em projetos que incluem o uso de biometano e fontes renováveis, como solar e eólica.

Projetos em destaque

Projeto Amônia Complexo do Pecém Ceará (CE): O Ceará abriga um dos maiores centros de produção de hidrogênio verde do mundo, com o Porto do Pecém sendo um local estratégico para o desenvolvimento da indústria de amônia verde, com investimentos de R\$ 17,5 bilhões e capacidade inicial de 1,2 GW.

Hub Amônia Verde Passo Fundo (RS): A cidade gaúcha sediará o primeiro hub de amônia verde do estado, com um projeto que envolve a prefeitura, a empresa BeGreen Bioenergia e a Universidade de Passo Fundo (UPF).

A iniciativa, com investimento de R\$ 50 milhões, pretende construir uma planta industrial no campus da universidade, com início das obras previsto para o primeiro semestre de 2026.

Atvos e Tsubame BHB: Esta parceria busca desenvolver um projeto de amônia aquosa verde, utilizando hidrogênio verde e nitrogênio capturado do ar, com a base tecnológica desenvolvida pela Tsubame BHB. O projeto visa a descarbonização da agricultura.

Yara Brasil: A empresa já deu um passo para a produção de amônia verde no Brasil com a aquisição de biometano, mas também possui outros projetos que utilizam energia eólica, solar e hídrica.

Projeto Solatio Parnaíba Piauí. O Grupo Solatio investirá em um grande projeto de hidrogênio e amônia verdes em Parnaíba-PI, com investimento de R\$ 27 bilhões. Outras iniciativas também estão sendo desenvolvidas em diversos estados do Brasil, com o objetivo de descarbonizar a produção de fertilizantes.

Projeto de hidrogênio e amônia verde no Piauí terá R\$ 27 bilhões. A unidade será instalada na ZPE de Parnaíba, consolidando o estado como referência em energia renovável. Liderado pela empresa Solatio, o projeto prevê investimento de R\$ 27 bilhões e deve gerar cerca de três mil empregos diretos e indiretos. A unidade será instalada na ZPE de Parnaíba, consolidando o estado como referência em energia renovável.

Um projeto de mais de 20 bilhões de reais em investimentos e que se coloca como o maior projeto de engenharia verde do planeta. A instalação do projeto agora depende da análise do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

A unidade terá capacidade de geração de 3 GW anuais, alinhando-se à Missão 5 do programa Nova Indústria Brasil (NIB), que incentiva a bioeconomia, a descarbonização e a segurança energética. A produção será voltada principalmente para a Europa e Ásia, mercados que registram demanda crescente por combustíveis sustentáveis.

Para viabilizar a produção desses combustíveis, será necessária a instalação de novas usinas renováveis, com uma capacidade total de noventa gigawatts (GW). Essa demanda é crucial para atender os negócios já em andamento no país.

A análise do CELA também destaca a competitividade da amônia verde brasileira em relação à amônia produzida a partir de combustíveis fósseis.

O custo da amônia verde no Brasil varia entre US\$ 539 e US\$ 1.103 por tonelada, enquanto a amônia convencional pode chegar a US\$ 1.300 por tonelada. Não que diz respeito ao hidrogênio verde, o preço oscila entre US\$ 2,83/kg e US\$ 6,16/kg, o que demonstra um potencial significativo para o desenvolvimento desse setor no país.

Esses dados revelam um cenário promissor para o Brasil que não tange à transição energética e à redução da dependência de combustíveis fósseis.

O investimento em hidrogênio verde e suas variantes pode não apenas contribuir para a sustentabilidade ambiental, mas também gerar novas oportunidades econômicas e de emprego. Além disso, a competitividade da amônia verde pode posicionar o Brasil como um player importante no mercado global de energias renováveis.

Com o aumento da demanda por soluções sustentáveis, o país tem a chance de se destacar na produção de combustíveis limpos e na exportação de tecnologia. Iniciativas como essas devem ser melhoradas pela sociedade civil, que podem se unir para promover projetos que incentivem a produção e o uso de energias renováveis. A colaboração entre diferentes setores pode ser fundamental para transformar essa realidade e garantir um futuro mais sustentável para todos.

O Brasil está solidificando sua posição como líder na transição industrial de descarbonização com o anúncio de três projetos selecionados pelo Acelerador da Transição Industrial (ITA – Industrial Transition Accelerator) para seu Programa de Apoio a Projetos no país.

Esses projetos, desenvolvidos pela European Energy, Fortescue e Green Energy Park, juntam-se à Atlas Agro - a empresa por trás do primeiro projeto anunciado durante o lançamento do programa do ITA no Brasil, em outubro - em um conjunto crescente de projetos de baixo carbono que serão promovidos e apoiados.

Selecionados por seu alinhamento com a missão do ITA de descarbonizar a indústria pesada e o transporte de longa distância, os projetos representam avanços importantes na implantação de tecnologia industrial verde em escala comercial no Brasil.

European Energy. A European Energy está desenvolvendo a primeira fábrica em larga escala do Brasil para produzir metanol sintético e amônia verde a partir de hidrogênio verde (e-metanol) no Complexo Industrial e Portuário de Suape. Uma planta de aproximadamente US\$ 344 milhões tem como meta uma capacidade de produção de 100.000 toneladas por ano e poderia evitar até 254.000 toneladas por ano de emissões de CO₂e em comparação com a produção convencional de metanol.

H2V Fortescue. O projeto H2V de Fortescue está desenvolvendo uma instalação integrada de engenharia e amônia verde no Porto de Pecém, capaz de produzir 168.000 toneladas de hidrogênio por ano (equivalente a 0,9 milhão de toneladas de amônia), com requisitos de investimento total de cerca de US\$ 4 bilhões. Uma vez em operação, cada tonelada de produção produzida evitaria cerca de 12 toneladas de emissões de CO2 e normalmente associadas à produção dessa mercadoria.

Green Energy Park. O Green Energy Park está desenvolvendo uma unidade de produção e exportação de amônia verde no Estado do Piauí, cuja primeira fase tem como meta uma capacidade de exportação de 2,1 milhões de toneladas por ano e envolveria um investimento de aproximadamente US\$ 4,5 bilhões. Após a conclusão dessa primeira fase, o projeto poderia evitar até 3,2 milhões de toneladas de emissões de CO2e por ano em comparação com a produção convencional de amônia.

O escopo do projeto inclui o uso doméstico de hidrogênio verde para aplicações industriais, como o aço verde, e o estabelecimento de um corredor de transporte verde para a Europa e outras partes do mundo.

Projeto Goiás Biofertilizante Ecológico. Goiás atrai investimento japonês de R\$ 200 milhões para produção de fertilizante ecológico em Mineiros

Durante visita institucional à sede da empresa japonesa Tsubame BHB, na cidade de Yokohama, o secretário de Indústria, Comércio e Serviços, Joel Sant'Anna, acompanhou o governador Ronaldo Caiado na apresentação de um projeto inovador que será implantado no município de Mineiros (GO).

A proposta prevê investimento superior a R\$ 200 milhões para a instalação de uma unidade produtiva de amônia aquosa verde, fertilizante ecológico produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

A iniciativa é fruto de uma parceria entre a Tsubame BHB e a empresa Atvos, e tem potencial para gerar cerca de 90 empregos diretos na região. A tecnologia de ponta desenvolvida no Japão permite a produção de amônia em condições de baixa temperatura e pressão, com menor impacto ambiental e alta eficiência energética. A previsão é que a planta entre em operação a partir de 2028.

A instalação desse projeto em Goiás demonstra a confiança dos investidores japoneses no ambiente de negócios do nosso estado, além de diversificar a indústria goiana e gerar mais emprego e renda para a população.

Em maio, o secretário recebeu os diretores da Tsubame na sede da SIC, em Goiânia, onde foram iniciadas as tratativas. Agora, no Japão, a parceria estratégica se consolida, aliando inovação tecnológica, sustentabilidade e o fortalecimento da cadeia agroindustrial goiana.



BIOCARBONO BIO-ÓLEO GÁS SINTÉTICO



BIOCARBONO PARA PRODUÇÃO AÇO VERDE

O carbono com origem na biomassa é uma alternativa excelente em termos econômico. Enquanto o carvão é extraído das minas, o biocarbono é produzido a partir de matérias-primas renováveis, como resíduos da colheita e extração florestal e do processo industrial da madeira ou resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético com o sistema de pirólise de alta temperatura. Ao contrário do carvão comum, o biocarbono é neutro em dióxido de carbono (zero emissões líquidas de dióxido de carbono).

Projeto Biocarbono Estados Unidos. Após um ano de pesquisa, os pesquisadores superaram alguns dos obstáculos ao uso de carbono de base biológica no processo de fabricação de aço por arco elétrico.

A pesquisa está sendo conduzida no Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais (NRRI) da Universidade de Minnesota, como um projeto de US\$ 4,5 milhões, financiado por uma verba de US\$ 2,9 milhões do Departamento de Energia dos EUA, com uma contrapartida de US\$ 1,6 milhão proveniente de fundos internos do NRRI e da indústria.

Biocarbono para as indústrias siderúrgicas. Uma recente viagem de líderes de pesquisa à Cúpula Europeia de Biocarbono revelou que as siderúrgicas estão prontas e aguardando um produto de biocarbono que possa substituir o carvão fóssil no processo de fabricação do aço.

A produção de aço responde por cerca de 8% das emissões globais de carbono. E embora o planeta Terra tenha sido muito eficaz na transformação de biomassa em carvão ao longo de milhões de anos sob alta pressão e calor, replicar isso na superfície em tempo real apresenta alguns desafios interessantes.

Aço 101: O aço é uma liga de carbono e ferro. É um material essencial para a segurança nacional e a prosperidade econômica.

No processo de fabricação de aço em forno elétrico a arco, carvão fóssil pulverizado é injetado na escória fundida próximo ao final do processo de fusão. Isso produz uma reação de formação de espuma que isola o aço fundido, retendo o calor, além de auxiliar na remoção de impurezas como enxofre e proteger o revestimento de escória no refratário.

A limitação da biomassa processada por pirólise (biocarvão) reside na sua baixa densidade. Além disso, o processo de injeção utiliza pressão pneumática para transportar o material através da escória.

A fonte de carbono precisa ser robusta o suficiente para suportar a transferência para o forno. Para além do transporte, o comportamento do biocarvão na escória não é o ideal. Por si só, a reação de formação de espuma do biocarvão é demasiado violenta.

A espuma sobe rapidamente e dissipa-se também muito depressa. A formação de espuma com carvão injetado eleva a escória alguns centímetros e mantém essa reação. O tempo e a altura, a cinética, é o que estamos a tentar controlar.

O desafio para os pesquisadores do NRRI é densificar o biocarbono poroso e de baixa densidade para que funcione tão bem quanto o carvão fóssil. Ao experimentar diferentes modificadores de desempenho e testar vários aglutinantes, eles desenvolveram um biocarbono que imita essa reação semelhante à do carvão em escala laboratorial e piloto. O material de biocarbono granulado foi testado com sucesso em ensaios de ampliação de escala intermediária de 25 quilogramas em um forno elétrico a arco de uma usina de reciclagem de aço.

Carga de carbono. O próximo objetivo da pesquisa é desenvolver a “carga de carbono”, que é adicionada à sucata de aço e ao ferro metálico no início do processo de fusão para fornecer energia e atuar como agente redutor.

A meta é demonstrar com sucesso o uso de biocarbono nessas etapas de fabricação de aço em escala comercial, em uma usina siderúrgica com forno elétrico a arco em 2026.

Portanto, esse é o foco desta verba do Departamento de Energia. Na última década, a densificação de biocarbono, embora este seja um produto muito mais complexo e refinado do que os que tentamos no passado. As equipes de pesquisa integradas do NRRI possuem qualificação única para desenvolver soluções industriais de base biológica. Os 12 cientistas da equipe de Materiais e Bioeconomia do NRRI trabalham com 10 engenheiros e técnicos da equipe de Minerais e Metalurgia do NRRI, e a equipe de pesquisa de Florestas e Terras do NRRI pode fornecer análises críticas da produção madeireira dos EUA para orientar a disponibilidade de biomassa.

Uma análise do ciclo de vida também faz parte do projeto para compreender os impactos ambientais do biocarbono na siderurgia, bem como uma análise técnico econômica para informar os impactos nos custos da indústria.

Em busca de parceiros globais . Para acelerar essas inovações, os pesquisadores do NRRI estão buscando ativamente parcerias de pesquisa em todo o mundo — empresas siderúrgicas, fornecedores de biomassa, produtores de biocarvão ou outras partes interessadas. O NRRI está realmente na vanguarda do desenvolvimento de carbono metalúrgico industrial devido à ampla experiência em diversas disciplinas que se cruzam nessa área.

O Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais é uma unidade de pesquisa do Sistema da Universidade de Minnesota, com autorização estadual, e três locais no norte de Minnesota, cuja missão é fornecer soluções de pesquisa integradas que valorizem nossos recursos, meio ambiente e economia para um futuro sustentável e resiliente.

Descarbonização do aço. A SDI Biocarbon Solutions é uma joint venture entre a Steel Dynamics e a fornecedora de tecnologia Aymium. A Steel Dynamics é a terceira maior produtora de aço dos Estados Unidos, com produção totalmente baseada em fornos elétricos a arco.

A Steel Dynamics está no caminho certo para atingir emissões líquidas zero até 2050, de acordo com Hansen. Destacando o projeto eólico Canyon Wind de 308 MW da empresa, no oeste do Texas, que está atualmente em andamento, ele afirmou que o projeto tem um potencial significativo de redução de carbono para a empresa — toda essa energia será usada nas operações da Steel Dynamics.

Funde sucata com eletricidade, então ter uma baixa pegada de carbono em relação a essa eletricidade é importante. Como organização, consome cerca de 8 gigawatts-hora por ano — isso é muita eletricidade. Mas o biocarvão, a biomassa, o biochar — as coisas em que todos vocês estão trabalhando — essas coisas já estão aqui, estão disponíveis agora, e são soluções baseadas na natureza, então fazem muito sentido.

SDI Biocarbon Solutions. O biocarvão produzido na SDI Biocarbon Solutions substituirá o carvão antracito usado no processo de fabricação de aço.

Grande parte do carvão antracito vem da região leste dos Estados Unidos, mas também de outros países, importado de lugares como a Rússia e a Ucrânia.

Com um investimento de capital superior a US\$ 300 milhões, a planta da SDI está localizada em uma área de 36 hectares e tem capacidade para produzir mais de 200.000 toneladas de biocarvão anualmente. A fase inicial de operação está em andamento. É uma redução de até 35% em nossas emissões de Escopo 1. E o processo é relativamente simples. Coletamos pinheiros amarelos do sul da região... trituramos até o tamanho apropriado, secamos e utilizamos pirólise de biomassa para convertê-los em carbono de alta fixação... peletizamos o material e o armazenamos para envio à siderúrgica, seja por caminhão ou trem.

O produto final também poderá ser enviado para outras usinas da Steel Dynamics que não estejam localizadas perto do Mississippi, acrescentou. Em relação às emissões e ao controle ambiental na planta, a unidade da SDI Biocarbon Solutions possui uma pequena estação de tratamento de água para resfriamento.

Combate a incêndio e outras necessidades de refrigeração, além de um precipitador eletrostático úmido e um oxidante térmico regenerativo para controle da poluição. É um sistema de controle de emissões de última geração — todas as emissões estão em conformidade com a licença do Título V.

Projeto Vale Biocarbono. A Vale conseguiu pela primeira vez produzir – em escala comercial – uma pelota com qualidade comercial sem o uso de carvão antracito. O teste foi realizado na pelletizadora de Vargem Grande (MG) e a experiência substituiu 100% do combustível fóssil por biocarbono no processo de queima da pelota, aglomerado de minério de ferro utilizado na produção de aço na siderurgia. O biocarbono é um produto renovável, obtido através da carbonização de biomassa e, portanto, de emissão zero.

O carvão antracito é responsável por cerca de 50% das emissões de CO₂ na pelletização, considerado o processo mais intensivo em carbono relativo às emissões diretas da mineradora.

Atualmente, a pelletização corresponde a 30% do total do escopo 1. Inicialmente, o teste substituiu 50% do carvão pelo biocarbono, evoluindo gradativamente até chegar a 100%. No total, a Vale produziu aproximadamente 50 mil toneladas de pelotas, das quais 15 mil com 100% de biocarbono de origem certificada.

Realizado apenas em Vargem Grande, o uso do biocarbono significa uma redução de cerca de 350 mil toneladas de CO₂ por ano, o equivalente à emissão de cerca de 75,4 mil carros populares de 1 mil cilindradas por ano. O escopo 2 refere-se às emissões indiretas, provenientes da compra de energia elétrica. No caso da pelletização, o uso do biocarbono é a principal iniciativa pelo fato de haver um grande potencial de produção de biomassa no Brasil.

No âmbito das mudanças climáticas, a Vale está investindo entre US\$ 4 bilhões e US\$ 6 bilhões para reduzir em 33% suas emissões diretas e indiretas até 2030, alinhada ao Acordo de Paris, com o objetivo de se tornar net zero em 2050.

Além disso, até 2035 a mineradora se comprometeu a cortar em 15% suas emissões de escopo 3, relacionados à cadeia de valor (fornecedores e clientes). "A agenda climática é prioridade para a Vale. Por exemplo, desde 2020 a companhia adota um preço interno de carbono de US\$ 50 por tonelada de CO2 equivalente ao avaliar a alocação de capital em novos projetos.

Para alcançar tais objetivos, a Vale tem investido em tecnologias de baixo carbono, como a utilização de caminhões elétricos de 72 toneladas, já em operação na Indonésia e em Minas Gerais e em cerca de 50 equipamentos de mina subterrânea no Canadá. Entre os avanços no escopo 2, o início da operação da usina do Sol do Cerrado, em Jaíba (MG), considerada uma das maiores plantas solares do país, com capacidade para gerar energia suficiente para o abastecimento de uma cidade com cerca de 30 mil habitantes. NO Escopo 3, a mineradora firmou parcerias com mais de 30 clientes siderúrgicos, que representam cerca de 50% das emissões da companhia.

Na pelletização, destacam-se tanto a substituição do antracito pelo biocarbono, derivado de biomassa certificada de origem vegetal, quanto a substituição do gás natural e do óleo combustível pelo biometano. Para diminuir o consumo de diesel nos equipamentos de mina, opções como biocombustíveis ou eletrificação podem ser adotadas.

O biocarbono é um produto renovável, obtido pela carbonização de biomassa, considerado de emissão zero. O carvão antracito corresponde a cerca de 50% das emissões de CO₂ na pelletização, que, por sua vez, é o processo mais intensivo em carbono considerando as emissões diretas. Atualmente, a pelletização corresponde a 30% do total do escopo 1. O teste foi iniciado com taxa de substituição de 50% do carvão pelo biocarbono, evoluindo gradativamente até chegar a 100%. No total, foram produzidas cerca de 50 mil toneladas de pelotas, das quais 15 mil contavam com 100% de biocarbono de origem certificada..



BIOCHAR EXTRATO PIROLENHOSO VINAGRE DE MADEIRA



BIOCHAR ENERGÉTICO E SEQUESTRO DE CARBONO

Biomassa e Biochar. À medida que a bioeconomia evolui, também deve evoluir a forma como pensamos sobre a utilização da biomassa. E se a chave para desbloquear novas receitas, reduzir o desperdício e atingir metas de sustentabilidade pudesse estar dentro da sua operação atual? O biochar ganhou destaque na indústria da biomassa como um material e uma tecnologia capazes de aumentar o valor dos resíduos e ajudar a revitalizar a indústria manufatureira americana. Embora o biochar já tenha sido considerado um produto de nicho com infraestrutura de mercado limitada, essa percepção está mudando. Com o crescente interesse do mercado e a pressão cada vez maior por soluções circulares e sustentáveis em termos de carbono, o biochar está se mostrando um produto de alto valor agregado.

O biochar é essencialmente carvão vegetal, mas em vez de ser usado para aquecer a churrasqueira, ele é utilizado como um insumo versátil em diversos setores: como aditivo para concreto, componente em substratos hortícolas e corretivo de solo que armazena carbono por milhares de anos.

A produção de biochar envolve o aquecimento de biomassa em ambientes com oxigênio limitado, onde a combustão completa não ocorre, tipicamente em sistemas de gaseificação ou pirólise. A maioria dos sistemas de produção de biochar também gera calor excedente, que pode ser usado para atender à demanda de calor no local ou para produzir eletricidade. Quase qualquer biomassa serve, portanto, a maioria dos produtores de biochar se concentra em resíduos de madeira e processamento agrícola ou outros fluxos de resíduos, o que representa uma oportunidade de agregar valor a esses materiais.

Embora o biochar esteja ganhando destaque atualmente, suas origens remontam à história. Grupos indígenas ao redor do mundo o utilizavam para melhorar a produtividade do solo.

Mais recentemente, muitos produtores de energia de biomassa e caldeiras a lenha vêm produzindo biochar há décadas, mas acabam queimando o material novamente como "cinzas de reinjeção" ou depositando-o em aterros sanitários como "cinzas volantes ricas em carbono".

Isso representa uma nova oportunidade econômica, impulsionada principalmente pela demanda por créditos de remoção de carbono por biochar por grandes corporações como Microsoft, Google e outras. Os pagamentos por esses créditos cobrem grande parte do custo de produção do biochar, tornando-o um insumo de baixo custo nas cadeias de valor industrial, agrícola e de infraestrutura.

Aumentar o uso de biochar nesses setores é fundamental para desbloquear uma indústria próspera — uma que agrega valor aos resíduos agrícolas e florestais. A Iniciativa de Biochar dos Estados Unidos também está focada em integrar o biochar nesses mercados para apoiar um setor de biochar crescente e próspero.

Construindo com Biochar: Concreto que Sequestra Carbono.

Um dos desenvolvimentos mais comentados do último ano foi o uso de biochar no concreto, o que representa uma grande oportunidade para a indústria de biochar, devido ao tamanho da demanda potencial do mercado. O biochar agrega valor de diversas maneiras: sequestra carbono em misturas de concreto de baixo carbono, melhora o desempenho e a cura de misturas de concreto leve e serve como substituto para cinzas volantes de carvão, um ingrediente comum no concreto que está se tornando cada vez mais escasso com o declínio da geração de energia a carvão.

Nos últimos meses, a Holcim, uma das maiores empresas de concreto do mundo, anunciou que estava utilizando biochar em suas linhas de produtos, incluindo uma demonstração na Bienal de Arquitetura de Veneza. Segundo a Holcim, cada tonelada de biochar utilizada no concreto sequestra três toneladas de CO₂, contribuindo para que a empresa alcance suas ambiciosas metas de descarbonização.

Embora o uso de biochar por grandes empresas do setor, como a Holcim, reflita o potencial desse mercado, muitos outros esforços estão em andamento para concretizá-lo. Isso inclui o desenvolvimento de uma norma formal da Sociedade Americana para Testes e Materiais (ASTM) para biochar em concreto, que sustentaria o crescimento desse mercado.

Jardins e Plantas Mais Verdes: Biochar em Substratos para Vasos.

O biochar também é um material cada vez mais popular no setor de jardinagem e paisagismo como componente de substratos para vasos e plantas ornamentais. Os substratos para vasos são geralmente compostos por uma combinação de materiais como perlita, turfa e fibra de coco, todos excelentes para o cultivo de plantas.

No entanto, esses materiais também são caros, têm alta emissão de carbono, são em sua maioria importados e estão sujeitos a interrupções na cadeia de suprimentos — e, muito provavelmente, a tarifas.

Os principais atores desse setor têm buscado alternativas sustentáveis, de baixo custo e produzidas internamente, incluindo o biochar, que pode ser eficaz para substituir a perlita e parte da turfa em substratos de alta qualidade. Com o aumento da produção de biochar, impulsionado pelos mercados de carbono, o biochar também pode se tornar uma alternativa de menor custo.

Só no último ano, a SunGro, uma das principais produtoras de misturas para cultivadores profissionais e marcas para o consumidor final, lançou o substrato Black Bear, que utiliza biochar em vez de perlita. Isso indica o potencial para um grande aumento na demanda por biochar.

Ao mesmo tempo, empresas menores também estão entrando no mercado, incluindo a Rosy Soil, uma startup de substratos para vasos que produz substratos neutros em carbono à base de biochar. A Rosy Soil teve um crescimento impressionante no último ano, conquistando importantes contratos de compra com grandes varejistas, incluindo a Target.

Biochar Base para a Agricultura Regenerativa.

O uso de biochar como corretivo de solo tem sido o principal mercado para a indústria desde o seu início, e por um bom motivo: ele aumenta a retenção de água e nutrientes, melhora a saúde do solo, aumenta a produtividade em muitas culturas e muito mais. Embora eficaz, historicamente, a maioria dos agricultores não conseguiu obter um retorno financeiro significativo, mas, à medida que os preços do biochar caem e seus benefícios se tornam mais claros, esse cenário está mudando.

Além disso, com o crescente interesse na agricultura regenerativa, o biochar está sendo reavaliado.

Ao contrário de outras práticas regenerativas que aumentam o carbono do solo, o carbono presente no biochar é permanente, fornecendo uma base de longo prazo que sustenta a eficácia de outras práticas regenerativas, como o cultivo de cobertura e a compostagem.

A chave para o crescimento desse mercado tem sido a disponibilidade de pagamentos federais de compartilhamento de custos para agricultores por meio de programas do USDA, possibilitando que agricultores em todo o país experimentem o biochar e desenvolvam as maneiras mais econômicas de utilizá-lo. No sudeste dos Estados Unidos, a Ashwood Biochar, uma das principais produtoras de biochar, tem liderado o caminho, ajudando os agricultores a acessar esses programas e a implantar o biochar em milhares de hectares.

Em certos sistemas de cultivo de alto valor agregado no oeste dos EUA, como vinhedos na Califórnia e maçãs no estado de Washington, os agricultores estão descobrindo que a adição de biochar antes do plantio aumenta as taxas de crescimento e a produtividade sem sacrificar a qualidade do produto, resultando em aumento da receita agrícola sem a necessidade de incentivos federais de compartilhamento de custos. Na Califórnia, a Monterey Pacific, uma importante administradora de vinhedos, agora utiliza biochar no plantio da maioria de suas vinhas.

Escrevendo o Próximo Capítulo:

À medida que a demanda cresce nesses setores, a necessidade de especificações claras e baseadas na ciência tornou-se crucial. A Iniciativa de Biochar dos EUA está liderando o desenvolvimento de uma Norma Nacional Americana (ANSI) para testes laboratoriais. A próxima fase prevista é o estabelecimento de padrões ANSI de qualidade e uso final para apoiar o crescimento do mercado e a consistência do produto.

O biochar está se consolidando como uma indústria bem estabelecida. Produtores e fabricantes estão impulsionando o desenvolvimento econômico rural e sustentando empregos na indústria. Esse crescimento está atraindo cada vez mais a atenção de grandes corporações agrícolas e industriais, formuladores de políticas, fornecedores de matéria-prima e outros.

Para os produtores de biomassa e demais envolvidos no setor, a mensagem é clara: o biochar não é apenas um subproduto, mas sim uma oportunidade de negócio.

Com a demanda em alta, agora é o momento de se engajar, inovar e ajudar a escrever o próximo capítulo dessa indústria em rápido crescimento.

Myles Gray Diretor Executivo da US Biochar Initiative



BIOENERGIA BIOMASSA



BIOMASSA TRANSFORMADA EM COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO

Combustíveis de Aviação Sustentáveis. Nos últimos anos, os combustíveis de aviação sustentáveis (SAFs) tornaram-se um elemento chave na estratégia de descarbonização do setor da aviação. Seu potencial para reduzir as emissões de dióxido de carbono em 60–90% em comparação com o querosene de aviação convencional os posiciona como um passo significativo para alcançar as metas climáticas. Além de reduzir as emissões de carbono, os SAFs também oferecem a oportunidade de diminuir o consumo de combustíveis fósseis, já que sua produção é parcialmente baseada em matérias-primas renováveis. No entanto, a produção e a implementação de SAFs enfrentam inúmeros desafios relacionados a custos, fornecimento, políticas e infraestrutura.

As metas estabelecidas para o setor da aviação são bastante ambiciosas e exigirão investimentos financeiros substanciais no desenvolvimento de tecnologias de produção de SAFs.

União Europeia e Regulamento ReFuelEU Aviation A União Europeia introduziu o regulamento ReFuelEU Aviation, que obriga os fornecedores de combustível a aumentarem gradualmente a quota de SAF (Combustíveis de Aviação Sintéticos) nos combustíveis de aviação. A partir de 2026, essa quota deverá atingir 2% e, até 2050, espera-se que suba para 70%. Além disso, a partir de 2030, será exigida uma quota mínima de 1,2% de combustíveis de aviação sintéticos, aumentando para 35% até 2050. Estas metas ambiciosas visam estimular o mercado de SAF; no entanto, a sua concretização depende das capacidades de produção e do apoio político. O aspecto dos combustíveis sintéticos apresenta-se particularmente problemático devido à disponibilidade limitada de tecnologias de produção. Além disso, a produção de combustíveis sintéticos requer hidrogénio verde, que atualmente é muito caro de produzir.

A produção global de SAF em 2026 deverá atingir 2,45 milhões de toneladas, quase o dobro em comparação com o ano anterior.

A Europa responde por mais da metade dessa produção, embora o ritmo de crescimento na região seja mais lento do que a média global.

Em 2025, a produção de SAF na Europa deverá aumentar 29%, para 1,04 milhões de toneladas, e em 2026, a projeção é de que alcance 1,6 milhões de toneladas.

Apesar desses aumentos, o SAF ainda representa apenas uma pequena fração do consumo total de combustível de aviação, o que destaca a necessidade de uma maior expansão da capacidade de produção. A oferta limitada de SAF representa um grande desafio em vista das premissas relativas à sua utilização.

A produção de SAF enfrenta inúmeras dificuldades, incluindo a disponibilidade limitada de matérias-primas como óleos e gorduras residuais, e a concorrência de outros setores pelos mesmos recursos.

Tecnologia Power-to-liquid. Além disso, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, como a tecnologia power-to-liquid (PtL), exige investimentos e tempo significativos para atingir escala comercial. Adicionalmente, a infraestrutura aeroportuária precisa ser adaptada para o manuseio e distribuição de SAF, o que acarreta custos e desafios logísticos adicionais.

Apesar desses desafios, as previsões indicam um crescimento contínuo na produção de SAF nos próximos anos. No entanto, alcançar as metas estabelecidas pela UE exigirá esforços coordenados dos governos, da indústria da aviação e do setor energético. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, apoio político e a criação de incentivos financeiros serão necessários para ampliar a produção e reduzir os custos do SAF.

Somente por meio de esforços conjuntos será possível alcançar o desenvolvimento sustentável no setor da aviação e atingir as ambiciosas metas climáticas. É importante também que os planos de descarbonização da aviação não afetem significativamente os preços das passagens aéreas. A obrigação de usar SAF recai sobre as companhias aéreas, que podem repassar o aumento dos custos operacionais aos passageiros. Qualquer possível exclusão de partes da sociedade devido a restrições financeiras é certamente indesejável.

Biomassa florestal para a produção SAF

À medida que as companhias aéreas buscam a descarbonização, o combustível de aviação sustentável (SAF, na sigla em inglês) surge como a opção mais viável. Companhias aéreas como Delta, United e American estabeleceram metas para substituir seu combustível de aviação convencional, derivado de combustíveis fósseis, por SAF. Alcançar essas metas ambiciosas exigirá uma gama diversificada de matérias-primas, e fibras florestais e pellets de madeira são candidatos promissores.

Na Conferência Norte-Americana de Combustível de Aviação Sustentável de 2025, dois palestrantes compartilharam suas perspectivas sobre esse novo mercado para resíduos florestais. O painel, intitulado “Inovação Descentralizada em SAF com Recursos Florestais e Regionais”, contou com a participação de Darrell Smith, diretor executivo da Associação Americana de Pellets Industriais, e Eric Schenck, diretor executivo do Conselho de Recursos Florestais de Minnesota.

Um tema comum a ambos os apresentadores foi a necessidade crucial de mais indústrias que utilizem resíduos de madeira. Smith explicou que a maior parte da indústria de pellets industriais dos EUA está localizada no Sudeste, com 33 fábricas espalhadas por 11 estados, gerando 5.000 empregos em todo o país. A indústria de pellets utiliza resíduos da indústria madeireira e biomassa lenhosa proveniente das abundantes florestas de pinheiros do Sudeste.

A indústria de papel foi historicamente uma grande empregadora no Sudeste, também conhecido como "Cesta de Papel" devido à rapidez com que as árvores crescem no clima quente. Nos últimos anos, no entanto, a indústria de papel diminuiu, privando muitas comunidades de um importante empregador.

Cerca de 86% das florestas da região são de propriedade privada, portanto, se os proprietários não conseguirem encontrar alguém para usar sua madeira ou uma maneira de lucrar com a terra que possuem, podem considerar vendê-la para uma construtora para construir um centro comercial ou um conjunto habitacional. Estas não são florestas primárias, nem parques nacionais; esta é uma terra destinada ao cultivo de pinheiros para uso agrícola, e isso já acontece há muito tempo.

Todos os pellets industriais fabricados nos EUA são exportados para geração de calor e energia em todo o mundo — principalmente para a Europa e o Japão —, o que significa que, atualmente, nenhum deles é usado nos EUA.

Somos uma fonte de energia despachável na Europa. O Reino Unido, por exemplo, abandonou completamente o carvão. Eles não queimam mais carvão, e grande parte do Reino Unido funciona com pellets de madeira. Meu funcionário que mora em York, na Inglaterra, ficaria sem luz sem os pellets de madeira.

Enviados em grandes quantidades por navio, os pellets são feitos de toneladas de resíduos de madeira que a indústria madeireira não pode usar, incluindo restos de serrarias, copas de árvores, galhos, desbastes e madeira de qualidade inferior.

O manejo florestal responsável exige o desbaste das florestas para mantê-las saudáveis, permitindo que a luz chegue ao solo, preservando os habitats dos animais e reduzindo o risco de incêndios florestais.

A biomassa é peletizada para transporte, pois isso torna o material mais denso em energia.

A USIPA se reuniu com o governo Trump duas vezes nas duas semanas que antecederam a conferência para garantir que os pellets industriais fossem incluídos nos US\$ 750 bilhões em energia que a União Europeia se comprometeu a comprar. "Queremos continuar enviando esses pellets para o exterior, porque é um mercado muito valioso.

No entanto, a USIPA também gostaria de encontrar um mercado interno para os pellets industriais. A produção de pellets industriais quintuplicou desde 2012 e a intenção é que continue crescendo.

Embora possa parecer contraditório, criar mercados para biomassa lenhosa é crucial para reduzir o desmatamento. Como 43% mais madeira é cultivada do que removida a cada ano, a biomassa lenhosa em forma de pellets tem grande potencial para a produção de SAF (Combustível de Aviação Sustentável).

Segundo o Departamento de Energia dos EUA, os Estados Unidos podem produzir de forma sustentável mais 63 milhões de toneladas secas por ano de biomassa lenhosa.

O Departamento de Energia também estima que a produção de biomassa lenhosa possa chegar a aproximadamente 2 a 5 bilhões de galões por ano de SAF (Combustível de Aerossol Sustentável). Resíduos florestais são uma das poucas matérias-primas sustentáveis e escaláveis que podem contribuir com milhões de galões.

Oportunidades de Utilização. O licor negro, um subproduto do processamento de papel e substância alcatroada que contém a lignina da madeira, poderia ser usado como matéria-prima para a combustão de carvão vegetal. Assim, o resíduo poderia potencialmente se tornar uma fonte de renda. Em 2016, o estado de Washington, a Universidade Estadual de Washington, o Departamento de Ecologia do estado, a Gevo, a Alaska Airlines e outras entidades trabalharam juntas para produzir SAF (Combustível de Aviação Sustentável) a partir de resíduos florestais e realizaram um voo de Seattle para Washington, D.C.

Temos os resíduos da exploração madeireira, temos os distúrbios relacionados ao clima e às mudanças climáticas. Temos resíduos de serrarias; temos resíduos de fábricas de papel. Toda a madeira que realmente precisamos para o mercado de biomassa.

A disponibilidade de biomassa lenhosa a torna uma ótima opção de matéria-prima, em comparação com o desenvolvimento de matéria-prima necessário para culturas especializadas. A intensidade de carbono das florestas é bem compreendida, graças aos esforços do conselho em encomendar um estudo sobre carbono.

Resíduos florestais transformados em combustível de aviação

A Honeywell apresentou hoje uma tecnologia inovadora que converte resíduos agrícolas e florestais em combustíveis renováveis prontos para uso em setores de difícil descarbonização, como a indústria marítima.

A tecnologia produz combustível marítimo com baixo teor de carbono, gasolina e combustível de aviação sustentável (SAF) a partir de fontes de biomassa abundantes e de baixo custo, como lascas de madeira e resíduos agrícolas.

Para os operadores de navios, esses combustíveis prontos para uso ou "drop-in" oferecem uma alternativa econômica e com menor emissão de carbono em comparação ao óleo combustível pesado tradicional.

Com maior densidade energética do que muitas alternativas de biocombustíveis atuais, esse combustível marítimo renovável pode aumentar a autonomia de uma embarcação sem a necessidade de atualizações dispendiosas do motor. A indústria marítima tem uma necessidade real de combustíveis renováveis que estejam imediatamente disponíveis e sejam economicamente viáveis. A tecnologia de processamento de biocombustíveis pode ser fornecida em formato modular, oferecendo poupanças desde a instalação até a refinação e utilização.

Resíduos vegetais e agrícolas podem ser convertidos em biocombustível com menor emissão de carbono nos locais de coleta da matéria-prima, o que mantém os custos de transporte baixos.

Tecnologia de Processo da Honeywell A nova tecnologia de processo da Honeywell permite que o biocombustível seja refinado em grandes instalações para produzir combustível marítimo, gasolina ou SAF (Combustível de Aviação Sustentável). Isso ajuda a solucionar desafios de longa data na conversão de biocombustíveis em combustíveis com desempenho comparável ao dos combustíveis convencionais.

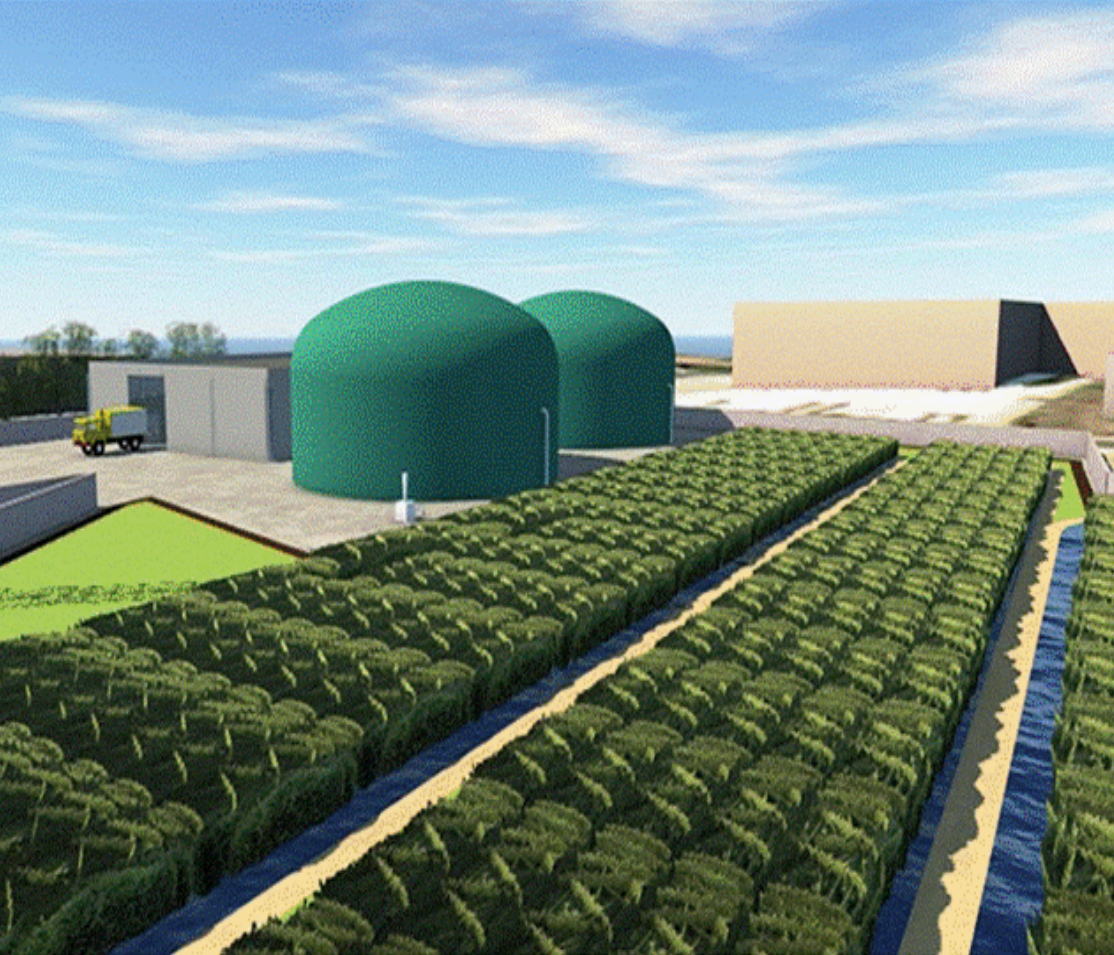
A tecnologia de processamento de biocombustíveis pode ser fornecida na forma de uma planta modular pré-fabricada.

Dessa forma, a Honeywell pode ajudar os clientes a reduzir riscos e acelerar os cronogramas dos projetos, simplificando as atividades de construção no local.

O lançamento da tecnologia de processo de aprimoramento de biocombustível bruto da Honeywell ocorre em um momento em que as empresas de transporte marítimo buscam reduzir suas emissões de carbono devido às demandas dos clientes e às exigências regulatórias.

Desde a década de 1960, o óleo combustível pesado — resíduos do refino de gasolina, diesel e querosene — tem sido a principal fonte de energia para o setor marítimo e uma das principais responsáveis por sua contribuição de aproximadamente 3% para as emissões globais de gases de efeito estufa.

Há mais de uma década, a Honeywell fornece tecnologias de processo para combustíveis renováveis e alternativos, utilizando diversas matérias-primas. A nova tecnologia de Upgrading de Biocrude complementa seu portfólio de combustíveis renováveis, que inclui Ecofining, tecnologia de Etanol para Aviação, tecnologia de Unicracking Fischer-Tropsch (FT) e UOP eFining, um processo que converte hidrogênio verde e dióxido de carbono em e-combustíveis.



BIOGÁS BIOMETANO



BIOMASSA BIOGÁS E BIOMETANO COMO SUBSTITUTO GÁS NATURAL

Introdução. Hoje em dia, o impacto das alterações climáticas em todo o mundo é inegável. A maior parte dos problemas ambientais, sociais e económicos que todas as sociedades enfrentam estão associados ao consumo de energia. O petróleo bruto e o gás natural são utilizados há décadas, sendo a principal fonte de energia nas principais economias. No entanto, está provado que a maior parte das emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (GEE) são responsáveis pelo consumo destes combustíveis fósseis, aumentando o aquecimento global.

A preocupação não é apenas com os impactos negativos no meio ambiente; é também a diminuição das reservas de combustíveis fósseis.

Esta situação é inquietante e tem focado a atenção mundial na busca e adoção de fontes alternativas de energia. Uma delas é a produção de biogás, biometano e gás carbônico industrial com uso dos resíduos da biomassa. O biogás, biometano e o gás carbônico são biocombustíveis na forma gasosa produzidos a partir de fontes biológicas e traz uma opção de compartilhamento da demanda energética por meio do tratamento de alguns resíduos de biomassa.

Nesta perspectiva, avaliamos a produção de biogás através da utilização de biomassa com a adoção de tecnologias biológicas como uma forma promissora de contribuir para o fornecimento de energia segura e sustentável, fornecendo calor, eletricidade, gás carbônico industrial e biometano (semelhante ao gás natural).

Biomassa como fonte de energia. A energia se manifesta por calor ou eletricidade derivada de combustíveis fósseis.

Em alguns países, não só os combustíveis fósseis podem ser utilizados para este objetivo; existem outros elementos como algumas plantas, resíduos agrícolas e resíduos orgânicos municipais que também podem fornecê-lo.

Assim temos que a energia não pode ser criada nem destruída; só pode ser transformado de uma forma para outra. Por exemplo, a energia química armazenada em alguns resíduos orgânicos pode ser convertida em outras formas de energia. É exatamente isso que a bioenergia busca: o aproveitamento da energia armazenada em materiais orgânicos. É aqui que o conceito de biomassa é introduzido como uma matéria-prima orgânica que pode ser tratada para gerar calor e energia a partir de biocombustíveis líquidos, sólidos ou gasosos.

A este respeito, os recursos de biomassa representam uma fonte de produção de biogás. É também um dos recursos mais abundantes e compreende todos os materiais biológicos, incluindo organismos vivos ou recentemente vivos, e é considerado um recurso orgânico renovável.

Os recursos de biomassa retiram a sua energia do sol, tal como a maioria das outras fontes de energia renováveis. Por exemplo, a energia fotovoltaica capta a radiação solar de forma direta por meio de equipamentos especializados que fornecem energia.

Além disso, a energia solar que é transferida pelo espaço provoca a movimentação das massas de ar por meio do aquecimento, resultando no vento, que pode ser aproveitado por meio de turbinas e gerar eletricidade. A energia também é transferida para os fluxos de água. A precipitação do vapor d'água devido à combinação do vento e do calor da energia solar provoca a chuva, que aciona os rios. A força do fluxo de água também pode ser explorada para produzir energia hidrelétrica.

A energia proveniente da biomassa não é exceção. A chamada bioenergia pode aproveitar a energia solar armazenada em diversos recursos de biomassa. As plantas, por exemplo, utilizam a energia solar para converter compostos inorgânicos assimilados em compostos orgânicos.

Um animal que come plantas aproveita a energia armazenada nestas e gera biomassa. A biomassa funciona como uma espécie de armazenamento (bateria) de energia solar transferida de um nível trófico para outro. A transferência de energia é evidente em todos os processos dos seres vivos.

Em todo o mundo, existem diferentes fontes de biomassa que podem ser utilizadas para a sua conversão em energia, o que inclui materiais de origem biológica, como plantas e animais vivos e resíduos resultantes, resíduos agrícolas e florestais, algas marinhas, resíduos agro-industriais, esgotos e resíduos sólidos urbanos.

A maioria destes recursos de biomassa representam um problema ambiental se não forem geridos, transportados ou eliminados de forma adequada. Consequentemente, se a energia for gerada pela utilização deles, podemos contribuir para a redução da poluição ambiental. Além disso, esta fonte de energia tem a vantagem de não liberar CO₂ na atmosfera devido à captura e armazenamento de carbono, servindo como um eficaz sumidouro de carbono.

Além disso, a biomassa pode ser multiplicada em diferentes formas de energia, ou seja, calor proveniente da madeira e de resíduos florestais, energia química proveniente do hidrogénio e de alguns biocombustíveis como o biocarbono, e energia elétrica proveniente da utilização de biogás e biometano.

Biogás e Biometano X Gás Natural. O gás natural provém da decomposição de matéria orgânica em condições anaeróbicas, mas foi exposto a intenso calor e pressão, num processo ocorrido há cerca de 150 milhões de anos, que permite o aprisionamento do gás entre os espaços porosos das rochas (sistemas porosos). O gás produzido durante este período está localizado vários metros abaixo da superfície da Terra. Não é considerado um recurso renovável. O processo de produção de gás natural considera principalmente a extração do subsolo, coleta, tratamento, transporte e serviços de distribuição.

Por outro lado, biogás é o termo empregado para se referir ao gás obtido em curto espaço de tempo (considerando a escala humana) pela digestão anaeróbica de recursos de biomassa. O processo ocorre às vezes de forma espontânea, contínua ou indutora, mas sempre é muito sensível ao processo biológico. Na verdade, microrganismos específicos, num processo de quatro etapas (hidrólise, acidificação, acetogênese e metanogênese), conseguem a digestão anaeróbica do material orgânico. Para tanto, determinados parâmetros físico-químicos como temperatura, pH, carga orgânica diária, nutrientes disponíveis, tempo de retenção, agitação e outros fatores inibitórios devem ser adequados ou ajustados para a geração de biogás.

A principal diferença entre o gás natural e o biogás está relacionada ao teor de dióxido de carbono. Este último está contido em 25–45% da composição total do biogás, enquanto o gás natural contém menos de 1%. Além disso, o gás natural contém outros hidrocarbonetos em vez de metano.

O teor de metano influencia fortemente o poder calorífico destes gases. O conteúdo energético do biogás semelhante ao do gás natural pode ser obtido se o dióxido de carbono do biogás for removido em um processo de atualização.

A presença de sulfeto de hidrogênio (H_2S) no biogás deve ser purificada ou transformada em metano, a fim de diversificar o uso final do biogás de diversas maneiras.

Reservas de gás natural e fontes de biogás. O gás natural é um combustível fóssil frequentemente encontrado sob os oceanos, perto de depósitos de petróleo, preso entre os espaços dos poros das rochas e abaixo da superfície da Terra. À semelhança da exploração de petróleo, existem reservatórios de gás natural em todo o planeta. Um reservatório é um local onde grandes volumes de metano podem ficar presos no subsolo da Terra. A este respeito, as reservas provadas de gás natural são quantidades estimadas que análises de dados geológicos e de engenharia demonstraram ser economicamente recuperáveis de reservatórios conhecidos no futuro.

De acordo com as Estatísticas Energéticas Internacionais, existiam 6.973 reservas provadas em todo o mundo, nas quais os países do Médio Oriente e da Eurásia representam a grande maioria.

Embora o gás natural tenha se tornado um dos combustíveis mais utilizados em todo o mundo e as tendências apontam para um aumento no número de reservas provadas devido à aplicação de novas tecnologias, a população mundial continuará a crescer e ainda exigirá mais energia, portanto a quantidade dos combustíveis fósseis não é um recurso suficiente para todos os países. Bem como, o contínuo aumento dos preços dos recursos fósseis e os impactos visíveis no aquecimento global.

Nesse cenário, um combustível versátil proveniente de uma ampla variedade de biomassa é o biogás. Pode fornecer uma fonte renovável de energia e pode levar à redução dos impactos da poluição através da eliminação inadequada de resíduos.

Embora os recursos não descobertos e tecnicamente recuperáveis de gás natural continuem a aumentar, também está a ser gerada uma grande quantidade de resíduos sólidos. A maioria dos países do mundo lida com os seus resíduos; representam um problema socioambiental pela falta de gestão. Esta biomassa pode ser um aproveitamento do potencial da natureza para produzir energia.

A este respeito, o futuro papel do biogás no mundo está relacionado com a disponibilidade de diferentes tipos de matérias-primas orgânicas que dependem de uma série de fatores económicos, sociais, tecnológicos, ambientais e regulamentares.

Prevê-se que, até 2026, as energias renováveis representarão 19% da matriz energético total da UE, no qual a biomassa representa 59% dos 280 milhões de toneladas de equivalentes de petróleo (Mtep). Tal como a procura de biomassa, a procura de biogás tem vários setores de utilizadores finais, que apresentam características diferentes em termos de aplicação, valor económico acrescentado, clientes, benefícios sociais e impacto ambiental.

Se o biogás for condicionado ou limpo (produção de biometano e gás carbônico industrial), será uma excelente solução para uma variedade de aplicações comumente conhecidas para o gás natural, além da versatilidade de seus usos finais. Alguns exemplos incluem: combustível para motores, eletricidade, calor, combinados e, recentemente, substituição de compostos de carbono em produtos plásticos e também a geração de subprodutos que podem ser usados como fertilizante orgânico e amônia verde.

Vantagens da energia de biomassa, biogás e biometano.. Há uma importante vantagem ambiental da utilização da biomassa em termos de redução do esgotamento dos recursos naturais neutros em carbono em seu ciclo de vida e sistemas de energia sustentáveis . Estima-se que, até 2025, 50% do atual consumo de gás na União Europeia poderá ser coberto por biometano proveniente de matérias-primas digeridas, contribuindo para a captura de gases com efeito de estufa, como o metano.

Além disso, o processo de fermentação é uma alternativa para o tratamento de resíduos brutos de base úmida e, principalmente, a digestão anaeróbica devido ao custo-benefício.

O biogás pode ser queimado diretamente na caldeira para aquecimento e/ou motor para cogeração, enquanto o biogás atualizado (biometano) pode ser injetado na rede de gás natural e usado diretamente no consumidor em caldeiras e pequena cogeração de calor e energia.

Tecnologias de conversão de biomassa. Desde o século passado (1897), alguns países asiáticos, como China e Índia, iniciaram os primeiros testes de utilização de biogás, através de um processo de estabilização que permite a utilização em aplicações domésticas e agrícolas. Da mesma forma, a Inglaterra relatou usá-lo na década de 1930 para iluminar ruas. Em ambos os casos, a principal fonte de biomassa para a produção de biogás foi retirada do esgoto, a fim de fornecer combustível para cozinhar e iluminar. Num breve contexto, a utilização da biomassa para fornecer energia tem sido fundamental para o desenvolvimento das sociedades.

Hoje em dia, a procura de energia e o impacto nas alterações climáticas têm levado a apelos ao aumento da utilização do biogás de diferentes formas.

Vejamos as principais tecnologias de processo ou conversão empregadas para a biomassa com relação específica.

Processo de conversão de biomassa. As tecnologias de conversão de biomassa estão intimamente relacionadas ao tipo de biomassa, à quantidade, à disponibilidade, à relação custo-benefício e às necessidades do usuário final do biocombustível. A seleção da tecnologia depende do interesse principal do “produtor”. Para todos os casos, os principais tratamentos de biomassa que podem ser aplicados estão englobados em quatro tecnologias de conversão: combustão direta, termoquímica, bioquímica e biotecnológica e nanotecnologia.

É importante notar que é necessário um pré-tratamento da biomassa antes de aplicar uma tecnologia de conversão. Em alguns casos, a biomassa deve ser colhida, coletada, transportada ou armazenada.

Além disso, a disponibilidade de recursos varia de região para região, de acordo com as condições climáticas, tipo de solo, geografia, densidade populacional e atividades produtivas, o que torna mais complexa a escolha da tecnologia de processamento.

Combustão direta. Um dos usos mais antigos em que a biomassa tem sido aproveitada para energia no mundo é através da queima de madeira (combustão). Esta ação representa uma utilização tradicional da biomassa, especialmente nas zonas rurais. É considerado um recurso essencial ao desenvolvimento económico das sociedades. Porém, quando a lenha é queimada em fogão aberto, perde-se cerca de 80% de energia. Recentemente, as tecnologias sugerem a utilização de fogões de eficiência energética, que não só apresentam uma melhor eficiência térmica como também evitam a poluição do ar interior.

Outros equipamentos especializados envolvem fornos, caldeiras, turbinas a vapor e turbogeradores. A combustão da biomassa permite a recuperação da energia química armazenada. Em geral, os processos de combustão envolvem a oxidação direta da matéria no ar, isto é, a ignição ou queima da matéria orgânica em uma atmosfera de ar suficiente para reagir com o oxigênio combustível.

Processo termoquímico. O processo termoquímico, assim como a combustão direta, tem um eixo central, a temperatura. Uma das principais diferenças é uma atmosfera induzida na qual ocorreu a conversão da biomassa. Este processo de oxidação pode ocorrer na presença ou ausência de um meio gaseificante. A conversão da biomassa depende de variáveis de temperatura e pressão. Por exemplo, se o substrato a transformar estiver na presença de um gás como oxigênio, vapor de água ou hidrogênio, a produção de combustível é realizada através de gaseificação.

Se, entretanto, a degradação do material ocorre na ausência de oxigênio, ou seja, nitrogênio, sob pressão e temperatura controladas, então o processo é denominado pirólise.

Processo bioquímico. O tratamento bioquímico, diferentemente do processo termoquímico, consegue a geração de energia por meio da transformação biológica de compostos orgânicos, empregando digestão anaeróbica ou fermentação de biomassa.

A fermentação é geralmente usada para produzir biocombustíveis, como etanol, a partir de culturas da cana-de-açúcar e milho. Porém, existe outra via, na qual é feita a conversão da biomassa, a digestão anaeróbica.

Entre as informações gerais sobre tecnologias de conversão, a digestão anaeróbica é o foco principal devido à produção direta de biogás. O processo anaeróbico é análogo ao processo de digestão dos ruminantes.

A biomassa é degradada por um consórcio de bactérias em um ambiente anaeróbico, produzindo um produto principal, o gás. Este gás, denominado biogás, representa uma tecnologia comprovada e a sua utilização está amplamente difundida no mundo.

Produção Biogás com Substratos de Biomassa. Para a produção de biogás, existem alguns tipos de biomassa que são mais precisas, como aqueles com alto teor de umidade em resíduos orgânicos (80-90%) ou resíduos de biomassa úmida como esterco, resíduos sólidos orgânicos municipais e lodo de esgoto. O processo de digestão anaeróbica geralmente ocorre em reatores ou tanques em um processo único e de múltiplos estágios ou digestão a seco.

O digestor anaeróbico pode ser categorizado, projetado e operado por diferentes configurações: batelada ou contínua, temperatura (mesofílica ou termofílica), conteúdo de sólidos (alto ou baixo teor de sólidos) e complexidade (estágio único ou multiestágio).

Outra configuração específica considerando a carga de taxa orgânica, o digestor, é dividido em sistemas passivos (lagoas cobertas), sistemas de baixa taxa (reator de mistura completa, fluxo tampão e fluxo tampão misto) e sistemas de alta taxa (estabilização de contato, filme fixo, suspensão média e lote de sequenciamento). Todos esses tipos de reatores realizam a digestão anaeróbica, mas cada um opera para características salientes com uma variedade de aplicações dos produtos finais.

Uma experiência no setor pecuário no México utilizando reator de digestão anaeróbica de lagoa coberta mostra benefícios no uso do biogás não apenas nos aspectos ambientais como a melhoria da qualidade das águas residuais, mas também economicamente devido ao evitar penalidades pelas descargas de água e a aceitação social de a atividade pecuária na região.

Neste exemplo, os diferentes benefícios da produção de biogás no setor pecuário destacaram a utilização do biogás na geração de energia. Contra outras fontes de energia, neste caso, o biogás produzido pode ser utilizado por um motor de combustão a gás.

O calor gerado pelos motores pode ser utilizado para aquecimento do reator ou secagem de grãos. O biogás tem a qualidade que não precisa ser consumido no momento da produção. A produção desse biocombustível também impacta em aspectos macro e microeconômicos, pela geração de novas fontes de empregos e acesso à energia em local remoto. Além disso, o empresário pode vender um fertilizante orgânico e amônia obtido a partir de digerido de alta qualidade obtido na produção de biogás.

Além disso, consegue a redução do odor e a remoção de organismos patogênicos nos resíduos do gado. A emissão de metano dos adubos é capturada, reduzindo a liberação de metano para a atmosfera.

O metano (CH_4) é considerado um dos maiores contribuintes para as emissões de GEE do setor pecuário, com um potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2).

Em geral, as tecnologias de conversão de biomassa mencionadas acima podem ser integradas no conceito de biorrefinaria. Análogo ao processo petrolífero, as diferentes matérias-primas de biomassa oferecem uma vasta gama de produtos que podem ser utilizados como combustível, incluindo gás, substituto do coque ou produtos químicos, oferecendo maior possibilidade de utilização de sistemas de cogeração e instalações de abastecimento no setor dos transportes (biometano).

Processo de biometanização. Quando o principal produto final em uma planta de biogás é o metano, semelhante ao gás natural, esse gás atualizado é chamado de biometano. O teor de metano determina o valor energético do biogás.

A este respeito, uma das principais razões para atualizar o biogás para um nível equivalente ao do gás natural é injetar na rede de distribuição de gás e, assim, diversificar algumas fontes de gás natural.

O processo de biometanização abre novos caminhos para atingir esse objetivo: primeiro, porque o armazenamento de gás de forma ampliada permite a injeção em um sistema de distribuição e, segundo, devido à variedade de utilização do combustível em estações de transporte, principalmente.

As principais utilizações do biogás nos países em desenvolvimento são a iluminação, a cozinha e ainda mais em turbinas a gás. Nos países industrializados, o biogás é produzido em digestores de grande escala (usinas de biogás) com interesse na concentração do metano do biogás para cumprir os padrões do gás natural. Dependendo da utilização final, são necessários diferentes tratamentos de biogás (limpeza ou valorização).

Por exemplo, o combustível de gás para veículos requer um biogás de qualidade semelhante à do gás natural, pelo que é necessário um processo de atualização do biogás. Em outras palavras, a biometanização permite que o biogás seja contido, controlado e distribuível.

Limpeza de biogás. Existem alguns componentes indesejáveis no biogás que promovem a corrosão em muitos materiais e motores: H_2S , oxigênio, nitrogênio, água, siloxanos e vestígios de partículas. Estas impurezas podem induzir ou promover corrosão em muitas partes do sistema de biogás ou equipamento em que o biogás é utilizado. No geral, esses componentes devem ser removidos para permitir a concentração de metano no biogás.

O conteúdo de água no biogás pode causar corrosão em tubulações devido à formação de ácido carbônico em uma reação derivada de água e dióxido de carbono. Felizmente, ele pode ser removido por resfriamento, compressão, absorção ou adsorção (carvão ativado, peneiras ou SiO_2). O sulfeto de hidrogênio (H_2S), outro componente indesejado do biogás, é de natureza corrosiva, causando danos a motores, tubulações, etc.

É um gás altamente tóxico que tenta destruir a saúde humana. A remoção do sulfeto de hidrogênio pode ser feita por precipitação, adsorção em carvão ativo para remoção de H_2S . Os siloxanos também constituem uma impureza no biogás.

Pode afetar equipamentos de combustão, como motores a gás, através da formação de óxido de silício. Os métodos mais comuns para remoção de componentes de siloxano são a adsorção em carvão ativado, alumínio ativado ou sílica gel, principalmente.

Após o processo de dessulfuração e secagem do biogás, ele pode gerar eletricidade e calor em sistemas de cogeração, combinação de calor e energia (CHP), ou pode ser transformado em produtos energéticos de maior valor, densidade e poder calorífico.

Atualização de biogás. Em todo o mundo, o número de usinas de biogás modernizadas aumentou, chamando a atenção mundial devido ao aumento dos preços do petróleo e do gás natural. O biogás obtido durante a digestão anaeróbica da biomassa contém quantidades importantes de dióxido de carbono que resultam em menor conteúdo energético.

Para melhorar esta característica, é solicitada a separação do dióxido de carbono através de um processo de melhoramento. É recomendável limpar o gás antes da atualização.

Em comparação com os usos comuns do biogás, a modernização do biogás traz diversas vantagens relacionadas ao transporte do gás e oferece a oportunidade de aumentar a eficiência geral da utilização do gás. Nesta parte é importante esclarecer que a limpeza do biogás refere-se à separação de impurezas, enquanto a melhoria refere-se à separação do CO₂.

Atualmente, existem diversas tecnologias para limpeza e atualização de biogás, disponíveis comercialmente, como adsorção por oscilação de pressão (PSA), lavagem com água, lavagem física orgânica e lavagem química. A maioria deles é uma combinação ou um ou dois processos para limpeza ou atualização de biogás.

Se o biogás for transformado em biometano com aproximadamente 98% de teor de metano no biogás, ele pode ter as mesmas propriedades do gás natural.

De acordo com estas normas, o biometano pode ser alimentado na rede de gás disponível ou utilizado para qualquer finalidade para a qual o gás natural seja utilizado.

Os benefícios ambientais globais da utilização do biogás são, no entanto, mais elevados quando o biogás é utilizado como combustível para veículos, substituindo o petróleo ou a gasolina e o óleo diesel.

Na verdade, a seleção da tecnologia ideal para a valorização do biogás depende da qualidade e da quantidade do biogás bruto a ser melhorado, da qualidade desejada do biometano e da utilização final do biogás, do sistema de digestão anaeróbica, da continuidade da biomassa, bem como das circunstâncias locais.

Oportunidades para uma economia de base biológica (gás natural verde). O atual líder na implantação da tecnologia de biogás é a Alemanha. Na última década, o número de plantas digestoras aumentou dez vezes. O regime alemão é um exemplo claro de promoção da tecnologia do biogás; destaca o emprego de instrumentos-chave para ajudar a difundir a tecnologia, ou seja, incentivos económicos.

Em termos gerais, a produção de biogás em diferentes países ainda depende de subsídios para atrair investidores, produtores e grupos de I&D e promover a sua escalabilidade. Os sistemas de certificação, as tarifas feed-in e o apoio ao investimento são exemplos de medidas amplamente aplicadas.

Conclusão. A maioria dos países ao redor do mundo ainda depende do fornecimento de energia, principalmente de combustíveis fósseis. As sociedades precisam de garantir a procura de energia, através da igualdade social e da mitigação do impacto ambiental. Neste sentido, a produção de biogás com base na biomassa não é apenas um caminho promissor, mas é atualmente uma das tecnologias mais renováveis capazes de oferecer energia, como o combustível fóssil.

O biogás pode desempenhar um papel central nos sistemas de energia renovável e sustentável num futuro próximo devido à sua versatilidade, disponibilidade, capacidade de armazenamento e valor energético.

Neste contexto, ainda são necessárias políticas públicas adequadas (regulação) para a promoção de condições económicas, sociais e culturais para a produção de biogás.

Embora a tecnologia tenha sido adotada pelo Brasil, ainda há necessidade de desenvolvimento e aplicação de tecnologia mais adequada para limpeza e transformação do biogás em biometano em locais onde o uso é limitado (injeção em rede), o que está se tornando um desafio.

A promoção dos benefícios do biogás e do biometano é necessária para superar a confiabilidade do processo anaeróbico e o uso dos subprodutos, aumentar a capacidade das empresas de satisfazer as necessidades do mercado e envolver o governo, o público, o setor privado que são os atores na importante tarefa para alcançar um sistema energético sustentável.

Celso Oliveira

Presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável

Diretor Brasil Biomassa Consultoria Mapeamento Engenharia Tecnologia



DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL



DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL NA COP 30

Descarbonização. A indústria brasileira tem papel importante em discussões da agenda climática e não seria diferente em um momento de proximidade com a Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP), que neste ano terá a sua 30ª edição em Belém. Na COP30 a indústria brasileira vai apresentar suas iniciativas sustentáveis, contribuir para as discussões sobre a redução de emissões, contribuindo para o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono e transição energética.

As prioridades empresariais para a COP30: Acelerar a transição energética, visando a redução das emissões e o limite de 1,5°C até 2050. Fortalecer o financiamento climático, alinhando crescimento econômico e descarbonização.

Assegurar uma transição justa, ampliando acesso à energia, saneamento e capacitação profissional. Reforçar cadeias de valor sustentáveis, com foco em economia circular e bioeconomia. Intensificar a colaboração global, promovendo marcos comuns para mercados de carbono e bioeconomia.

Oito eixos de trabalho . As recomendações foram elaboradas por oito grupos que trabalham em temas chave para a agenda climática. Cada grupo é liderado por uma ou mais empresas, com participação de executivos brasileiros e internacionais.

Veja os principais pontos de cada um:

Transição energética

Promover a eficiência energética por meio de conscientização e melhor acesso a dados. Inclui, ainda, a qualificação da força de trabalho, adoção de padrões obrigatórios de eficiência e estímulo para que as empresas avaliem e reduzam a intensidade de carbono dos produtos.

Aumentar a adoção de renováveis para eletrificação. Acelerar o uso de fontes renováveis, com mecanismos de redução de riscos, apoio à infraestrutura de redes e adoção de armazenamento de energia, além de promover fontes de energia de baixo carbono e baseadas em biomassa, com critérios claros de sustentabilidade.

Fomentar o desenvolvimento e a adoção de combustíveis sustentáveis. Avançar na regulamentação para garantir critérios de sustentabilidade (como uso do solo), apoiar pesquisa, desenvolvimento e comercialização, além de implementar mandatos e incentivos para ampliar seu uso.

Economia circular e materiais

Inserir a circularidade nas cadeias globais. Incorporar métricas circulares no comércio internacional e nas compras públicas e privadas.

Promover inovação em materiais e gestão de resíduos. Estimular materiais sustentáveis por meio de pesquisa e desenvolvimento.

Fortalecer regulação e incentivos. Priorizar materiais pós-consumo em relação a matérias-primas virgens, promover a adoção global do Protocolo de Circularidade como padrão empresarial e desenvolver uma taxonomia global da economia circular para orientar regulações.

Apoiar pesquisa, educação e mudança de comportamento. Lançar um pacto global de educação para circularidade, financiando pesquisa para soluções inovadoras e projetos-piloto com empresas.

Bioeconomia

Convergir as três convenções UNFCCC, CBD e UNCCD e o Conselho de Direitos Humanos da ONU.

Promover uma abordagem integrada que una clima, biodiversidade e uso do solo, alinhada às metas do Acordo de Paris e ao Marco Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal.

Fazer da bioeconomia um pilar estratégico da agenda da COP.

Sistemas alimentares

Escalar inovação de baixo carbono e assistência técnica local. Desenvolver estratégias nacionais integradas para sistemas alimentares de baixo carbono, com políticas que ampliem práticas agrícolas baseadas na ciência.

Construir modelos inovadores de financiamento para uma transição justa. Facilitar a transição por meio de parcerias público-privadas, coinvestimento e mobilização de capital para reduzir riscos.

Soluções baseadas na natureza (NbS)

Integrar NbS aos mercados de carbono regulados. Estabelecer critérios científicos claros para garantir que os créditos de NbS cumpram os objetivos climáticos.

Evoluir padrões de avaliação integrada dos impactos de NbS. Desenvolver metodologias de mensuração baseadas na ciência, levando em conta contextos regionais e biomas locais.

Divulgar o papel das NbS como ferramenta essencial para o net zero. Melhorar a percepção pública sobre NbS, destacando seus múltiplos benefícios — incluindo biodiversidade, segurança hídrica e apoio às comunidades.

Cidades sustentáveis

Ampliar o acesso à energia e saneamento. Garantir acesso universal à água, saneamento e energia nas áreas urbanas, incorporando práticas net zero e soluções de alta tecnologia para desenvolvimento sustentável das cidades.

Aprimorar mobilidade urbana e infraestrutura logística.

Fortalecer o planejamento urbano e a infraestrutura. Enfrentar o déficit habitacional e melhorar as condições de vida urbana.

Finanças de transição e investimento

Reduzir barreiras estruturais para capital em mercados emergentes. Promover colaboração para reduzir essas barreiras por meio da ampliação de mecanismos de proteção contra riscos, alinhamento de fluxos de capital às necessidades de capital de giro e expansão do crédito verde.

Aumentar a interoperabilidade e alinhamento dos mercados de carbono. Promover a convergência entre mercados de carbono, conectando acordos do Artigo 6, mercados voluntários e regulados, garantindo transparência e evitando dupla contagem.

Acelerar a mobilização de capital para setores de difícil descarbonização. Fortalecer os frameworks de financiamento de transição, mitigando riscos em nível de projeto e destravando investimentos escaláveis.

Empregos verdes e capacitação

Financiar a transição justa. Obter compromisso político para integrar o desenvolvimento de competências verdes nas NDCs, com sistemas de responsabilização.

Apoiar a adaptação da força de trabalho informal.

Qualificar a força de trabalho do futuro. Estabelecer mecanismos de governança tripartite para codesenvolver e escalar modelos de capacitação em competências verdes e digitais, por meio de investimento compartilhado e inovação curricular.

A indústria brasileira está se posicionando de forma estratégica e propositiva na agenda climática global, com protagonismo crescente rumo à COP30. Ao articular inovação,

financiamento, capacitação e cooperação internacional, o setor industrial brasileiro se consolida como agente-chave na implementação de ações climáticas ambiciosas, reforçando que o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade podem — e devem — caminhar juntos.



FLORESTAL MADEIRA



DIRETRIZES GERAIS DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Produção Florestal Brasileira. O valor da produção florestal atingiu em 2024 o recorde de R\$ 44,3 bilhões, com alta de 16,7% e produção em 4.921 municípios. O valor da produção da silvicultura continua superando o da extração vegetal, o que ocorre desde o ano 1998.

A silvicultura manteve a trajetória de crescimento dos últimos anos ao atingir o valor de R\$ 37,2 bilhões, alta de 17,4% em relação ao alcançado em 2023.

Já a extração vegetal subiu em 13,0% em relação ao ano anterior, quando havia variado 0,3%. Assim, o valor de produção alcançado em 2024 ultrapassou R\$ 7,0 bilhões.

Panorama da produção florestal



Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - 2024

AGÊNCIA IBGE
NOTÍCIAS

IBGE

Entre os produtos madeireiros da silvicultura, houve registro de crescimento do valor da produção em todos os grupos, sendo mais acentuado na madeira destinada à fabricação de papel e celulose, que aumentou 28,0%.

O valor da produção da madeira em tora para outras finalidades cresceu 18,0%; do carvão vegetal subiu 6,3%; e da lenha alcançou 7,0%.

Em 2024, houve acréscimo de 2,2% nas áreas de florestas plantadas no país, ou mais 217,8 mil hectares. A área total da silvicultura é de 9,9 milhões de hectares, dos quais, 7,7 milhões são de eucalipto, usado predominantemente na indústria de papel e celulose. Juntos, eucalipto e pinus foram responsáveis pela cobertura de 96,2% das áreas de silvicultura para fins comerciais no país.

Entre as regiões, Centro-Oeste (8,0%), Sudeste (1,5%) e Sul (1,4%) apresentaram crescimento nas áreas de florestas plantadas em 2024. Houve redução de 2,7% e 0,8% nas Regiões Norte e Nordeste, respectivamente.

Na maioria dos estados, o predomínio é de silvicultura, exceto o Pará, onde o tipo de exploração predominante é o extrativismo vegetal, principalmente o madeireiro.

No Mato Grosso do Sul, a pesquisa observou uma expansão da silvicultura em 2024, repetindo o que já havia acontecido em 2023.

Em 2024, com os avanços do plantio de eucalipto, o Mato Grosso do Sul passou de 7o para 5o em valor de produção em silvicultura. Várias fábricas têm se instalado no estado devido ao clima propício para o eucalipto e a disponibilidade de terras. O crescimento da produção tem se dado por Mato Grosso do Sul, com destaque para o município de Três Lagoas, que passou de 6o para 2o no ranking entre municípios.

De acordo com dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, a celulose ocupou o oitavo lugar no ranking das exportações totais do país em 2024, aumento de 3,1%, com 19,7 milhões de toneladas exportados, que geraram 10,6 bilhões de dólares, um aumento de 33,2% em relação a 2023.

O setor da madeira em tora para papel e celulose permanece com tendência de alta, atingindo o valor de R\$ 14,9 bilhões, crescimento de 28,0 % no valor da produção, após o crescimento de 19,1% registrado no ano anterior.

O Brasil é, hoje, o maior produtor e exportador de celulose. Em 2024, a produção de madeira em tora para papel e celulose foi recorde, atingindo 122,1 milhões de metros cúbicos. O segundo maior foi em 2023, com 113 milhões de metros cúbicos. É um recorde atrás do outro, de 2019 em diante.

A participação dos produtos madeireiros segue preponderante no setor da silvicultura, representando 98,3% do valor da produção florestal. O conjunto dos produtos madeireiros com origem em áreas plantadas para fins comerciais registrou aumento de 17,4% no valor da produção, enquanto naqueles decorrentes da extração vegetal o aumento foi de 15,4%.

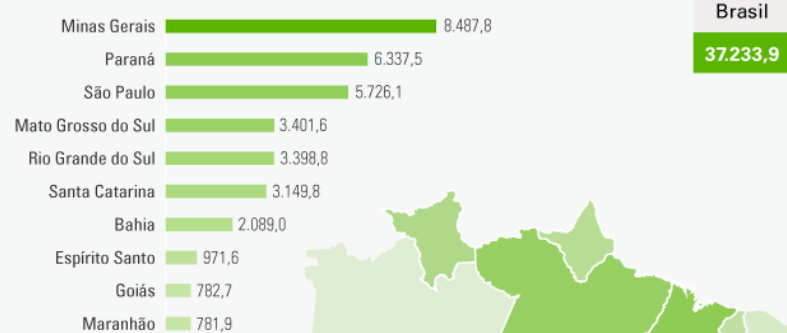
Esses resultados ratificam a tendência de crescimento dos produtos madeireiros oriundos da silvicultura e registra-se um crescimento nesses produtos da extração, mudando uma tendência à estabilidade que ocorria desde 2021.

Entre os produtos madeireiros da silvicultura, houve registro de crescimento do valor da produção em todos os grupos, sendo mais acentuado na madeira destinada à fabricação de papel e celulose, que aumentou 28,0%. O valor da produção da madeira em tora para outras finalidades cresceu 17,9%; do carvão vegetal subiu 6,3%; e da lenha alcançou 7,0%.

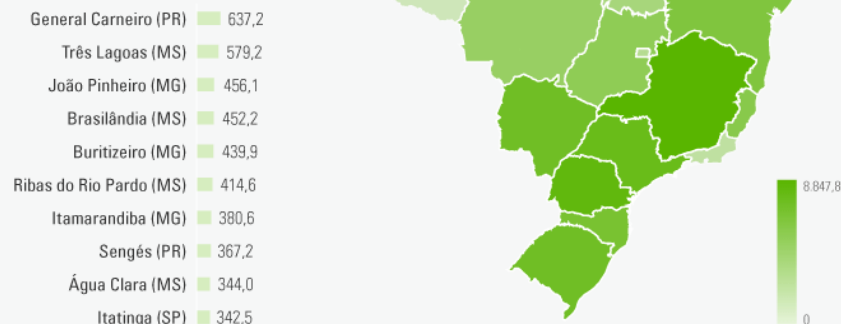
A extração vegetal registrou aumento no valor gerado em 2019 (6,8%), 2020 (5,8%) e 2021 (31,6%), mas em 2022 registrou redução de 0,3%, enquanto em 2023 cresceu 0,3% e em 2024 subiu de 13,0%, ultrapassando 7,0 bilhões de reais. Enquanto os produtos madeireiros respondem pela quase totalidade do valor da produção da silvicultura (98,3%), na extração vegetal esse grupo representa 65,6%, seguido pelos alimentícios (28,6%), ceras (3,4%), oleaginosos (1,7%) e outros (0,8%).

Valor de Produção da Silvicultura (milhões de reais)

Ranking dos estados



Ranking dos municípios



Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - 2024



Na silvicultura, Minas Gerais tem o maior

valor de produção: R\$ 8,5 bilhões.

Minas Gerais segue apresentando o maior valor da produção da silvicultura, com R\$ 8,5 bilhões, o que representa 22,8% do valor apurado pelo setor. Essa Unidade da Federação é também a maior produtora de carvão vegetal, muito utilizado no setor siderúrgico, respondendo por 83,3% do volume nacional. Houve decréscimo de 6,8% na quantidade e de 0,5% em valor da produção a preços correntes.

O Paraná figura na sequência, ao registrar R\$ 6,3 bilhões em valor de produção da silvicultura, um incremento de 24,1%, sendo que o Estado é o maior produtor de madeira em tora para outras finalidades, sendo responsável por 32,1% da produção nacional. A produção reduziu 5,7%, ficando em 21,1 milhões de metros cúbicos, e o valor da produção subiu 4,9%, chegando a R\$ 3,0 bilhões em termos nominais.

O Estado de Minas Gerais segue registrando a maior área coberta com espécies florestais plantadas do País, com 2,2 milhões de hectares, o que representou um crescimento de 3,6% em relação ao ano anterior, sendo sua quase totalidade ocupada por eucalipto (97,2%).

Mato Grosso do Sul aumentou sua área com silvicultura em 6,8%, possuindo a segunda maior área de florestas plantadas, com 1,5 milhão de hectares, dos quais 99,6% são plantios de eucalipto. São Paulo e Paraná registraram uma área 1,2 milhão de hectares cada, com redução de 0,7% e aumento de 1,6%, respectivamente.

Entre os 10 Municípios com as maiores áreas de florestas plantadas do Brasil, seis estão em Mato Grosso do Sul; três, em Minas Gerais; e um, na Bahia.

Quatro municípios sul-mato-grossenses ocupam as primeiras posições de área plantada no País, sendo destaques Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas, com 381,6 mil hectares (+17,4%) e 301,9 mil hectares, (+4,9%) respectivamente.

Buritizeiro é a cidade com maior área plantada com florestas em Minas Gerais. Na Bahia, o destaque é Caravelas. Esses dois últimos Municípios fazem parte de áreas de influência de complexos industriais voltados à fabricação de papel e celulose.

E, de novo, nos municípios do Mato Grosso do Sul, podemos ver a expansão das áreas de silvicultura. Ribas do Rio Pardo, com 381,6 mil hectares, tem a maior área plantada do Brasil, cresceu 17,4% em relação a 2023 e aumentou de 3,4 para 3,9% a participação nacional.

Paraná lidera produção nacional de lenha da silvicultura. Com uma quantidade estimada de 14,0 milhões de metros cúbicos, o que corresponde a 25,8% do total nacional, o Paraná também foi destaque na produção de lenha com origem em florestas plantadas. O Rio Grande do Sul foi o segundo maior produtor de lenha, atingindo 10,9 milhões de metros cúbicos, 20,1% do total nacional. A Região Sul responde por 60,6% da produção nacional de lenha.

General Carneiro é o município de maior valor de produção na silvicultura. O município de General Carneiro (Paraná), com aumento de 10,3%, manteve a liderança no ranking de valor da produção da silvicultura, alcançando um total de R\$ 637,2 milhões em 2024. O município, que é grande produtor de madeira em tora para outras finalidades.

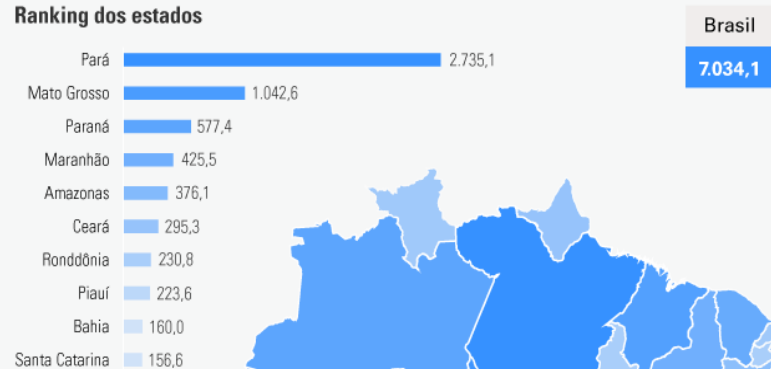
Aumentou o volume de produção em 6,3%, gerando um incremento de 11,7% no valor de produção, que atingiu 420,6 milhões de reais. Quanto à madeira em tora para papel e celulose, ocorreu redução de 1,7%. O carvão vegetal e a lenha apresentaram crescimentos de 15,0% na quantidade produzida.

Três Lagoas (MS) passou de sexto para segundo Município no ranking de valor da produção da silvicultura com R\$ 579,2 milhões, sendo destaque na produção de madeira em tora para papel e celulose, com 5,6 milhões de m³, gerando R\$ 567,00 milhões, um crescimento de 159,6% e que corresponde a 98,1% do valor da produção silvícola do Município.

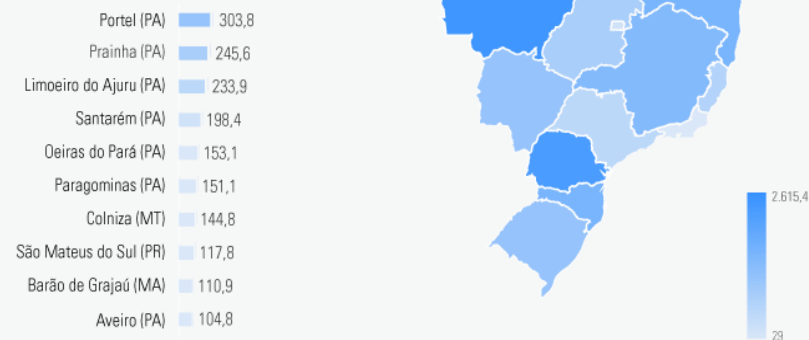
João Pinheiro (MG), terceiro maior Município em valor da produção da silvicultura, gerou R\$ 456,1 milhões, sendo destaque na produção de carvão vegetal, com 330,0 mil toneladas em 2024, queda de 24,4% em termos de quantidade, na comparação com o ano anterior. O valor da produção também foi reduzido em 18,1%, gerando R\$ 429,6 milhões em termos nominais.

Valor de Produção do Extrativismo (milhões de reais)

Ranking dos estados



Ranking dos municípios



Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - 2024



Extração vegetal cresce 13,0% e gera R\$ 7,0

bilhões em valor de produção em 2024.

Em 2024, o valor da produção obtido por meio da extração vegetal apresentou um aumento de 13,0%, totalizando R\$ 7,0 bilhões, diferente do ano anterior (2023) quando foi verificada uma certa estabilidade em relação a 2022. Dos grupos de produtos que compõem a exploração extrativista na pesquisa, foi registrada redução no valor da produção, apenas nos grupos aromáticos (45,6%) e tanantes (8,7%).

O grupo dos produtos madeireiros, que teve a maior participação no valor da produção do extrativismo (65,6%), registrou um crescimento de 15,4% frente ao ano anterior, depois de um pequeno aumento de 0,5% em 2023. Até 2020 a exploração extrativista de madeira vinha perdendo espaço no País, sendo gradativamente substituída pela originada em florestas cultivadas. Entretanto, em 2021 houve um grande aumento influenciado pela produção de madeira em tora. Na pesquisa atual o crescimento é alavancado pela produção de carvão vegetal que cresceu 43,0%.

Mato Grosso e do Pará responderam por 59,6% da quantidade total extraída de madeira em tora, representando 77,0% do valor de produção desse produto, nacionalmente. O Pará, que em 2022 voltou a ultrapassar Mato Grosso, permanece como maior produtor de madeira em tora em 2024, com 4,5 milhões de metros cúbicos, apesar da redução de 10,4% na extração desse produto.

Produtos Florestais. O setor florestal é um dos pilares da economia brasileira, contribuindo com cerca de 6,9% do PIB industrial, segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (Ibá).

O Setor florestal é um pilar da economia brasileira em constante destaque, com importante participação no PIB (Produto Interno Bruto) e receita bruta de mais de R\$260 bilhões, segundo publicação da Revista Forbes.

O Brasil exportou mais de 10 bilhões de dólares em produtos florestais, como celulose, papel e madeira, reforçando sua posição como um dos maiores produtores globais. Além disso, o setor gera mais de 3 milhões de empregos diretos e indiretos, sendo uma importante fonte de renda para diversas regiões do país.

Investimentos no Setor Florestal. O setor está vivendo uma fase de crescimento acelerado, com investimentos que superam R\$ 140 bilhões. Grandes empresas estão ampliando suas fábricas e ativos florestais, com o objetivo de manter a competitividade global.

A previsão é que em 2025, ocorra um aumento na procura por produtos florestais certificados, impulsionado por consumidores que priorizam a sustentabilidade. Essa tendência fortalece o setor como um dos mais promissores para o crescimento e inovação. As projeções de crescimento e tendências como o impulsionamento do uso da tecnologia florestal.

O Brasil possui um território coberto por mais de 563 milhões de hectares. Quando falamos de florestas plantadas, 10,2 milhões de hectares foram mensurados em 2024, segundo o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ).

Adicionalmente, o setor contribuiu com 3,9% das exportações nacionais, exercendo um papel considerável no cenário econômico do país. As exportações foram impulsionadas, principalmente pela celulose, seguida de papel, compensado, serrados, painéis e pisos entre outros.

Estudos apontam que a demanda por madeira legalizada das florestas plantadas é tão expressiva que para atender aos diversos setores da economia, seria necessário reflorestar aproximadamente 50 mil hectares por ano. Porém, números apontam que os plantios representam somente cerca de 3 mil hectares/ano.

Nos últimos dez anos, Mato Grosso do Sul ampliou em mais de 500% sua área de florestas plantadas, saltando de cerca de 300 mil hectares para 1,75 milhão de hectares em 2025. Esse crescimento sustentável é resultado da combinação entre políticas públicas estaduais, segurança jurídica e incentivos, aliados aos investimentos privados que devem superar R\$ 70 bilhões até 2028.

Com essa expansão, o Estado se consolidou como o Vale da Celulose, abrigando seis grandes empreendimentos em andamento. Entre eles, estão: Projeto Cerrado (Suzano), em Ribas do Rio Pardo, inaugurado neste ano com investimento de R\$ 22,2 bilhões e capacidade de 2,55 milhões de toneladas/ano; Projeto Sucuriú (Arauco), em Inocência, com aporte de R\$ 25 bilhões, previsão de operação em 2027 e produção de até 3,5 milhões de toneladas/ano; Nova fábrica da Bracell, em Bataguassu, voltada à celulose solúvel, com R\$ 16 bilhões em investimentos; Ampliação da Eldorado, em Três Lagoas, reforçando o protagonismo da região.

O setor já responde por 10,7% do PIB estadual, movimentando R\$ 15,7 bilhões em 2024 e consolidando a base florestal sobre áreas de pastagens degradadas, em um processo de avanço sustentável.

Mercado Crédito de Carbono. Outra importante tendência do setor florestal para 2025 é o mercado de créditos de carbono, principalmente devido a sua regulamentação no Brasil, por meio da aprovação da Lei 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). Além disso, projetos de restauração de áreas degradadas e de manejo florestal sustentável também devem ganhar mais destaque e relevância.

O setor florestal é um componente fundamental do mercado de crédito de carbono, gerando créditos pela captura e armazenamento de CO₂ através do reflorestamento e do manejo sustentável de florestas, incluindo projetos de restauração de áreas degradadas, como visto no edital da Floresta Nacional (Flona) do Bom Futuro.

A viabilidade desses projetos envolve a comercialização dos créditos e a atração de investimentos, embora ainda existam desafios relacionados à regulamentação, certificação e credibilidade dos créditos.

Geração de créditos de carbono no setor florestal
Captura de carbono: As florestas sequestram carbono da atmosfera e o armazenam na biomassa (troncos, galhos e raízes).

Manejo sustentável: Práticas como o manejo de concessões florestais permitem a geração de créditos através do manejo sustentável da área, como no projeto da Flona do Bom Futuro.

Restauração florestal: Projetos de restauração de áreas degradadas são uma fonte crescente de créditos de carbono, alinhando preservação ambiental à geração de recursos financeiros.
Exemplo prático: Um contrato de concessão florestal para restauração de uma área de mais de 10 mil hectares no Pará prevê a geração de créditos para sequestrar 3,7 milhões de toneladas de carbono, com uma estimativa de movimentar mais de R\$ 800 milhões.

Desafios do setor Regulamentação: A necessidade de um sistema robusto de mensuração, relato e verificação (MRV) e a definição de metodologias claras para a certificação dos créditos são desafios importantes.

Credibilidade e qualidade: A confiança do mercado depende da oferta de créditos confiáveis, o que ainda é um obstáculo, especialmente no mercado voluntário

.Custos: Projetos menores enfrentam custos fixos mais elevados, o que torna áreas acima de 20 hectares geralmente mais economicamente viáveis.

Salvaguardas socioambientais: A garantia da proteção dos direitos de comunidades locais e a participação comunitária são cruciais para a legitimidade do mercado. Tendências e futuro

Avanços tecnológicos: Tecnologias como LiDAR e inteligência artificial estão aprimorando a precisão na medição de estoque de carbono e na avaliação de riscos.

Integração com políticas públicas: Esforços do governo, como os do Serviço Florestal Brasileiro, buscam integrar créditos de carbono às políticas de conservação e manejo sustentável de florestas públicas.

Oportunidades de investimento: O mercado de restauração florestal está atraindo investimentos e fomenta um ecossistema de inovação para beneficiar a cadeia produtiva.

Energia Limpa. O Brasil também pode ser um potencial gigante adormecido em relação aos futuros recursos de biomassa à base de florestal e da madeira e tem grandes oportunidades existentes e um vasto potencial para geração de energia limpa.

Florestas plantadas e energia limpa estão interligadas porque as florestas plantadas geram biomassa (como cavaco e carvão vegetal) usada para produzir energia renovável, como calor e eletricidade. Essa biomassa, quando utilizada, substitui combustíveis fósseis, ajudando na redução do aquecimento global e na transição para uma economia de baixo carbono.

Além disso, as florestas plantadas atuam como sumidouros de carbono, absorvendo CO₂ da atmosfera e liberando oxigênio.

Como as florestas plantadas contribuem para a energia limpa Produção de biomassa: Florestas plantadas são cultivadas para gerar biomassa (lenha, cavaco, carvão vegetal) que serve como fonte de energia, substituindo fontes não renováveis.

Geração de eletricidade e calor: A biomassa florestal é utilizada para a geração de energia em usinas, fornecendo tanto eletricidade (bioeletricidade) quanto calor.

a. Redução da pressão sobre florestas nativas: Ao fornecer madeira para a indústria, as florestas plantadas diminuem a pressão sobre as florestas nativas, ajudando na sua conservação e na preservação da biodiversidade.

Benefícios ambientais e econômicos Sumidouro de carbono: As árvores absorvem dióxido de carbono da atmosfera durante seu crescimento, ajudando a mitigar as mudanças climáticas.

Ciclos de energia renovável: As florestas são um recurso renovável; após o corte, novas árvores são plantadas, criando um ciclo sustentável de produção de energia.

Desenvolvimento econômico: O setor florestal é economicamente relevante, impulsionando a bioeconomia e estimulando a inovação em tecnologias sustentáveis, conforme descrito em relatórios do governo. Exemplos no Brasil

Projetos de florestas energéticas: A Embrapa desenvolveu projetos para usar a biomassa de florestas plantadas como alternativa a fontes de energia tradicionais não renováveis.

Uso de eucalipto: O eucalipto é uma das espécies mais cultivadas no país, com rápido crescimento e diversas aplicações, incluindo a geração de energia.

Sistemas silvipastoris: A utilização de áreas de pastagens degradadas para o plantio de florestas em sistemas silvipastoris também contribui para um balanço de gases de efeito estufa mais equilibrado e para o bem-estar animal.

Área Florestal Brasileira. O Brasil possui cerca de 496 milhões de hectares de área florestal, representando 58,3% do seu território e sendo a segunda maior área de floresta do mundo, atrás apenas da Rússia.

Consolidando-se como o segundo país com a maior área florestal do mundo. A grande extensão desse recurso confere ao setor florestal brasileiro uma relevância estratégica, com impacto direto nas esferas social, econômica e produtiva do país.

Sendo assim, as florestas brasileiras desempenham um papel central no desenvolvimento nacional, tornando indispensável a disponibilização de informações precisas e atualizadas para a gestão, uso e conservação desses recursos.

Florestas Plantadas. O Brasil é um dos países com maior área de florestas plantadas do mundo, com 10,2 milhões de hectares conforme a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ).

Embora os números exatos para 2025 ainda não sejam definitivos, o setor tem mostrado expansão, especialmente em regiões como o Mato Grosso do Sul, que viu sua área plantada aumentar 500%, e projeta-se crescimento contínuo devido ao investimento em inovação, sustentabilidade e demanda global por produtos florestais.

Área Plantada Atual:

A área registrada em 2024 foi de 10,2 milhões de hectares.

O Brasil tem um total de mais de 563 milhões de hectares de território.

A produção silvicultural responde por 84,1% da produção econômica florestal do país, valorizando a área plantada.

Crescimento e Expansão: O Mato Grosso do Sul tem se destacado, com um crescimento de 500% na área de florestas plantadas, o que o torna o segundo estado com maior área plantada no país.

A expansão é impulsionada por investimentos e pela demanda por produtos de base florestal sustentável.

Projeções para 2025/26: O setor de florestas plantadas é visto como promissor para 2025/26. A tendência é de aumento na área plantada, impulsionada por crescimento na produção e demanda por produtos certificados.

MINAS GERAIS. Atualizando os dados para 2025, Minas Gerais é o estado com a maior área de floresta plantada (2,26 milhões de hectares em 22% do total), quase inteiramente formada por florestas de eucalipto (97,4%). Os seis estados com maior área de floresta plantada representam 80% do total de florestas plantadas no Brasil com a liderança de Minas Gerais (2,26 milhões de hectares). Dos 853 municípios mineiros, a silvicultura já está presente em 811 com destaque para as cidades de João Pinheiro, Buritizeiro e Itamarandiba que possuem maiores áreas de florestas plantadas.

Minas Gerais tem oportunidades relevantes no setor de base florestal e, conseqüentemente, na silvicultura, com potencial para liderar o setor no país. O levantamento aponta 7 milhões de hectares (ha) propícios ao desenvolvimento de projetos brownfield (instalação de indústria por meio da aquisição/arrendamento de maciços florestais) e 15 milhões de ha viáveis para projetos greenfield (plantio das florestas para instalação de uma planta industrial), predominantemente nas regiões Norte, Noroeste e Central de Minas.

MATO GROSSO DO SUL. Aumentou sua área com silvicultura em 15,2%, assumindo a segunda maior área de florestas plantadas, com 1,35 milhão de hectares, dos quais 99,5% são plantios de eucalipto. Dois municípios sul-mato-grossenses ocupam as primeiras posições de área plantada no país: Ribas do Rio Pardo com 325 mil hectares, aumento de 29,3%; e Três Lagoas (polo de produção de celulose) com 288 mil hectares, alta de 9,1%.

O Estado já consolidou a sua posição como o um grande produtor de eucalipto e celulose no Brasil e deve chegar à liderança nacional da produção de eucalipto. Impulsionada pela expansão das indústrias e os novos investimentos da Bracell que já opera em Água Clara e da Arauco e a possível duplicação da Eldorado Brasil em Três Lagoas. E ainda a fábrica da Suzano em Ribas do Rio Pardo, inaugurada em 2024, é a maior planta de celulose de linha única do mundo, com capacidade para 2,55 milhões de toneladas por ano. A área plantada de eucalipto pode alcançar 2,7 milhões de hectares até o fim de 2026. A Arauco, empresa chilena que está construindo uma fábrica em Inocência, é um dos principais motores desse crescimento (projeto de 3,5 milhões de toneladas de celulose, o maior projeto em planta única do mundo e vai precisar de 400 mil hectares de eucalipto).

SÃO PAULO. São Paulo é um dos principais (terceiro) estados brasileiros com plantios florestais (1,28 milhão de hectares) comerciais.

As bases dessa cadeia produtiva são majoritariamente compostas por plantações de eucalipto (01 milhão de hectares) e pinus (153 mil hectares), correspondendo a 13% dos plantios brasileiros. Mas também incluem cultivos comerciais de seringueira, teca, araucária e acácia. As árvores cultivadas estão presentes em 76% dos municípios paulistas, destacando a extensão e a presença significativa destas florestas em toda a geografia do estado. Nos últimos três anos, registrou-se um aumento de 5% na área cultivada, resultado de constantes investimentos em expansões e construção de novas fábricas. As plantações de eucalipto predominam nas regiões centro-oeste, sudoeste e central do estado. O pinus é mais comum na região sudoeste. Já a seringueira concentra-se principalmente no noroeste do estado. Os polos florestais formados pelas microrregiões de Bauru, Itapeva, Capão Bonito, Avaré, Itapetininga e Botucatu correspondem a 71% do valor da produção silvicultural paulista. No estado de São Paulo há empresas de celulose e papel, indústrias de painéis, que utilizam madeira como matéria-prima, e aquelas que têm o produto como fonte de energia renovável. São Paulo também é um importante produtor de resina de pinus.

PARANÁ. O Paraná (1,3 milhões de hectare) é o quarto estados em áreas de florestas plantadas com destaque na produção florestal de madeira de tora e lenha (consumo anual de 51 milhões de metros cúbicos de madeira), principalmente, em General Carneiro, Telêmaco Borba e Cruz Machado. A madeira representa o terceiro produto de exportação. As florestas plantadas no Estado do Paraná representam 20,3% do valor bruto da produção (VBP) florestal nacional, sendo o Estado o maior produtor do país em toras oriundas da silvicultura.

OUTROS ESTADOS. Outros estados com maiores áreas de florestas plantadas são Santa Catarina (1,05 mi) com destaque aos municípios de Otacílio Costa, Lages, Curitibanos e Caçador e no Rio Grande do Sul (974 mil hectares) onde o município de Encruzilhada do Sul concentra plantios de eucalipto e pinus e ainda contribui para os bons números do Estado na área de florestas plantadas.

Temos ainda um grande quantitativo de áreas de florestas plantadas na Bahia com destaque ao município de Caravelas, no Sul do Estado do Nordeste, que possui uma área significativa de eucalipto plantado e no Espírito Santo um Estado com alta produção florestal em São Mateus um dos municípios mais relevantes.

Mapeamento Inteligente dos Players Produtores Florestais no Brasil. As empresas dos Produtores Florestais do Brasil representam um percentual de produção de 96,5% do mercado brasileiro de produção florestal em florestas plantadas. Comportam 32.305 empresas do setor florestal.

32% (10474) Cultivo de eucalipto

17% (5465) Extração de madeira em florestas plantadas

15% (4714) Atividades de apoio à produção florestal

11% (3537) Produção de carvão vegetal - florestas plantadas

7% (2411) Cultivo de pinus

3% (1062) Produção de produtos madeireiros não especificados anteriormente em florestas plantadas

3% (926) Cultivo de mudas em viveiros florestais

1% (435) Coleta de produtos madeireiros não especificados anteriormente em florestas plantadas

1% (303) Cultivo de espécies madeireiras exceto eucalipto acácia Negra pinus e teca

0% (129) Cultivo de teca

0% (30) Cultivo de acácia Negra

0% (1) Produção de casca de acácia Negra - florestas plantadas.



HIDROGÊNIO VERDE



ATUALIZANDO O MERCADO INTERNACIONAL DE HIDROGÊNIO

Diretrizes Gerais. A produção de hidrogênio de baixa emissão pode crescer enormemente até 2030, mas os desafios de custo estão dificultando a implantação

O número de projetos anunciados para produção de hidrogênio de baixa emissão está se expandindo rapidamente. A produção anual de hidrogênio de baixa emissão pode chegar a 38 Mt em 2030, se todos os projetos anunciados forem realizados, embora 17 Mt venham de projetos em estágios iniciais de desenvolvimento. A produção potencial até 2030 de projetos anunciados até o momento é 50% maior do que era no momento do lançamento da Global Hydrogen Review 2024 da AIE.

Uso Global Hidrogênio. O uso global de hidrogênio atingiu 95 Mt, um aumento de quase 3% ano a ano, com forte crescimento em todas as principais regiões consumidoras, exceto a Europa, que sofreu um golpe na atividade industrial devido ao forte aumento nos preços do gás natural.

Hidrogênio e combustíveis à base de hidrogênio pode desempenhar um papel importante na descarbonização de setores onde as emissões são difíceis de reduzir e soluções alternativas não estão disponíveis ou são difíceis de implementar, como a indústria pesada e o transporte de longa distância.

Crescimento Novos Projetos de Hidrogênio. Os anúncios de novos projetos para a produção de hidrogênio de baixa emissão continuam crescendo, mas apenas 5% tomaram decisões firmes de investimento devido às incertezas em torno da evolução futura da demanda, à falta de clareza sobre certificação e regulamentação e à falta de infraestrutura disponível para fornecer hidrogênio aos usuários finais.

Do lado da demanda, a demanda por hidrogênio continua crescendo, mas permanece concentrada em aplicações tradicionais. Novas aplicações na indústria pesada e no transporte de longa distância respondem por menos de 0,1% da demanda por hidrogênio, enquanto respondem por um terço da demanda global de hidrogênio até 2030 no Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (NZE). Um número crescente de países está divulgando estratégias nacionais e adotando políticas concretas para dar suporte aos pioneiros. Mas os atrasos na implementação dessas políticas e a falta de políticas para criação de demanda estão impedindo a expansão da produção e uso de hidrogênio de baixa emissão.

Para entrar no caminho certo com o Cenário NZE, é necessária uma ação política acelerada para criar demanda por hidrogênio de baixa emissão e desbloquear investimentos que possam acelerar a expansão da produção e a implantação de infraestrutura.

Demanda Global Hidrogênio. A demanda global por hidrogênio aumentou para quase 100 milhões de toneladas (Mt) em 2024, um aumento de 2% em relação a 2023 e em linha com o crescimento da demanda geral de energia.

Esse aumento foi impulsionado pelo maior uso em setores que tradicionalmente consomem hidrogênio, como refino de petróleo e indústria.

A demanda de novas aplicações representou menos de 1% do total e concentrou-se quase inteiramente na produção de biocombustíveis. O fornecimento de hidrogênio continuou sendo dominado por combustíveis fósseis, com o uso de 290 bilhões de metros cúbicos (bcm) de gás natural e 90 milhões de toneladas equivalentes de carvão (Mtce) em 2024.

A produção de hidrogênio de baixa emissão cresceu 10% em 2024 e está a caminho de atingir 1 Mt em 2025, mas ainda representa menos de 1% da produção global.

Embora a adoção do hidrogênio de baixa emissão ainda não esteja atingindo as ambições estabelecidas nos últimos anos – devido aos altos custos, à demanda incerta, aos ambientes regulatórios incertos e ao lento desenvolvimento da infraestrutura –, ainda há sinais notáveis de crescimento. Uma recente onda de atrasos e cancelamentos de projetos reduziu as expectativas para a implantação do hidrogênio de baixa emissão nesta década. No entanto, nos estágios iniciais da adoção de novas tecnologias, frequentemente há momentos de forte progresso, bem como períodos de desenvolvimento lento, e diversos indicadores sugerem que o setor continua a amadurecer. Por exemplo, embora as decisões finais de investimento (FIDs) ainda estejam bem atrás dos anúncios, mais de 200 projetos de produção de hidrogênio de baixa emissão as receberam desde 2020, quando havia apenas alguns projetos de demonstração em operação. A inovação também está avançando em um ritmo impressionante, com um número recorde de tecnologias em toda a cadeia de valor do hidrogênio apresentando progresso significativo no último ano.

Apesar da recalibração dos planos da indústria, espera-se que a produção de hidrogênio de baixa emissão cresça fortemente até 2030. A produção de hidrogênio de baixa emissão proveniente de projetos que estão atualmente em operação ou que já obtiveram a Decisão Final de Investimento (FID) deverá atingir 4,2 milhões de toneladas por ano (Mtpa) até 2030, um aumento de cinco vezes em comparação com a produção de 2024. Embora esse valor seja muito inferior às ambições do governo e da indústria no início desta década, representa um crescimento de menos de 1% da produção total de hidrogênio atualmente para cerca de 4% em 2030. Esse crescimento da produção de hidrogênio de baixa emissão até 2030 se assemelharia à rápida expansão de outras tecnologias de energia limpa observada nos últimos anos, como a energia solar fotovoltaica. Além disso, uma nova avaliação abrangente das perspectivas dos projetos anunciados para a Revisão deste ano conclui que mais 6 milhões de toneladas (Mt) de projetos de produção de hidrogênio de baixa emissão têm grande potencial para entrar em operação até 2030, caso políticas eficazes para criar demanda e facilitar a sua comercialização sejam implementadas.

A diferença de custos entre o hidrogênio de baixa emissão e a produção a partir de combustíveis fósseis sem mitigação de emissões continua sendo uma barreira fundamental para o desenvolvimento de projetos, mas espera-se que diminua . A forte queda nos preços do gás natural em relação aos níveis observados em 2022-23 – e o aumento no custo dos eletrolisadores devido à inflação e à implantação mais lenta do que o esperado da tecnologia – resultaram em uma diferença de custos maior em relação à produção a partir de combustíveis fósseis sem mitigação de emissões, o que significa que os programas de apoio continuarão sendo necessários por mais tempo. Espera-se que essa diferença diminua até 2030.

O hidrogênio renovável na China poderá se tornar competitivo em termos de custos até o final desta década devido aos baixos custos da tecnologia e do capital. Na Europa, a diferença também deverá diminuir devido aos preços do dióxido de carbono (CO₂) e em áreas com alto potencial de energias renováveis, e porque os preços do gás natural para usuários industriais na região deverão ser mais elevados do que em outros lugares.

Em regiões onde o gás natural é mais barato, como nos Estados Unidos e no Oriente Médio, a diferença de custos deverá permanecer maior, e a captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) provavelmente será mais competitiva para a produção de hidrogênio com baixas emissões no curto prazo. Os Estados Unidos e a União Europeia lideram a ação política, enquanto a China assumiu a liderança na implementação

China Lidera Produção Eletrolisadores. A China é a força motriz na implantação e fabricação de eletrolisadores atualmente . A capacidade instalada global de eletrólise da água atingiu 2 gigawatts (GW) em 2024, e mais de 1 GW de capacidade foi adicionado a essa marca até julho deste ano. A China agora responde por 65% da capacidade instalada global e da capacidade que já teve um investimento final aprovado. A China também abriga quase 60% da capacidade global de fabricação de eletrolisadores, com uma oferta crescente tanto de fabricantes tradicionais quanto de novos participantes do mercado.

Os fabricantes de eletrolisadores fora da China enfrentam dificuldades, o que aumenta as preocupações sobre a saúde do setor. O forte crescimento do mercado chinês contrasta com as perspectivas para os fabricantes em outros lugares, que estão sofrendo quedas acentuadas na receita e aumento das perdas financeiras. Para alguns, isso levou a falências ou aquisições, o que pode sinalizar uma onda de consolidação futura. Na China, o setor não está imune a esses acontecimentos; sua capacidade de produção atual de 20 GW por ano é significativamente superior à demanda atual, que era de cerca de 2 GW em 2024. Isso também pode levar à consolidação em breve.

Fora da China, o custo de instalação de eletrolisadores chineses não é significativamente menor do que o de eletrolisadores fabricados por outros produtores, quando todos os fatores são levados em consideração. O custo de fabricação e instalação de um eletrolisador fora da China em 2024 era de US\$ 2.000 a US\$ 2.600 por quilowatt (kW), em comparação com US\$ 600 a US\$ 1.200 por kW para eletrolisadores fabricados e instalados na China.

No entanto, o custo do equipamento representa apenas parte do investimento total necessário para instalar um eletrolisador. Mais da metade do total corresponde a custos de engenharia, aquisição, construção e contingências, que variam de acordo com a localização do projeto. Quando os custos de transporte e as tarifas alfandegárias também são considerados, o custo de instalação de um eletrolisador chinês fora da China passa a ser de US\$ 1.500 a US\$ 2.400 por kW – reduzindo a diferença em relação aos concorrentes não chineses.

Ainda existem barreiras que impedem o uso de eletrolisadores chineses fora da China, mas isso pode mudar em breve . Embora a instalação de eletrolisadores fabricados na China possa reduzir o investimento inicial, eles enfrentam problemas de eficiência e baixo desempenho, além da necessidade de adaptação às normas locais. Isso pode aumentar os custos operacionais, o que, por sua vez, pode encarecer a produção geral de hidrogênio e diminuir as vantagens de custo do investimento.

Atualmente, esses fatores limitam a adoção global de eletrolisadores chineses, juntamente com as incertezas relacionadas à manutenção e aos reparos ao longo da vida útil da planta. No entanto, os fabricantes chineses estão buscando soluções para muitas dessas barreiras por meio da inovação e da exploração da expansão de suas operações de fabricação no exterior.

Mercado Mundial. A União Europeia adotou dois atos delegados com regras para definir o hidrogênio renovável, aprovou financiamento para as duas primeiras ondas de Projetos Importantes de Interesse Europeu Comum relacionados ao hidrogênio e anunciou os primeiros leilões do Banco Europeu de Hidrogênio.

A Índia aprovou a Missão Nacional de Hidrogênio Verde com o objetivo de produzir 5 Mt de hidrogênio renovável até 2030 e se tornar um fabricante líder de eletrolisadores.

O Reino Unido lançou seu Low-Carbon Hydrogen Standard e lançou uma consulta para um esquema de certificação . A primeira Rodada de Alocação Eletrolítica para apoiar projetos de produção de hidrogênio usando eletrólise foi lançada, com o objetivo de conceder contratos.

Os Estados Unidos anunciaram incentivos importantes para a produção de hidrogênio limpo sob a Lei de Redução da Inflação (IRA).

A Namíbia lançou sua Estratégia de Hidrogênio Verde e Derivados, juntando-se à África do Sul como os únicos países subsaarianos que adotaram uma estratégia de hidrogênio .

Políticas Internacionais. O ritmo de contratos de fornecimento de hidrogênio diminuiu em 2024, com novos acordos concentrados nos setores de refino, químico e marítimo . Os novos contratos de fornecimento assinados em 2024 atingiram 1,7 Mtpa, em comparação com 2,4 Mtpa em 2023. No entanto, alguns acordos preliminares assinados em anos anteriores foram formalizados, levando a investimentos em projetos de produção.

Os usos existentes de hidrogênio nos setores de refino e químico – e o uso de combustíveis à base de hidrogênio no transporte marítimo e, em menor escala, na aviação e na geração de energia – representam quase todos os contratos de fornecimento firmes anunciados pelo setor privado até o momento e 80% do investimento em projetos de produção já comprometidos. As licitações para aquisição de hidrogênio de baixa emissão apresentaram resultados mistos em 2024; as licitações no setor siderúrgico na Europa foram adiadas ou suspensas, enquanto as licitações para refino e fertilizantes levaram a decisões finais de investimento para plantas de produção na Europa e na Índia.

Políticas para criar demanda estão sendo implementadas, mas em ritmo lento . A Europa lidera a adoção de cotas setoriais para o uso de hidrogênio nos transportes e na indústria, no âmbito da Diretiva de Energias Renováveis (RED) da UE, e de mandatos para o setor de aviação. A Índia (com foco em refino e fertilizantes) e o Japão e a Coreia (com foco na geração de energia) também iniciaram programas ambiciosos.

A nova Estrutura de Emissões Líquidas Zero da Organização Marítima Internacional (OMI) pode impulsionar a adoção de combustíveis à base de hidrogênio no setor marítimo. No entanto, o impacto total desses esforços ainda está por ser visto e, no curto prazo, as regulamentações da OMI podem, na verdade, estimular a demanda por gás natural liquefeito ou biocombustíveis. As cotas da RED da UE precisam ser transpostas para a legislação nacional pelos Estados-membros da UE, e não haverá um sinal claro de demanda para o setor de hidrogênio até que isso seja concluído, uma vez que as abordagens podem variar

Instalações Unidades Portuárias. Uma infraestrutura adequada de abastecimento portuário será necessária em breve para que os navios possam adotar combustíveis à base de hidrogênio . Esses combustíveis podem ser vitais para atingir as metas de descarbonização da IMO, juntamente com outros combustíveis e a eficiência energética. Sua adoção no transporte marítimo dependerá de fortes sinais regulatórios, da implantação de tecnologias navais compatíveis e da expansão da oferta e da infraestrutura.

Em junho de 2025, mais de 60 embarcações movidas a metanol estavam em operação e quase 300 estavam em carteira de encomendas. O desenvolvimento da infraestrutura de abastecimento é o próximo passo para evitar gargalos em um futuro próximo.

A modernização da infraestrutura de portos de abastecimento estrategicamente localizados poderia abranger a maioria das principais rotas comerciais . O abastecimento de combustível marítimo é altamente concentrado geograficamente: Singapura sozinha supre cerca de um quinto da demanda global, e apenas 17 portos atendem a mais de 60% das necessidades de reabastecimento do setor. Além disso, grande parte da produção e da demanda existentes por hidrogênio de origem fóssil sem controle de emissões (refinarias e plantas químicas) tende a estar localizada perto de portos, tornando-os locais ideais para impulsionar a adoção em larga escala do hidrogênio de baixa emissão.

A análise da infraestrutura existente e sua proximidade com a produção de hidrogênio de baixa emissão revela oportunidades iniciais.

Quase 80 portos possuem expertise consolidada na gestão de produtos químicos, indicando uma forte prontidão para também lidar com combustíveis à base de hidrogênio. Esses portos, amplamente distribuídos pelo mundo, incluem alguns dos maiores, como Rotterdam, Singapura e Ain Sokhna (Egito). Mais de 30 desses portos poderiam ter acesso a pelo menos 100 mil toneladas por ano (ktpa) de hidrogênio de baixa emissão proveniente de projetos anunciados em um raio de 400 quilômetros.

Demanda Hidrogênio Sudeste Asiático. A demanda por hidrogênio no Sudeste Asiático é dominada pelo setor químico, com o fornecimento baseado principalmente em gás natural . A demanda por hidrogênio no Sudeste Asiático em 2024 atingiu 4 milhões de toneladas por ano (Mtpa), liderada pela Indonésia, que respondeu por 35%, Malásia, Vietnã e Singapura. O uso de hidrogênio na produção de amônia representou quase metade da demanda, seguido pelo refino e pela produção de metanol. Quase 80% da demanda foi atendida com hidrogênio produzido a partir de gás natural não tratado, e o restante a partir de subprodutos industriais.

A produção de hidrogênio consome cerca de 8% do suprimento de gás da região e responde por pouco mais de 1% das emissões de CO₂ relacionadas à energia .

O conjunto de projetos para a produção de hidrogênio de baixa emissão no Sudeste Asiático demonstra grande potencial, mas precisa amadurecer . Com base nos projetos anunciados, a produção de hidrogênio de baixa emissão poderá atingir 480 mil toneladas por ano até 2030, concentrada principalmente na Indonésia e na Malásia. No entanto, apenas 6% da produção anunciada obteve uma decisão final de investimento, e 60% permanece em estágios iniciais de desenvolvimento. Uma exceção notável é um projeto de eletrolisador de 240 MW em construção no Vietnã – um dos poucos projetos dessa escala fora da China a obter a decisão final de investimento. Cerca de 40% dos projetos são voltados para exportação – principalmente de amônia, que é o produto-alvo da grande maioria dos projetos em desenvolvimento.

As aplicações industriais existentes e o setor de transporte marítimo oferecem oportunidades importantes para a adoção precoce. As maiores oportunidades para a adoção de hidrogênio de baixa emissão na região incluem a produção de amônia na Indonésia, Malásia e Vietnã, e a produção de metanol na Malásia, para melhorar a balança comercial reduzindo as importações de gás natural e produtos derivados do gás natural; a produção de aço na Indonésia e no Vietnã para atender à crescente demanda regional; e o abastecimento marítimo em Singapura para suprir as demandas emergentes no transporte marítimo internacional. A concentração geográfica das aplicações existentes, particularmente em países com grandes empresas estatais, fornece uma base sólida para a expansão do setor. O sucesso a curto prazo dependerá da aceleração da implantação de energias renováveis para reduzir os custos de produção, da implementação de políticas direcionadas à substituição de combustíveis e do desenvolvimento de projetos-piloto que permitam o progresso gradual rumo à comercialização.

Aplicações do Hidrogênio. As aplicações de hidrogênio desempenham um papel fundamental em setores onde as emissões são difíceis de reduzir, mas a produção precisa se tornar mais limpa

No Cenário NZE, o uso de hidrogênio de baixa emissão e combustíveis à base de hidrogênio leva a reduções modestas nas emissões de CO₂ em 2030 .

Em comparação com outras medidas de mitigação importantes, como a implantação de energias renováveis, eletrificação direta e mudança comportamental. No entanto, o hidrogênio e os combustíveis à base de hidrogênio podem desempenhar um papel importante em setores onde as emissões são difíceis de reduzir e outras medidas de mitigação podem não estar disponíveis ou seriam difíceis de implementar, ou seja, indústria pesada, transporte de longa distância, transporte marítimo e aviação. A contribuição total do hidrogênio também é maior no longo prazo, à medida que as tecnologias baseadas em hidrogênio amadurecem.

Substituir o hidrogênio baseado em combustível fóssil sem redução por hidrogênio de baixa emissão em aplicações existentes (nomeadamente setores de refino e indústria) é uma prioridade de curto prazo, dado que apresenta desafios técnicos relativamente baixos, pois é uma substituição semelhante em vez de uma troca de combustível. A produção atual de hidrogênio para essas aplicações emite 1 100–1 300 Mt de CO₂ equivalente¹ (incluindo emissões a montante e a meio do fluxo do fornecimento de combustível fóssil).

No Cenário NZE, a intensidade média de emissões da produção de hidrogênio cai da faixa de 12–13,5 kg CO₂-eq/kg H₂ em 2022 para 6–7,5 kg CO₂-eq/kg H₂ em 2030.

A produção de hidrogênio de baixa emissão permaneceu abaixo de 1% da produção global de hidrogênio. A produção dedicada de hidrogênio hoje é baseada principalmente em tecnologias de combustíveis fósseis, com cerca de um sexto do suprimento global de hidrogênio vindo do hidrogênio “subproduto”, principalmente na indústria petroquímica.

Cerca de 70% da necessidade de energia para produção dedicada de hidrogênio foi atendida com gás natural e cerca de 30% com carvão (usado principalmente na China, que sozinha foi responsável por 90% do consumo global de carvão para produção de hidrogênio).

A produção de hidrogênio de baixa emissão representou menos de 1% da produção total de hidrogênio, apesar do crescimento de 5%.

Esse aumento na produção de hidrogênio de baixa emissão é resultado de 130 MW de capacidade de eletrólise e um projeto iniciando operação na China para a produção de hidrogênio a partir de carvão com CCUS.

Entrar no caminho certo com o Cenário NZE requer um rápido aumento de escala de hidrogênio de baixa emissão, com cerca de 50 Mt de produção de hidrogênio com base na eletrólise e mais de 30 Mt produzidos a partir de combustíveis fósseis com CCUS até 2030, para um total de mais de 50% da produção de hidrogênio.

Isso exigirá uma capacidade instalada de mais de 550 GW de eletrolisadores, o que, por sua vez, requer um rápido aumento de escala da capacidade de fabricação de eletrolisadores e implantação significativa de capacidade renovável dedicada para produção de hidrogênio e aprimoramento da rede elétrica.

Com relação aos combustíveis fósseis, até 2030 a demanda de gás natural para produção de hidrogênio será quase 30% maior do que em 2022 no Cenário NZE, enquanto a demanda por carvão cairá em quase um quinto.

Em ambos os casos, a capacidade de produção recém implantada é equipada com CCUS e uma fração das instalações existentes ainda operacionais em 2030 são adaptadas com CCUS.

A demanda global por hidrogênio cresceu cerca de 3%, mas ainda permanece concentrada em aplicações tradicionais com lenta penetração em novos usos.

A demanda global por hidrogênio atingiu 95 Mt, quase 3% a mais. A demanda por hidrogênio continua concentrada em aplicações tradicionais nos setores de refino e industrial (incluindo produtos químicos e Redução Direta de Ferro [DRI] baseada em gás natural), com penetração muito limitada em novas aplicações.

A demanda em novas aplicações, como transporte, calor de alta temperatura na indústria, DRI baseada em hidrogênio, energia e edifícios, representa menos de 0,1% da demanda global. A maior parte dessa demanda está concentrada no transporte rodoviário, embora outras aplicações estejam começando a ganhar alguma tração.

Várias demonstrações de usos finais importantes para hidrogênio de baixa emissão e combustíveis à base de hidrogênio entraram em operação no ano passado na produção de produtos químicos , refino , aquecimento de alta temperatura e transporte . Levar essas tecnologias à comercialização o mais rápido possível será essencial para desbloquear uma fração significativa da demanda nessas novas aplicações.

Entrar no caminho certo com o Cenário NZE exigirá uma mudança radical na criação de demanda, particularmente em novas aplicações. Até 2030, a demanda por hidrogênio aumentará em mais de 1,5 vezes para atingir mais de 150 Mt, com quase 30% dessa demanda vindo de novas aplicações.

A infraestrutura de transporte e armazenamento de hidrogênio e combustíveis à base de hidrogênio continua muito limitada, mas sua expansão é crucial à medida que surgem novas aplicações distribuídas.

O hidrogênio é hoje produzido e consumido principalmente no mesmo local, sem a necessidade de infraestrutura de transporte. Com a demanda por hidrogênio aumentando e o advento de novos usos distribuídos, há uma necessidade de desenvolver infraestrutura de hidrogênio que conecte centros de produção e demanda.

Os gasodutos são a forma mais eficiente e menos dispendiosa de transportar hidrogênio até uma distância de 2.500 a 3.000 km , para capacidades em torno de 200 kt por ano.

Cerca de 2.600 km de gasodutos de hidrogênio estão em operação nos Estados Unidos e 2.000 km na Europa, principalmente de propriedade de empresas privadas e usados para conectar usuários industriais. Vários países estão desenvolvendo planos para uma nova infraestrutura de hidrogênio, com a Europa liderando o caminho.

A iniciativa European Hydrogen Backbone estabelecida agrupa 32 operadores de infraestrutura de gás com o objetivo de estabelecer uma infraestrutura de hidrogênio pan-europeia.

O governo holandês anunciou um plano para investir EUR 750 milhões no desenvolvimento de uma rede nacional de transmissão de hidrogênio de 1.400 km.

Manter-se no caminho certo com o Cenário NZE exigiria cerca de 15.000 km de gasodutos de hidrogênio (incluindo tubos novos e reaproveitados) até 2030.

Para transportar hidrogênio por longas distâncias, o transporte de hidrogênio e os transportadores de hidrogênio são mais competitivos em termos de custo do que os gasodutos de hidrogênio.

O projeto Hydrogen Energy Supply Chain demonstrou pela primeira vez o transporte de hidrogênio liquefeito da Austrália para o Japão.

No entanto, devido aos desafios técnicos do transporte de hidrogênio liquefeito, um número crescente de projetos está considerando a possibilidade de transportar amônia, embora todos esses projetos ainda estejam em estágios muito iniciais de desenvolvimento, com exceção do projeto NEOM, que atingiu o fechamento.

No cenário NZE, mais de 15 Mt de hidrogênio de baixa emissão (na forma de hidrogênio ou combustíveis à base de hidrogênio) são enviados globalmente até 2030.

O desenvolvimento de infraestrutura para armazenamento de hidrogênio também será necessário. Cavernas de sal já estão em uso para armazenamento em escala industrial nos Estados Unidos e no Reino Unido.

O papel potencial do hidrogênio no equilíbrio da rede elétrica e o desenvolvimento potencial do comércio internacional exigiriam o desenvolvimento de mais capacidade de armazenamento e sua operação flexível.

Vários projetos de pesquisa estão em andamento para a demonstração de ciclo rápido em armazenamento de hidrogênio em larga escala, como HyCAVmobil na Alemanha e HyPSTER na França, com ambos planejando iniciar os testes este ano. Outros projetos de pesquisa na Holanda, Alemanha e França estão analisando o potencial de reaproveitamento de cavernas de sal de gás natural para armazenamento de hidrogênio. A pesquisa e a demonstração também estão progredindo no desenvolvimento de outros tipos de locais de armazenamento subterrâneo (como campos de gás esgotados, aquíferos e cavernas de rocha dura revestidas).

Uma instalação de demonstração para armazenar hidrogênio em cavernas de rocha dura revestidas começou a operar na Suécia. No cenário NZE, a capacidade global de armazenamento em massa aumenta de 0,5 TWh hoje para 70 TWh até 2030.

As tecnologias de produção de hidrogênio de baixa emissão estão amadurecendo rapidamente, mas são necessários mais esforços nas tecnologias do lado da demanda

Nem todas as etapas da cadeia de valor do hidrogênio de baixa emissão estão operando em escala comercial hoje. Do lado da oferta, algumas tecnologias já estão disponíveis comercialmente, como eletrolisadores de troca de membrana alcalina e de prótons. Outras tecnologias, como eletrolisadores de óxido sólido (SOEC), estão se aproximando da comercialização graças aos recentes esforços de inovação. Um eletrolisador SOEC de 2,6 MW foi instalado em uma refinaria da Neste na Holanda e, poucas semanas depois, a Bloom Energy instalou um sistema SOEC de 4 MW em um centro de pesquisa da NASA na Califórnia.

As tecnologias de transporte e armazenamento também são bastante maduras, embora ainda em pequena escala. Esforços de inovação e demonstração estão em andamento para levar essas tecnologias à escala necessária para facilitar a adoção do hidrogênio como um vetor de energia limpa. A primeira instalação de armazenamento de hidrogênio do mundo em um reservatório subterrâneo poroso começou a operar.

Do lado da demanda, a situação é diferente. Além dos usos tradicionais de hidrogênio em aplicações industriais e de refino que são totalmente comerciais, a maioria das tecnologias de demanda está apenas na fase de demonstração ou protótipo, mas houve algum progresso recente. A primeira balsa de hidrogênio do mundo entrou em operação na Noruega. O projeto HyInHeat também começou com o objetivo de demonstrar o uso de hidrogênio em processos auxiliares de aquecimento de alta temperatura em aplicações industriais. Mas esforços adicionais são necessários para desbloquear todo o potencial de demanda por hidrogênio em setores difíceis de reduzir.

Estratégia Mundial Hidrogênio. Os governos estão adotando estratégias e metas de hidrogênio para implantação de tecnologia, mas há uma falta de políticas para estimular a demanda por hidrogênio de baixa emissão.

Um número crescente de governos está a adotar estratégias e metas para a implementação de tecnologia, mas há uma falta de implementação de políticas

Um total de 32 governos tinham uma estratégia de hidrogênio em vigor. As metas para a implantação de tecnologias de produção de hidrogênio estão crescendo, particularmente na capacidade de eletrólise, com metas nacionais atingindo um agregado de 160-210 GW, o que representa 30-40% da capacidade de eletrólise instalada até 2030 no Cenário NZE.

No entanto, houve um progresso muito limitado no estabelecimento de metas para aumentar a demanda por hidrogênio de baixa emissão, com exceção da União Europeia, que concordou com metas ambiciosas para estimular a demanda na indústria e no transporte.

Também houve um progresso limitado na adoção de políticas para estimular a criação de demanda no ano passado. A maioria das políticas em vigor se concentra em apoiar a criação de demanda em aplicações de transporte, principalmente por meio de subsídios e subsídios de compra, enquanto um número muito pequeno de políticas tem como alvo aplicações industriais, apesar dessas aplicações serem responsáveis pela maior parte da demanda atual.

A adoção de cotas e mandatos é outra ferramenta que os governos começaram a considerar para apoiar a criação de demanda na indústria, aviação e transporte marítimo, embora nenhuma das cotas anunciadas tenha entrado em vigor ainda. O apoio à I&D está a crescer, com a Europa e os Estados Unidos a liderarem os esforços. Os governos estão intensificando esforços para estimular a demonstração estratégica de tecnologias-chave de hidrogênio, com novos programas em vigor:

União Europeia: A Parceria da UE para o Hidrogênio Limpo abriu um edital de 195 milhões de euros para apoiar projetos de soluções de produção, armazenamento e distribuição de

hidrogênio renovável e para estimular o uso de hidrogênio de baixa emissão em setores de difícil redução.

Estados Unidos: O Departamento de Energia anunciou um programa de P&D de US\$ 750 milhões para tecnologias avançadas de hidrogênio limpo.

Reino Unido : o governo abriu a terceira rodada da Competição de Demonstração Marítima Limpa e lançou a segunda fase dos programas de P&D em produção de hidrogênio usando BECCS e substituição de diesel em veículos e máquinas off-road.

Os governos começaram a adotar novos mecanismos para apoiar os promotores de projetos e mitigar o risco de investimento. Vários governos começaram a implementar políticas na forma de subsídios, empréstimos, incentivos fiscais e contratos de carbono por diferença. A atividade foi particularmente intensa com vários anúncios significativos:

União Europeia: a Comissão Europeia aprovou o financiamento para duas ondas de Projetos Importantes de Interesse Europeu Comum relacionados ao hidrogênio (Hy2Tech , com foco em tecnologias de hidrogênio, e Hy2Use , com foco em aplicações industriais). Além disso, o primeiro leilão do Banco Europeu de Hidrogênio para apoiar projetos de produção doméstica de hidrogênio renovável.

Alemanha: o processo de licitação da iniciativa H2Global foi lançado , com entregas previstas para o final de 2025, embora os prazos de licitação tenham sido estendidos recentemente.

Japão : A NEDO destinou 220 bilhões de ienes do Projeto do Fundo de Inovação Verde para apoiar um projeto de cadeia de fornecimento de hidrogênio liquefeito entre a Austrália e o Japão.

Reino Unido: O governo abriu a primeira Rodada de Alocação Eletrolítica e pré-selecionou projetos, com o objetivo de dar suporte a pelo menos 250 MW de capacidade.

Estados Unidos: o governo anunciou a criação de um crédito fiscal, um crédito de investimento e financiamento de subsídios para projetos de produção de hidrogênio de baixa emissão. Além disso, o Departamento de Energia abriu uma chamada de USD 7 bilhões para hubs regionais de hidrogênio limpo.

O desenvolvimento de normas e esquemas de certificação para hidrogénio de baixas emissões está a ganhar ritmo

A International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy deve lançar a versão final de sua Metodologia para Determinar as Emissões de Gases de Efeito Estufa Associadas à Produção de Hidrogênio . Essa metodologia servirá como base para um padrão da International Organization for Standardization (ISO). A ISO está buscando desenvolver um rascunho de especificação técnica e um rascunho de padrão internacional.

Paralelamente, os governos estão trabalhando no estabelecimento de estruturas regulatórias e esquemas de certificação.

A Austrália está desenvolvendo um esquema voluntário para certificados de Garantia de Origem. A Comissão Europeia adotou dois atos delegados com regras para definir o hidrogênio renovável, que entrarão em vigor assim que o Conselho e o Parlamento os aprovarem.

A França está trabalhando nos detalhes de um esquema de certificação para as categorias de hidrogênio definidas em sua Portaria nº 2021-167.

O Reino Unido lançou um Padrão de Hidrogênio de Baixo Carbono e lançou uma consulta para um esquema de certificação. E o Departamento de Energia dos EUA propôs um Padrão de Produção de Hidrogênio Limpo e está trabalhando nos detalhes metodológicos para sua aplicação em esquemas de apoio, como o Crédito Tributário de Produção de Hidrogênio Limpo do IRA.

No entanto, as metodologias definidas para esses esquemas de certificação não estão necessariamente alinhadas. Isso pode se tornar uma barreira importante, pois os investimentos que levarão ao comércio de hidrogênio de baixa emissão dependerão do reconhecimento internacional de padrões e certificados.

Recomendações AIE. Com base nos progressos alcançados até o momento e nos desafios em constante evolução que o setor enfrenta, a AIE atualizou suas recomendações políticas para ajudar os governos que desejam aproveitar o hidrogênio de baixa emissão para atingir suas metas energéticas: Manter os programas de apoio à produção de hidrogênio com baixas emissões, com foco em projetos prontos para execução que visem aplicações existentes . Um grande número de projetos voltados para aplicações existentes está pronto para tomar decisões de investimento, caso o apoio seja fornecido em tempo hábil para reduzir a diferença de custo entre o hidrogênio derivado de combustíveis fósseis sem mitigação de emissões e as tecnologias de baixas emissões.

Esses projetos poderiam impulsionar uma rápida expansão da produção de hidrogênio com baixas emissões e viabilizar a redução de custos.

Acelerar a criação de demanda por hidrogênio de baixa emissão e combustíveis à base de hidrogênio por meio de regulamentações e programas de apoio em setores-chave . A implementação acelerada de políticas para estimular a demanda pode facilitar a absorção e sustentar o investimento no fornecimento. Medidas eficazes visam os usuários de hidrogênio existentes e aplicações de alto valor em setores emergentes, ao mesmo tempo que concentram a demanda em polos industriais para criar escala e reduzir riscos. Governos e indústria podem cooperar para criar mercados líderes para produtos de uso final sustentáveis, impulsionando a adoção em estágios iniciais.

Acelerar a implantação da infraestrutura de hidrogênio removendo barreiras e aproveitando oportunidades iniciais .

Estruturas regulatórias abrangentes, porém gerenciáveis, e a introdução de mecanismos financeiros podem ajudar a mitigar os riscos iniciais de investimento, enquanto processos de licenciamento eficientes e uma melhor coordenação entre as autoridades podem contribuir para a redução dos prazos de implementação. O foco em polos industriais e portuários que concentram projetos de produção junto a potenciais usuários pode facilitar a implantação precoce.

Aumentar o apoio público para reduzir o risco tecnológico e facilitar o financiamento de projetos . Os governos podem fortalecer os mecanismos de financiamento público para reduzir os riscos associados a tecnologias em fase inicial, que enfrentam dificuldades de financiamento devido à falta de um histórico comprovado de desempenho. Agências de crédito à exportação e instituições financeiras públicas podem expandir os programas de garantia para projetos pioneiros que buscam demonstrar e ampliar tecnologias inovadoras.

Apoiar as economias emergentes e em desenvolvimento na ascensão da cadeia de valor para produtos à base de hidrogênio de baixa emissão . Essas economias possuem um potencial significativo para a produção de hidrogênio de baixo custo e baixa emissão, mas enfrentam desafios importantes, como infraestrutura limitada e acesso restrito a financiamento, além da dependência das exportações para um mercado global em lento desenvolvimento. As economias avançadas podem estabelecer parcerias com as economias emergentes e em desenvolvimento para incentivar novos usos domésticos (como a produção de fertilizantes) e abrir oportunidades de exportação para produtos à base de hidrogênio. Isso poderia permitir que as economias emergentes e em desenvolvimento ascendessem na cadeia de valor; aumentassem sua segurança energética e alimentar, reduzindo a dependência de importações; e impulsionassem o crescimento econômico.

Fonte AIE.



PELLETS BRIQUETES



CONSUMO DE PELLETS NA UE VAI AUMENTAR 2025/26

Consumo Pellets União Europeia. O consumo de pellets de madeira na União Europeia deverá começar a se recuperar este ano, atingindo 23,45 milhões de toneladas métricas, com aumentos tanto para uso residencial quanto industrial, de acordo com um relatório apresentado à Rede Global de Informações Agrícolas do Serviço Agrícola Estrangeiro do USDA.

Segundo o relatório, o consumo de pellets de madeira na UE diminuiu em 2023 e 2024 devido a um inverno ameno, estoques elevados, preços de energia mais baixos e interrupções no fornecimento de energia. O aumento do consumo em 2025 também deverá impulsionar as importações.

A UE deverá produzir 20,5 milhões de toneladas métricas de pellets de madeira em 2025, um aumento em relação aos 19,9 milhões de toneladas em 2024 e aos 19,97 milhões de toneladas em 2023.

Aumento Importações. As importações deverão atingir 4,68 milhões de toneladas métricas este ano, contra 4,48 milhões de toneladas métricas no ano passado e 4,9 milhões de toneladas métricas em 2023. As exportações deverão atingir 1,7 milhão de toneladas métricas em 2025, contra 1,66 milhão de toneladas métricas em 2024 e 1,17 milhão de toneladas métricas em 2023.

O consumo de pellets de madeira na UE deverá atingir 23,45 milhões de toneladas métricas em 2025, um aumento em relação aos 22,62 milhões de toneladas métricas do ano passado, mas ligeiramente inferior às 24,03 milhões de toneladas métricas de pellets de madeira consumidas em 2023.

Maiores Países Consumidores e Produtores Pellets. Dos 27 países da UE, os maiores consumidores de pellets de madeira são Alemanha, França, Itália, Dinamarca, Holanda, Suécia e Áustria. A França consumiu cerca de 3,5 milhões de toneladas de pellets de madeira no ano passado, seguida pela Alemanha com 3,37 milhões de toneladas e pela Itália com 2,8 milhões de toneladas.

A Alemanha também é um dos principais produtores de pellets de madeira na UE, com uma produção estimada em 3,7 milhões de toneladas métricas em 2024. A França fabricou aproximadamente 2,45 milhões de toneladas métricas de pellets de madeira no ano passado, seguida pela Letônia com 1,98 milhão de toneladas métricas, Áustria com 1,8 milhão de toneladas métricas e Suécia com 1,65 milhão de toneladas métricas.

Em 2024, a Itália foi o principal importador de pellets de madeira da UE, com 1,84 milhão de toneladas métricas. Os EUA forneceram apenas 7.000 toneladas métricas desse volume.

A Dinamarca importou 1,66 milhão de toneladas métricas de pellets de madeira em 2024, incluindo 703.000 toneladas métricas importadas dos EUA, enquanto a Holanda importou 1,5 milhão de toneladas métricas, incluindo 759.000 toneladas métricas dos EUA. No geral, os EUA exportaram 1,9 milhão de toneladas métricas de pellets de madeira para a UE em 2024, uma queda em relação aos 2,91 milhões de toneladas métricas em 2023.

Os EUA foram o principal fornecedor de pellets de madeira para a UE no ano passado, com 1,9 milhão de toneladas métricas, seguidos pelo Canadá, com 619 mil toneladas métricas, e pelo Brasil, com 419 mil toneladas métricas.

FONTE: USDA FAS GAIN

.





BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA



A Brasil Biomassa Consultoria Engenharia Tecnologia fundada em 2004, com sede em Curitiba e filial em São Paulo e representantes no exterior, é uma empresa líder (Eleita pela Energy Business Review Latin América como Top 10 Energy Consulting Providers in Latin America 2023/2024).

Na área de consultoria (desenvolvimento projetos sustentáveis zero carbono com trabalho especial de mapeamento de potencialidade dos tipos de biomassa) empresarial (atuação consultiva do plano estrutural de negócios e nos estudos de mercado, licenciamento ambiental, certificação do produtos em laboratórios nacionais e internacionais e do marketing executivo).

E econômica (desenvolvimento do estudo de viabilidade econômica capex/opex e no projeto de financiamento nacional e internacional) na área de engenharia executiva (com dimensionamento da planta industrial e layout e fluxograma), conceitual (atuação em projetos conceituais básicos e no estudo de viabilidade econômica- taxa de retorno e o payback da planta industrial) e de detalhamento (projetos detalhados contendo cálculos, dimensionamento, lista de materiais, balanços e fluxogramas) para aproveitamento dos tipos de biomassa (florestal/madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético).

Para suprimento energético e plantas de co-geração e de bioeletricidade, bioenergia, biocarvão/biocarbono, biogás/biometano, captura de carbono e hidrogênio verde e de wood/agro/ biobriquete e wood/agro biopellets para descarbonização do setor industrial (soluções energéticas e de suprimento zero carbono).



BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ESPECIALIZADA



Dentre os objetivos da Brasil Biomassa, o principal de prover soluções de geração de energia limpa e no desenvolvimento de projetos sustentáveis com fontes renováveis zero carbono (mudança da matriz energética industrial que utilizam os combustíveis fósseis como os derivados do petróleo como o coque, GLP, carvão, gás natural para o uso energético com a biomassa), criando valor econômico crescente e de longo prazo.

A Brasil Biomassa atua como uma protagonista para o setor industrial, estimulando na migração de um modelo energético baseado em combustíveis fósseis para um biocombustível sustentado como a bioeletricidade pela biomassa, biogás (biometano, CO2 industrial, biofertilizante e amônia verde), biocarbono (bio-óleo, gás sintético), bioenergia, bioeconomia, briquete e pellets (agropellets de biomassa agrícola, biopellets da cana-de-açúcar e capim elefante e sorgo e woodpellets dos tipos de madeira da extração vegetal e da silvicultura).

A Brasil Biomassa apresenta soluções eficientes de fonte de energia carbono zero, atuando deste a consultoria (plano de negócios e de viabilidade econômica) especializada (com um plus do mapeamento dos tipos de biomassa para o desenvolvimento de projetos energético e suprimento) e uma engenharia (conceitual e detalhamento com avaliação capex e opex) e uma inovadora tecnologia (modular, completa e móvel) industrial de produção de pellets (agro de resíduos da agricultura e de biopellets biomassa da cana-de-açúcar) de madeira (extrativismo e silvicultura com a biomassa sustentável), com a tecnologia industrial de produção de biogás (digestor e sistema de biometano, CO2 industrial, biofertilizantes e amônia verde).

Para a produção de biocarbono (sistema de pirólise de baixa e alta temperatura com a possibilidade de produção do bio-óleo, gás síntese e biochar) como fonte energética para descarbonização do setor siderúrgico e cimenteiro, da produção do briquete carbonizado ou briquete verde, tecnologia de torrefação da biomassa (produto altamente energético) e o black-pellets.

Sendo a principal empresa do setor de consultoria especializada no desenvolvimento de projetos sustentáveis agregando mais de 22 profissionais na área de consultoria técnica, engenharia industrial e florestal, processo e estudo de mercado, economia e planejamento estratégico e marketing internacional. E a expertise do mapeamento para suprimento energético (produção, disponibilidade, preços e a logística) os tipos de biomassas de origem sustentável da colheita florestal (silvicultura e extração) e da madeira e das culturas agrícolas e sucroenergético (cana-de-açúcar) para atender a demanda energética industrial. Dentre os objetivos da Brasil Biomassa, o principal de prover soluções de geração de energia (suprimento de biomassa) com fontes renováveis zero carbono (mapeamento de suprimento para atender ao setor industrial em substituição dos derivados dos combustíveis fósseis) para as indústrias de Alumínio, Amônia, Avicultura e Abate de Aves, Cerâmica, Cervejeira, Cimento, Cooperativas de Grãos, Extrativa, Farmacêutica, Laticínios, Papel e Celulose, Petroquímica, Processamento Milho e Soja, Química, Siderúrgica, Têxtil e Vidro.



BRASIL BIOMASSA MODALIDADE DE TRABALHO



A Brasil Biomassa com vasta expertise de sua equipe de gerenciamento, engenharia, fabricação e implantação sendo referência na criação e implementação de projetos sustentáveis de alta performance (zero carbono) integrados para a indústria.

Modalidades de trabalho:

*Planejamento estratégico no desenvolvimento da planta industrial (plano de negócios e de viabilidade econômica, projeto de financiamento, estudo de mercado e marketing nacional e internacional para a venda da produção industrial).

*Mapeamento de suprimento energético dos tipos de biomassa para garantia do desenvolvimento do projeto ou para descarbonização industrial.

*Engenharia conceitual e de detalhamento e em fase industrial (viabilidade – capex – opex) e como EPC para o gerenciamento do projeto industrial.

*Tecnologia industrial com a segurança do fornecimento de biomassa para o desenvolvimento das plantas industriais (linha de crédito internacional dos equipamentos) de produção de biogás (biometano, CO₂ industrial, biofertilizantes e amônia verde), de biocarbono (bio-óleo, gás síntese e biochar), de briquete carbonizado ou briquete verde, tecnologia de torrefação da biomassa (produto altamente energético) e de pellets (agropellets biomassa agrícola e agroindustrial e de biopellets biomassa da cana-de-açúcar, cana energia, capim elefante e sorgo) de madeira e black-pellets.



BRASIL BIOMASSA SETORES DE TRABALHO



Trabalhamos com empresários, empreendedores, desenvolvedores de projetos, investidores, empresas que pretendem em mudar a sua matriz energética nos últimos 30 anos para uma fonte zero carbono (descarbonização industrial).

Atuamos em todos os segmentos industriais para implantação de plantas industriais (bioenergia, caldeira industrial de biomassa para co-geração de energia, briquete de madeira e de resíduos, pellets, biocarbono, torrefação da biomassa energética) com uma consultoria especializada em mapeamento do potencial e disponibilidade de biomassa da colheita florestal e do processo industrial da madeira, resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético, viabilidade econômica e crédito carbono.

Com projetos de descarbonização para o setor industrial, com a engenharia especializada para a mudança da matriz energética industrial que utilizam os combustíveis fósseis como os derivados do petróleo (coque, GLP), carvão, gás natural para o uso energético com a biomassa.

Com projetos de descarbonização para as indústrias que pretendam em utilizar a tecnologia do biocarvão energético utilizando os resíduos sucroenergético, agrícolas e agroindustriais, da torrefação da biomassa de todos os tipos de biomassa para fins energético, bioenergia avançada com inovadora tecnologia de caldeira industrial para geração de energia térmica e aquecimento industrial, os projetos energéticos com o uso da agrobomassa utilizando os resíduos agrícolas e do beneficiamento agroindustrial, o biogás com digestor para fins de bioeletricidade, briquete de madeira e resíduos agrícolas e pellets de todos os tipos de madeira e resíduos da agricultura, agroindustrial e sucroenergético.

Assim trabalhamos com todas as indústrias do setor florestal e do processo industrial da madeira, indústrias de papel e celulose, laminação, compensados, painel de madeira e compensados e mdf, movelaria e agentes do setor de produção de biomassa e de resíduos industriais e arborização, construção civil e supressão florestal, produtores e diretores de empresas setor da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético, empreendedores projetos inovadores, desenvolvedores de projetos e empresas de geração e produção de energia, investidores e com empresas que pretendem desenvolver as plantas industriais sustentáveis.





BRASIL BIOMASSA

NOSSA CONSULTORIA



Sempre atenta às tendências e demandas energéticas visando o carbono zero, a Brasil Biomassa atua como uma empresa especializada em consultoria para aproveitamento dos tipos de biomassa e uma expertise de gerenciamento, engenharia e implantação sendo referência na implementação de projetos sustentáveis de energia de alta performance.

A Brasil Biomassa desenvolve(u) mais de 185 projetos industriais sustentáveis atuando desde o desenvolvimento do plano estratégico de negócios, mapeamento de fornecimento de matéria-prima florestal e da madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético, estudo do sistema de transporte e logística.

Consultoria empresarial no desenvolvimento do plano estrutural de negócios (relatório analítico com diretrizes no desenvolvimento de um projeto sustentável) e do estudo de viabilidade econômica (diretrizes de avaliação dos custos e do resultado econômico, capex e opex) para uma mudança de fonte energética ao setor industrial (bioeletricidade com o uso da biomassa em substituição de um combustível fóssil) ou para o desenvolvimento de projetos sustentáveis de biogás (biometano, CO₂ industrial, biofertilizantes e amônia verde), de biocarbono (bio-óleo, gás síntese e biochar), de briquete carbonizado ou briquete verde, torrefação da biomassa e black pellets, briquete e de pellets.

Consultoria especializada em estudo de mercado nacional e internacional. O estudo de mercado avalia o potencial do mercado para segurança no desenvolvimento de um projeto sustentável (mercado, concorrência, compradores e produtores) em conjunto com a planilha dos players produtores (biomassa, briquete e pellets quantitativo de produção e dos preços de mercado) e da biomassa, da logística de transporte e de produção e do potencial de mercado (grandes players compradores no mercado nacional e internacional).

Consultoria para o planejamento estratégico planta industrial biomassa, bioenergia, biogás, biocarbono, biometano, briquete e pellets. Identificação dos produtores de equipamentos industriais do mercado nacional e internacional. Credenciamento dos equipamentos industriais.

Consultoria financeira especializada no desenvolvimento do projeto de financiamento nacional e internacional. A Brasil Biomassa vai atuar no desenvolvimento do projeto de financiamento nacional por inovação tecnológica para aquisição dos equipamentos industriais. Trabalhamos com linha de inovação. No âmbito internacional utilizamos uma linha especial financiamento internacional dos equipamentos, sem garantia real e sem burocracia de financiamento.

Consultoria econômica e tributária para obtenção de incentivos (instalação da planta com geração de novos empregos) e benefícios fiscais (redução de tributação dos equipamentos, construção civil e ex-tarifários dos maquinários) e doação de área industrial para instalação de uma planta industrial (municipal e estadual).

Consultoria industrial com o desenvolvimento do estudo de logística e de transporte. A logística é fundamental para a economia e para o desenvolvimento produtivo das empresas, quando analisada e aplicada adequadamente à necessidade de transporte contribui para a redução de custos.

Neste sentido temos uma atuação profissional da Brasil Biomassa envolvendo os aspectos da localização da unidade industrial e a logística de transporte rodoviário e marítimo. Atuamos também em avaliação na logística marítima com os melhores custos para uma viabilidade no processo de exportação.

Consultoria ambiental especializada no estudo do licenciamento ambiental e para o desenvolvimento do projeto de gerenciamento de resíduos sólidos e de licenciamento ambiental e para a obtenção de certidão ambiental e RIMA para a implantação da unidade industrial. É o procedimento administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, que pode ser federal, estadual ou municipal, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental.

Consultoria especializada no desenvolvimento e estruturação do marketing e na venda nacional e internacional. Atua no desenvolvimento do marketing e venda Internacional. Contrato internacional e uma estratégia técnica de marketing internacional. Identificação dos grandes players comerciais no Reino Unido- RWE Tilbury Power Stations, da Drax Power Energy, EON Ironbrifge Power, Eggborough Power Stations, Rugeley Power Stations, Bélgica Essent Energy e Electrabel Power, Dinamarca Vattenfall e Dong Energy. .



BRASIL BIOMASSA

MAPEAMENTO ENERGÉTICO



A Brasil Biomassa tem uma consultoria especializada em mapeamento energético, visando a excelência em qualidade, contribuindo com o setor industrial de maneira ética e produtiva.

E as nossas soluções energéticas são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do setor empresarial especialmente: Estudo de viabilidade econômica avaliando todos os custos uma planilha com resultado financeiro para viabilizar a mudança de combustível e os benefícios com a geração de crédito de carbono. Trabalhamos com o mapeamento de suprimento energético com lastro em nosso banco de dados dos players produtores de biomassa para segurança e garantia plena de fornecimento para:

Descarbonizar as instalações industriais (caldeira de gás, óleo, glp para biomassa zero carbono) e instalações de aquecimento (todo o setor industrial que necessita vapor industrial) e resfriamento (frio industrial) e para geração de energia e no desenvolvimento de plantas industriais UTE (produção de energia elétrica) e cogeração de energia (participação de leilões de energia) com uma fonte segura de suprimento. Mudar de combustível convencional (origem fósseis em matriz energética) para uma fonte de baixo carbono e para alimentar seus ativos (UHE) e unidades de cogeração de energia.

Avaliação rigorosa dos tipos de matéria-prima (com laudo em laboratório de biomassa e energia sobre a composição físico-química) que podem ser utilizados (passivo ambiental) com um descritivo de mapeamento da potencialidade da biomassa para facilitar a estratégia da empresa na mudança da matriz energética por uma fonte energética zero carbono e limpa e renovável.

Atuação da Brasil Biomassa no desenvolvimento de mapeamento de disponibilidade e de fornecimento de biomassa florestal (extração e colheita) e da madeira da silvicultura e extrativismo, agricultura e beneficiamento agroindustrial e sucroenergético para projetos sustentáveis de mudança da matriz energética com o uso de biomassa, cogeração de energia visando a descarbonização e do uso energético.

Avaliação por tipo de cultura com base da produção (colheita e beneficiamento) por região para facilitar o uso imediato como uma fonte energética.

O mapeamento do potencial de biomassa florestal e da madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético desenvolvido pela Brasil Biomassa para suprimento energético envolve não apenas um estudo de produção e de disponibilidade, mas também de mapas de produção e dos anuários com todos os produtores e consumidores de biomassa.

Consultoria e Mapeamento suprimento dos tipos de biomassa como substrato para plantas de biogás e Biometano. Brasil Biomassa é especializada no mapeamento dos tipos de biomassa como fonte de substratos para a produção de biogás, biometano e gás carbônico industrial. Com avaliação dos dados de produção, custos dos tipos de biomassa e da logística de transporte, quantitativo disponível para o desenvolvimento da planta industrial e uma análise de viabilidade econômica com regras de Capex e Opex.

Nosso trabalho envolve:

Análise por mesorregiões e do mercado de produção dos tipos de biomassa e de outros tipos de resíduos, buscando identificar suas expectativas futuras da matéria-prima como substrato das plantas de biogás e biometano.

Avaliação da estimativa do volume disponível / comprometido por tipo de biomassa em cada uma das mesorregiões como fonte de substrato e um levantamento da demanda atual e potencial de disponibilidade de biomassa.

Desenvolvimento de uma planilha com dados de cada tipo de biomassa, composição química, quantitativo e disponibilidade, dos preços e custos médios de mercado para biomassa (biomassa e logística) dentro de cada uma das mesorregiões.

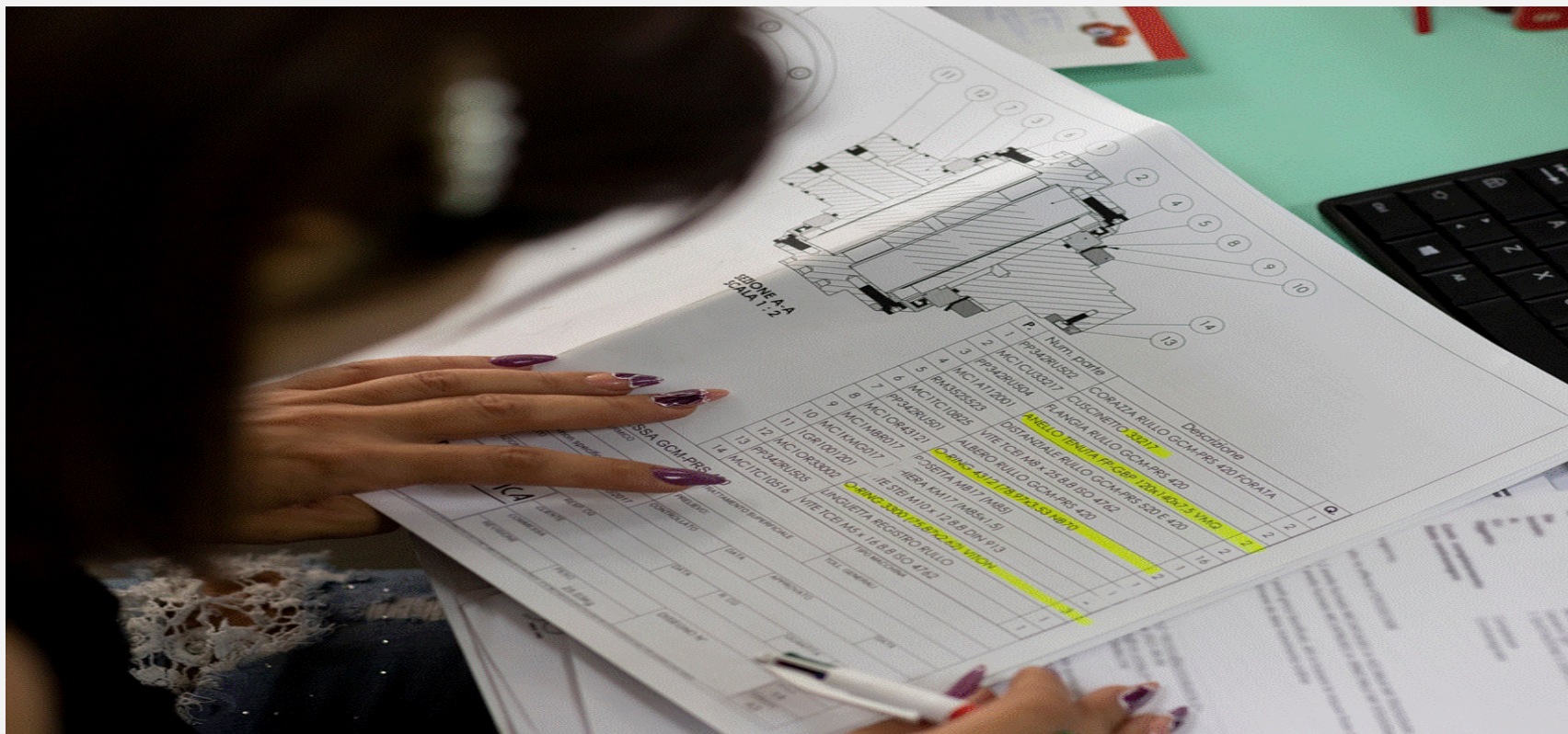
Delineamento de potenciais cenários de abastecimento de substrato da agricultura e do beneficiamento agroindustrial, da fruticultura, das leguminosas, sucroenergética, gramíneas, pecuária, florestal e da madeira, avicultura e de outras culturas, resíduos sólidos urbanos e cosubstratos como os resíduos alimentares.

Desenvolvimento de estudos técnicos (desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento de biomassa e da melhor tecnologia para energia térmica da empresa e a geração de crédito de carbono) e de mapeamento dos tipos de biomassa para aproveitamento e suprimento energético para o Grupo MAIS ENERGIA (mapeamento de ativos florestais e áreas de reflorestamento em 98 municípios em São Paulo para projetos de geração de energia), IMERYS CAULIN (estudo de mercado, fornecimento e potencialidade da biomassa florestal e industrial e agroindustrial e de crédito de carbono para mudança da matriz energética na sede em Barcarena Pará), GROW FLORESTAL (desenvolvimento um mapeamento de fornecimento de biomassa florestal e industrial nas cidades de Campo Largo Fazenda Rio Grande e Itaperuçu no Estado do Paraná), AMAGGI AGROINDUSTRIAL (desenvolvimento mapeamento de suprimento dos tipos de biomassa na Região Norte para energia térmica da empresa e a geração de crédito de carbono) SIDERSA METALURGICA E FLORESTAL (desenvolvimento de estudos de viabilidade e mercado de mapeamento dos players consumidores de biomassa em MG BA DF GO para venda direta da produção industrial), VOTORANTIM CIMENTO (desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento de biomassa nos estados sede das plantas cimenteiras e a geração de crédito de carbono) VERACEL CELULOSE (desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento dos tipos de biomassa na Bahia e da melhor tecnologia para energia térmica da empresa e a geração de crédito de carbono) UTE MATO GROSSO (desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento de biomassa e da melhor tecnologia para energia térmica da empresa e a geração de crédito de carbono no Mato Grosso) SAINT GOBAIN (desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento dos tipos de biomassa na Bahia e a geração de crédito de carbono).



BRASIL BIOMASSA

NOSSA ENGENHARIA



Engenharia industrial para estruturação do projeto e do dimensionamento da planta industrial. Gerenciamento para garantia de matéria-prima com o mapeamento dos tipos de biomassa para o desenvolvimento de projetos e descarbonização industrial.

Engenharia de projetos. Equipamentos para geração de bioeletricidade, biomassa, bioenergia, biocarbono, briquete, torrefação da biomassa e pellets com linha de crédito internacional.

A Brasil Biomassa oferece os serviços de assessoria técnica na aquisição dos principais equipamentos, elaborando a equalização técnica através de folhas de dados de cada equipamento e o enquadramento do fornecimento, garantia de performance, qualidade, sistemas de automação.

Engenharia Conceitual do projeto. Atuamos na engenharia conceitual do projeto com um completo estudo de viabilidade financeira, calculando a taxa de retorno e o payback do empreendimento.

Além de todas as estimativas de CAPEX e OPEX, no projeto básico também são contemplados os balanços de massa, balanços de vapor e balanços hídricos, a relação dos equipamentos e construções necessárias, o layout da indústria, os levantamentos de cargas e de sistemas elétricos e o cronograma de engenharia. Desenvolvemos os estudos técnicos atendendo a todos os requisitos técnicos, pronto para dar entrada em todos os pedidos de licenças ambientais e demais licenças necessárias para o empreendimento.

Engenharia de detalhamento. A engenharia de detalhamento elaborou um projeto detalhado e completos contendo todos os cálculos, dimensionamentos, lista de materiais, balanços e fluxogramas, já prontos para a execução.

Trabalho nos desenhos detalhados de montagem em 3D e acompanhamento a execução do padrão de qualidade.

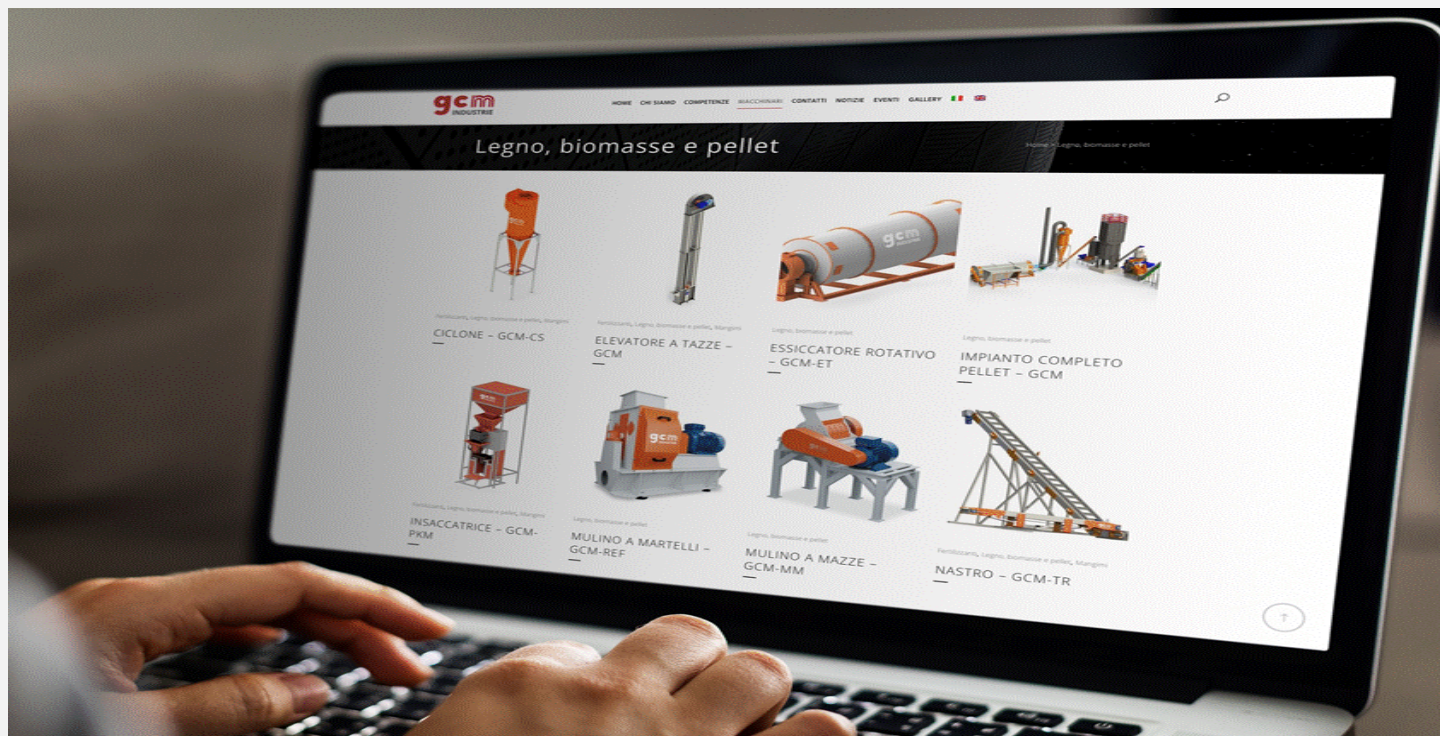
Projetos de instalações de equipamentos da planta industrial. Projetos de interligações das duas plantas e isométricos. Acompanhamento e verificação da performance de produção de biocarbono, biogás, briquete, torrefação da biomassa e de pellets.

Nossa consultoria e engenharia implantou com sucesso empresarial e encontra-se pleno funcionamento no Brasil mais de 14 unidades industriais de produção de pellets de madeira e de biopellets da cana-de-açúcar de qualidade internacional, com uma produção anual de 520.000 toneladas gerando 600 empregos sustentáveis no mercado brasileiro.



BRASIL BIOMASSA

NOSSA TECNOLOGIA



Possuímos um grande know-how no mercado de desenvolvimento de projetos customizados de aproveitamento da biomassa com mapeamento e sua potencialidade por região e estados e por segmento, contando com profissionais com mais 30 anos de experiência com a nossa expertise profissional com uma tecnologia especializada:

PROJETO BIOCARVÃO BIOCARBONO. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial) com aproveitamento dos tipos de biomassa (Arroz, Milho, Soja, Trigo, Café, Algodão, Amendoim, Feijão, Capim Elefante e da Palha e do Bagaço da Cana-de-açúcar) para a produção de Biocarvão, biocarbono energético - bio-óleo e gás sintético (uso alto fornos) para o grupo GERDAU SIDERÚRGICA (Minas Gerais) e para a CONSTRUTORA REUNION/TECNORED/VALE SIDERÚRGICA (GO, PR, BA, MG, SP).

BIOGÁS E BIOMETANO. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial) com aproveitamento de substrato de biomassa para a produção de Biogás, biometano, CO2 industrial, amônia verde e biofertilizantes e hidrogênio verde para o grupo FIBRACOCO (Ceará).

BIOCHAR BLACK PELLETS. Atuamos com estudos e projetos de aproveitamento dos tipos de biomassa para a produção de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre de madeira) para sequestro de carbono e agricultura regenerativa e de Black Pellets.

TORREFAÇÃO TIPOS DE BIOMASSA. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento) de torrefação dos tipos de biomassa (plantas industriais de torrefação com um sistema de secagem em dois estágios com recuperação de energia, sistema de torrefação com sistema de combustão com aquecimento indireto e pré-tratamento, leito fluidizado com um reator estático e compacto) para geração de energia, especialmente para o mercado de equipamentos do grupo THYSSEN GROUP (Brasil e Alemanha).

CANA ENERGIA E BIOPELLETS. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento) com a cana energia para projetos energéticos (biopellets) da GRANBIO BIOENERGIA (São Paulo) e para o grupo EBX IKOS INTERNACIONAL (diagnóstico da base produtora de cana de açúcar em torno do Superporto do Açúcar está localizado no município de São João da Barra, norte do Estado do Rio de Janeiro para implantação da unidade industrial de biopellets da cana energia com a produção anual de 1.600.000 mt/ano).

AGROBIOMASSA BIOMASSA DA AGRICULTURA E DO BENEFICIAMENTO AGROINDUSTRIAL. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial).

Para uso direto em caldeira industrial e de plantas de agropellets do coco verde para a FIBRACOCO (Ceará), JMX INDUSTRIAL (biomassa do açaí no Pará) e URBANO ALIMENTOS (biomassa casca e palha do arroz RS)

BIOPELLETS CANA-DE-AÇÚCAR. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial) com aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar (palha e bagaço) para a produção de biopellets para a USINA JACAREZINHO (Paraná), para o grupo sucroenergético ADECOAGRO (estudo de mercado de biopellets no Mato Grosso do Sul), EBX IKOS (biopellets cana energia e de biometano) no Rio de Janeiro e a maior planta mundial de biopellets para a COSAN BIOMASSA do grupo RAIZEN (município de Jau São Paulo com a produção de 175.000 mt/).

BRIQUETE E BIOBRIQUETE. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial) de aproveitamento da biomassa para a produção de agro woodbriquete do Babaçu (aproveitamento dos resíduos de babaçu no estado do Piauí na produção sustentável do biobriquete com capacidade de 40.000 ton. ano) no Maranhão e Piauí, da madeira (produção de briquete com capacidade de 84.000 ton. por ano na região próxima ao Porto de Imbituba) em Santa Catarina e de Cacau na Costa do Marfim (implantação de uma unidade industrial de produção de biobriquete com capacidade de 60.000 ton. por ano.) para o grupo financeiro BMG.

PELLETS. Desenvolvimento de projeto industrial (consultoria, mapeamento analítico, engenharia conceitual e de detalhamento e tecnologia industrial) de aproveitamento da biomassa para a produção de pellets para as empresas Naturasul Engenharia e Supressão Florestal (Pellets em Rondônia), GSW Energia Renovável (Pellets no Pará), Nova Itália Florestal (Pellets em Rondônia), Saccaro Móveis (Pellets RS), Costamaq Industrial (Briquete e Pellets RS), Forest Brazil (Pellets em Lages SC) , The Coleman Group (Pellets em Botucatu SP), ECB Empresa Catarinense de Biomassa (Pellets em Otacílio Costa SC), GF Indústria de Pellets (Pellets em Ananindeua Pará) . Europellets Brasil, Eurocorp Pellets Brasil (Pellets em Otacilio Costa SC), Revize Industrial (Pellets em São José Rio Preto SP), JW International Solutions (Pellets em Palmeiras PR), BrBiomassa Pellets, Koala Pellets (Exportação pellets), Manchester Florestal (Pellets em Buruti Maranhão), Oportunities Energia (pellets em Otacilio Costa), Neumann Florestal, Caraiba Bioenergy (pellets em Seara SC), CVG Indústria de Celulose (Santa Catarina), Ceteza Industrial (pellets em Canela RS), VPB Biomassa (Pellets em Registro São Paulo), Irmãos Ferrari (pellets Sertãozinho RS). Serraria Santa Rita (Pellets Dores do Rio Preto ES), Butiá WoodPellets (Planta de produção de pellets em Butiá RS), Pelican Pellets (unidade de pellets de madeira de eucalypto em Pindamonhangaba São Paulo) , Madeira Dellagnolo (pellets em Santa Catarina), Adami Madeira (planta industrial de pellets em Caçador SC), Debona Construção (Pellets em Joinville SC), Lucatelli Industrial (pellets em Chapecó SC).

DPM Reciclagem Florestal (pellets em Petrolina Pernambuco), Larsil Florestal Ltda (Pellets em Telêmaco Borba PR), Alto Rio Preto Participações (pellets em Rio Negrinho SC), Bioresíduos de Arapongas Ltda (pellets de madeira em Arapongas PR), Mognon Participações Ltda (pellets de madeira em Palmeira SC), Madeireira WS Ltda (pellets de madeira no do Sul), Três Barras Participações Ltda (pellets em Bom Retiro SC), Lamb Pellets Ltda (pellets de madeira no do Sul), Speranza Comercial Exp. Imp. Ltda (pellets em São José SC), Valorem Florestal (pellets no Paraná), Casa Nova Comércio de Pellets Ltda (pellets de madeira na Bahia) Yrendague Maderas (planta pellets Paraguay), Duratex (planta industrial de pellets em Botucatu SP), Granosul Brasil (pellets Paraná) GSW Energia (planta de pellets no Maranhão).

EXPORTAÇÃO WOODCHIPS. Desenvolvimento de estudos técnicos (desenvolvimento de estudos de viabilidade) e produção pela Brasil Biomassa para exportação de woodchips (cavaco limpo de pinus e eucalyptus para a produção de celulose) em operações de exportação no Brasil (pelo sistema de container em Itajaí Santa Catarina e pelo sistema de navio graneleiro no Chile) A Brasil Biomassa é a primeira empresa privada nacional exportadora de woodchips (cavaco de madeira limpo e sem casca de pinus) em quantidade mensal de 5.000 ton/BDMT pelo sistema de exportação via container para atender o requerimento comercial internacional da Xiamen C&D Paper & Pulp Co.,Ltd.da China pelo Porto de Itajaí em Santa Catarina.

EXPORTAÇÃO INTERNACIONAL. A Brasil Biomassa participou na administração e exportação de woodchips em Concepción no Chile. Utilizando a logística de exportação de WoodChips pelo Porto de Puchoco e Coronel no Chile. Trabalhamos com um produto de qualidade premium dentro das normas internacionais e a exportação foi para o mercado asiático

EXPORTAÇÃO BIOPELLETS CANA-DE-AÇÚCAR. A Brasil Biomassa administrou (teste de qualidade, certificação, operação de produção e exportação e contrato internacional com um distribuidor de biopellets) maior a exportação de biopellets da cana-de-açúcar

EXPORTAÇÃO DE PELLETS E BRIQUETES. A Brasil Biomassa administrou (teste de qualidade, certificação, operação de produção e exportação e contrato internacional com um grande distribuidor de pellets na Áustria) a operação da maior a exportação de briquete (400 containers) do Brasil com sucesso da operação e na qualidade do produto para aquecimento térmico residencial e de lareiras na Europa.

PROJETOS INTERNACIONAIS. A Brasil Biomassa atuou em projetos internacionais de exportação de pellets, de desenvolvimento da tecnologia de secagem por microondas e projeto com cana-de-açúcar onde destacamos:

Estados Unidos. Trabalhamos para a Lee Energy Solutions do Alabama nos Estados Unidos em processo de produção e exportação de pellets para a Holanda.

Canadá e Índia. Trabalhamos para a Abellon Clean Energy com planta industrial no Canadá e na Índia em processo produção e exportação de pellets para a França.

Portugal. A Brasil Biomassa trabalhou no desenvolvimento da tecnologia de secagem por micro-ondas em sistema de potencialização energética do woodchips com a Enerpura Portugal. O objetivo do projeto industrial era a redução das emissões de CO2 gerado pela queima de carvão pela termoelétrica em Sines da EDP.

Itália e África do Sul. A Brasil Biomassa trabalhou para a Building da Itália para atuação consultiva no Projeto MKUZE – África do Sul envolvendo o aproveitamento da palha da cana de açúcar para o processo de geração de energia térmica. A nova central de energia com o uso da palha da cana-de-açúcar.

Peru e Japão. A Brasil Biomassa está trabalhando para a empresa Mebiuss do Japão e Bioenergias do Peru para o desenvolvimento de estudos técnicos, teste industrial e para a implantação da maior planta mundial de produção de biopellets com a capacidade anual de 350 mil toneladas com a biomassa do sorgo forrageiro.