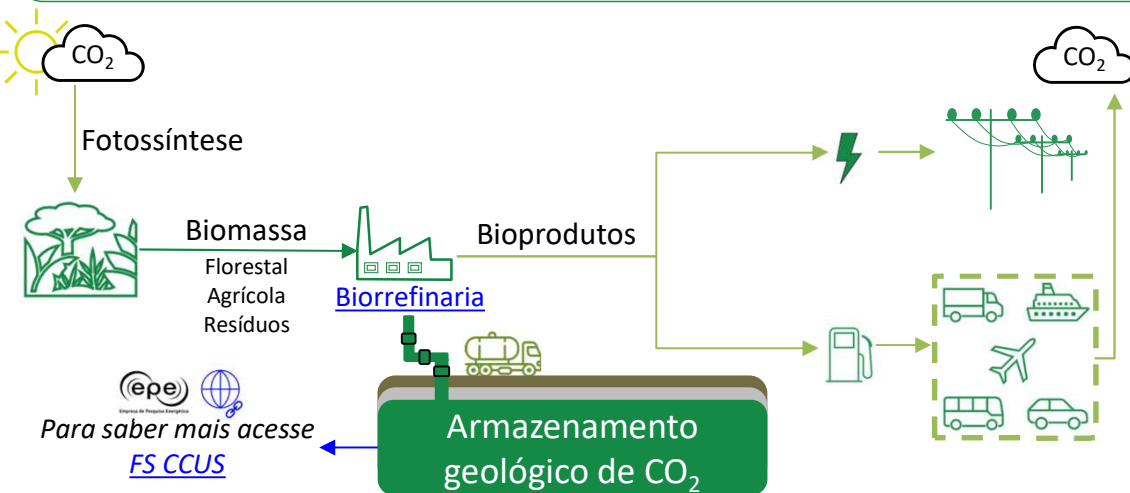


Bio-CCS é a terminologia empregada para a captura e armazenamento geológico de dióxido de carbono (**CCS**) proveniente da biomassa. Na literatura internacional é comum o uso da sigla **BECCS**, do inglês **BioEnergy with Carbon Capture and Storage**.



Bio-CCS nas Políticas Públicas

COMBUSTÍVEL DO FUTURO

Programa Combustível do Futuro
Ampliação do uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono;

Desenvolvimento de arcabouço legal e regulatório para CCS.

RenovaBio

Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio
Certificação da eficiência energética e das emissões de gases de efeito estufa, com base em **ACV**;

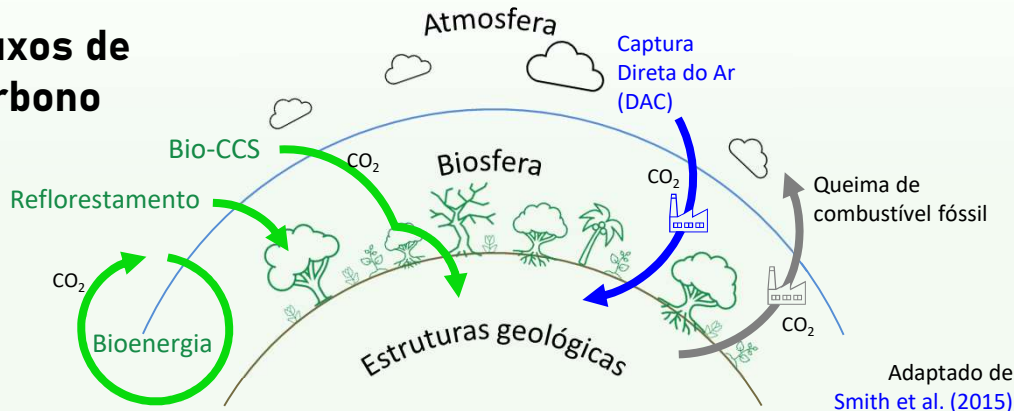
A política prevê **bônus de até 20%** sobre a nota de eficiência energético-ambiental de biocombustíveis com emissões negativas no ciclo de vida.

Nota: A Calculadora da intensidade de carbono de biocombustíveis do RenovaBio ([RenovaCalc](#)) não possui, até o momento, Bio-CCS em seus parâmetros. A metodologia está em definição.

Potencial para emissões negativas

A bioenergia pode ser neutra em carbono e, quando associada a CCS, pode promover a **remoção de CO₂ da atmosfera** (CDR - carbon dioxide removal). Nesse caso, é caracterizada como uma tecnologia de emissões negativas.

Fluxos de carbono



As emissões dos sistemas de bioenergia devem ser quantificadas por **Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)**.

Um sistema de Bio-CCS terá emissões negativas caso:

CO₂ biogênico capturado e armazenado permanentemente > CO₂ emitido na cadeia de produção

Para que emissões negativas?

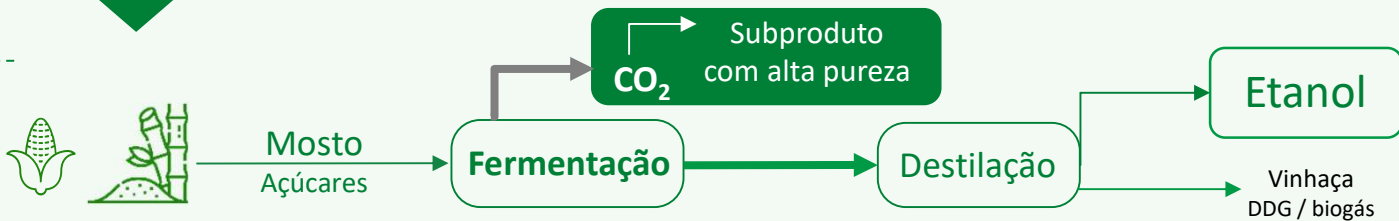
A **remoção de carbono da atmosfera (CDR)** é um dos pilares para o cumprimento das metas climáticas de emissões líquidas nulas (**net-zero**).

O desafio de eliminar todas as emissões na escala de tempo necessária – acentuado em setores como aviação, agropecuária, entre outros de difícil abatimento – pode exigir compensação via CDR.

Indústrias potenciais

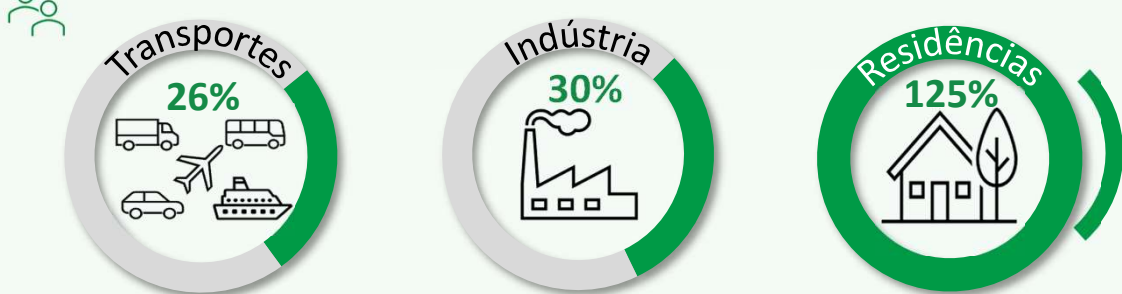
Há processos na indústria de bioenergia que geram CO₂ em concentrações relativamente elevadas

Etanol



Qual a escala da captura da fermentação nas usinas de etanol?

23 MtCO₂ em comparação às emissões de diferentes setores

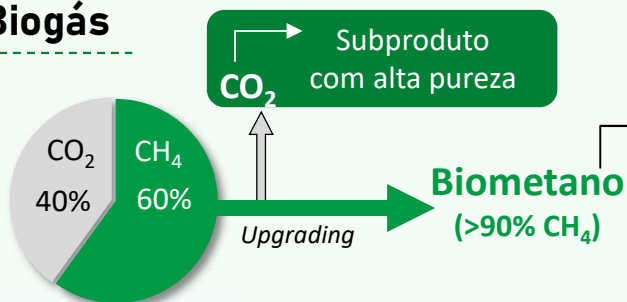


Nota: ano de referência 2022. Fonte: dados de [EPE \(2022\)](#) e [EPE \(2023\)](#).

Bio-CCS diminui a intensidade de carbono do **etanol** e tem potencial de torná-la **negativa**.

A adoção dessa tecnologia pode aumentar a atratividade deste biocombustível para a descarbonização.

Biogás



Cenários para neutralidade climática [EPE-CEBRI-BID](#)

Em duas das três trajetórias modeladas, toda a produção de biometano é associada a CCS até 2050.

O volume de biometano projetado é de 17 Mm³/dia.

Pequena escala das plantas

Plantas isoladas de biogás podem buscar soluções locais de **uso** do CO₂ (CCU).

No setor sucroenergético, além da maior escala típica, o CO₂ do biogás se soma a outras fontes e pode contribuir para o desenvolvimento da infraestrutura de CCS.

Termoelétricas a biomassa

Obtenção do CO₂ dos gases de combustão requer uma etapa de captura de custos significativos.

Dois setores somam mais de **90%** da capacidade da bioeletricidade.

1. Sucrenergético

➔ **Bagaço** da cana
Maior potência total

2. Papel e celulose

➔ **Licor negro** (lixívia)
Maior escala individual

Potência instalada (MW)

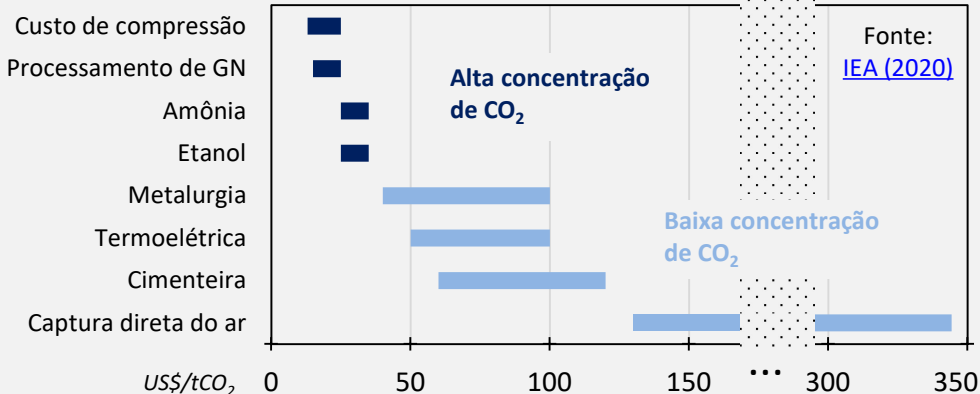
Combustível	Potência instalada (MW)	
	Média	Total
Bagaço	29,4	12.431
Lixívia	157,1	3.299

Fonte: [SIGA ANEEL](#)

Custos de captura em indústrias selecionadas

Tipicamente os **custos da captura** são os maiores da cadeia de CCS, e variam em função da **concentração**, da pressão e da escala.

A concentração elevada de CO₂ **favorece a captura nas indústrias de etanol e biogás**.



Fonte: [IEA \(2020\)](#)

Conjuntura e próximos passos

Bio-CCS tem avançado e há projetos em andamento, mas disseminar a tecnologia exigirá esforços direcionados



Projetos ao redor do mundo



EUA

Maior projeto
9,7 MtCO₂/ano

- 2 usinas em operação
- + 40 usinas em planejamento

Maioria dos projetos na indústria de etanol de milho, mas há previsão para CCS em termoelétricas a biomassa.

Previsão de compartilhamento de infraestrutura de transporte e armazenamento de CO₂.



BRASIL

Maior projeto
até 423 mil tCO₂/ano

O projeto mais avançado visando ao armazenamento permanente de CO₂ é na indústria de etanol de milho e está em fase de levantamentos geológicos.

Outros projetos contemplam o uso de CO₂ do setor sucroenergético e da produção de biometano.



EUROPA

Maior projeto
7 MtCO₂/ano

Projetos em fase de planejamento. Contemplam as indústrias de biogás e papel e celulose, termoelétricas e a recuperação energética de resíduos.

A integração de indústrias em *clusters* e *hubs* de CCS é apontada como estratégia e conta com articulação de governos.

Fonte: [IEA 2023](#)

Visão de futuro



Bio-CCS é uma das soluções para a mitigação da mudança do clima e pode ser um elemento chave para a atração de investimentos na bioenergia.

Indústrias estabelecidas ou de grande potencial no Brasil, sobretudo aquelas com produção de CO₂ em alta pureza, permitem a obtenção de emissões negativas a custos relativamente baixos.

No entanto, o pleno desenvolvimento do Bio-CCS enfrenta desafios.



CO₂ biogênico: um bem valorizado na descarbonização?



A reação de CO₂ com hidrogênio (H₂) é uma das rotas de produção de **combustíveis sintéticos**. Dependendo da demanda e dos recursos renováveis para gerar H₂, o uso do CO₂ pode se tornar mais atrativo que o armazenamento.

Desafios

- Demanda energética na compressão e na captura
- Contabilização das emissões das cadeias da biomassa e de CCS para efetivar emissões negativas
- Assegurar que eventuais incentivos não tenham como consequência pressões sobre a expansão da produção de biomassa, com impactos negativos inclusive em termos de emissões
- Desenvolvimento coordenado e o compartilhamento da infraestrutura entre agentes
- Escala e custo de projetos individuais
- Sazonalidade na produção de biomassa e potencial ociosidade da infraestrutura
- Garantia de remuneração direta via mercados de carbono ou programas direcionados



NO DETALHE:

COOPERAÇÃO

A busca pela otimização da infraestrutura, por economias de escala e pela redução de riscos pode demandar a integração em grupos de captura (*clusters*) e polos de transporte ou armazenamento (*hubs*) planejados.

FINANCIAMENTO

Dependência de mercados de carbono pode gerar incertezas no fluxo de caixa e afastar investimentos em projetos de CAPEX elevado



Diretora
Heloisa Borges Bastos Esteves

Coordenação Executiva
Angela Oliveira da Costa

Equipe técnica
Danilo Percin
Euler João Geraldo da Silva
Leônidas Bially Olegario dos Santos
Miguel Angelo Alvarenga de Carvalho
Pedro Henrique Menegotto Weingartner
Rachel Martins Henriques
Rafael Barros Araujo

Para saber mais:

- Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis ()
- Plano Decenal de Expansão de Energia ()
- Fact Sheet Biorrefinarias ()
- Fact Sheet Captura e Armazenamento de Carbono ()
- Fact Sheet Combustíveis Sintéticos ()

A EPE se exime de quaisquer responsabilidades sobre decisões ou deliberações tomadas com base no uso das informações contidas neste informe, assim como pelo uso indevido dessas informações.

Publicado em: 26/09/2023