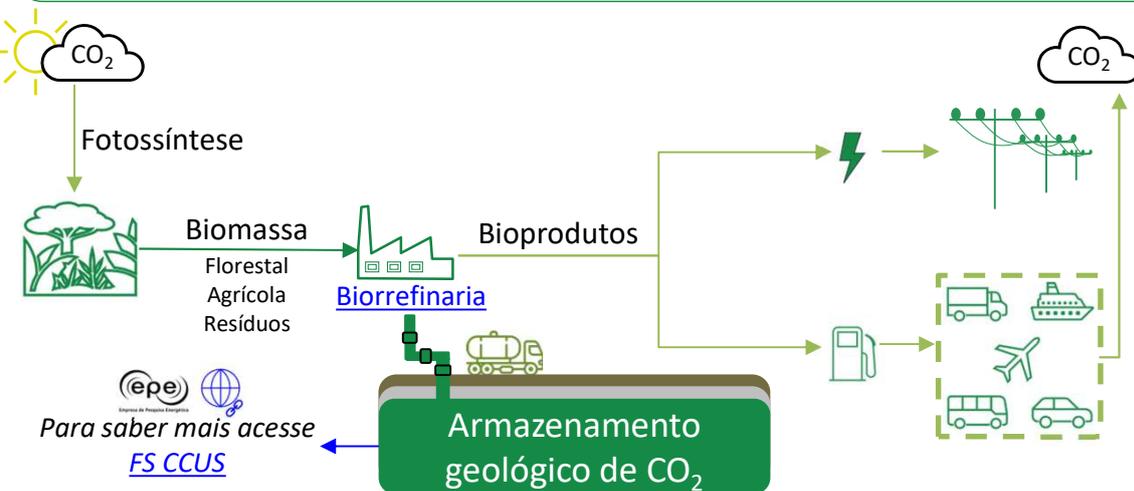


Bio-CCS é a terminologia empregada para a captura e armazenamento geológico de dióxido de carbono (**CCS**) proveniente da biomassa. Na literatura internacional é comum o uso da sigla **BECCS**, do inglês **BioEnergy with Carbon Capture and Storage**.



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**;

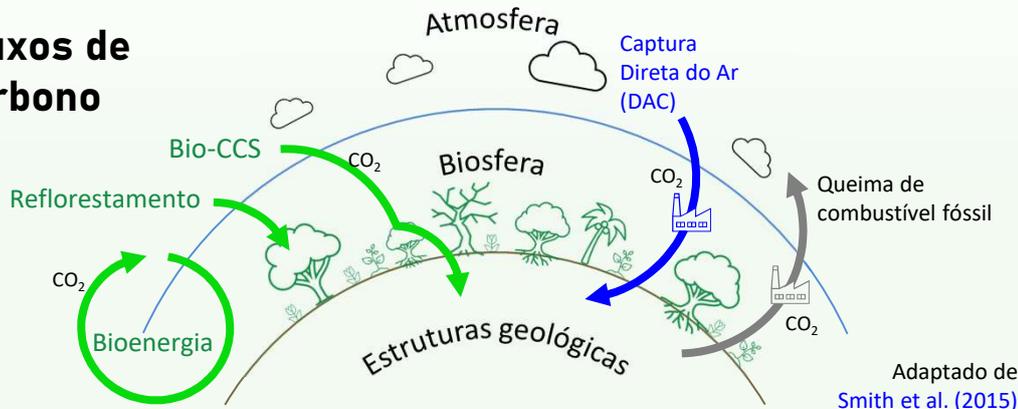
A política prevê **bônus de até 20%** sobre a nota de eficiência energético-ambiental de biocombustíveis com emissões negativas no ciclo de vida.

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?

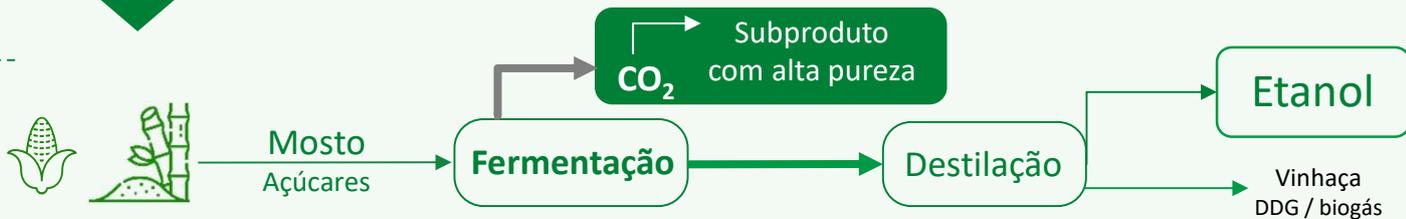
A **remoção de carbono da atmosfera (CDR)** é um dos pilares para o cumprimento das metas climáticas de emissões líquidas nulas (**net-zero**).

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

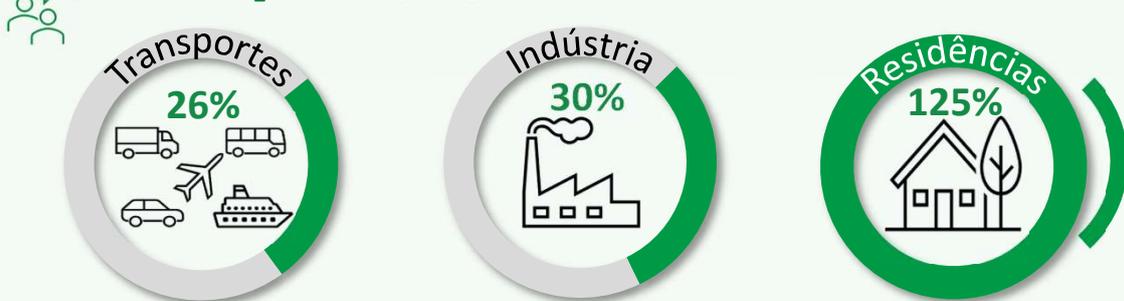
Há processos na indústria de bioenergia que geram CO₂ em concentrações relativamente elevadas

Etanol



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

23 MtCO₂ em comparação às emissões de diferentes setores

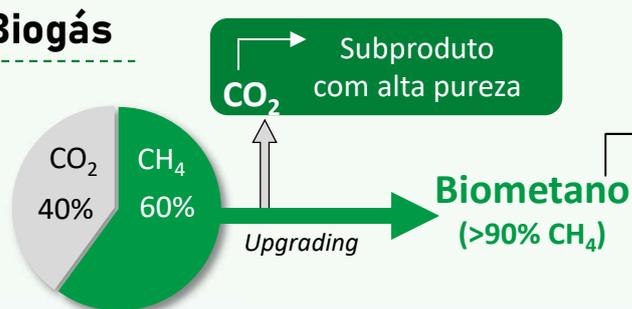


Nota: ano de referência 2022. Fonte: dados de [EPE \(2022\)](#) e [EPE \(2023\)](#).

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)

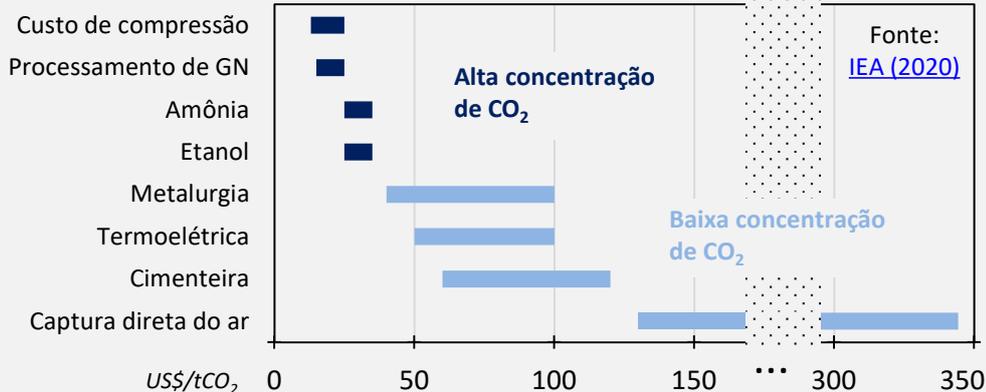
Combustível	Potência instalada (MW)	
	Média	Total
Bagaço	29,4	12.431
Lixívia	157,1	3.299

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