

Captura de CO₂ em usinas de cana-de-açúcar e milho

Rosana Galindo | Joaquim Seabra

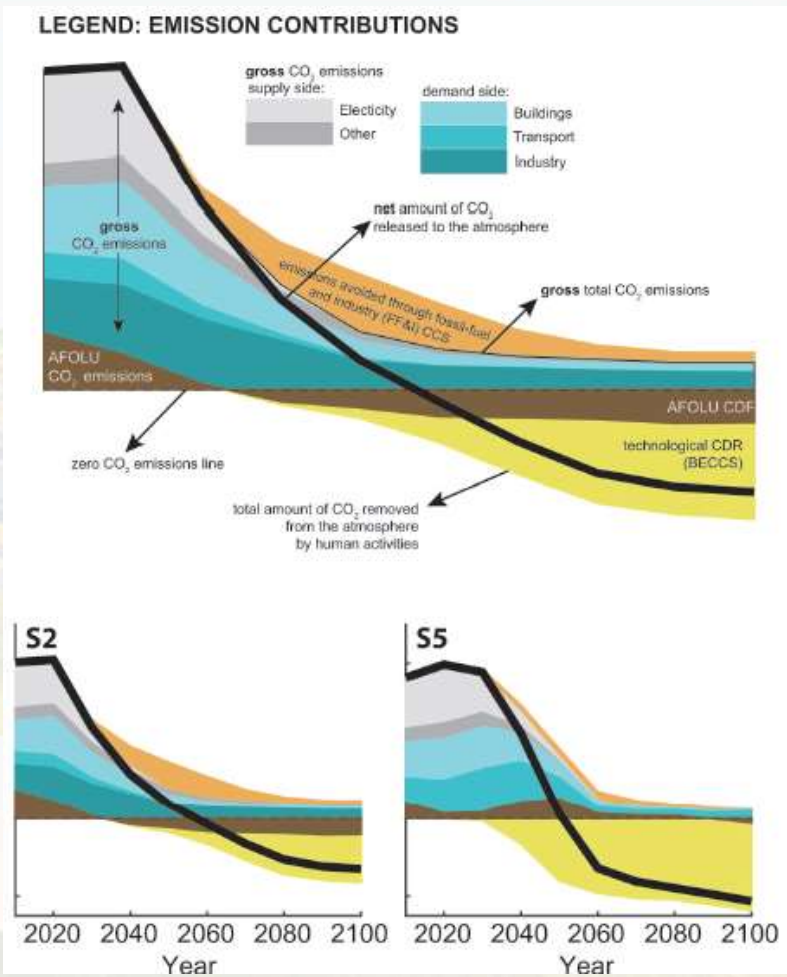
*Planejamento de Sistemas Energéticos
Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP*



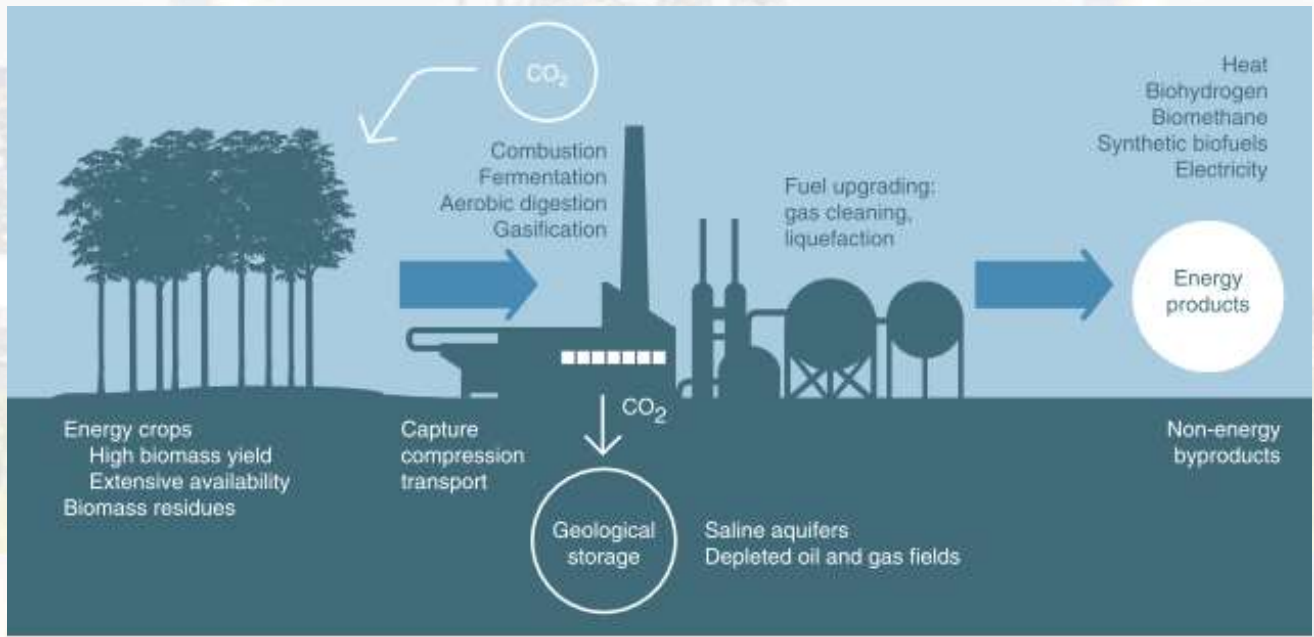
Conceito de BECCS



Qual a relevância de BECCS? Estratégia com potencial de negatar as emissões de CO₂ industrial



Fonte: IPCC (2019)



Bio-CCS scheme

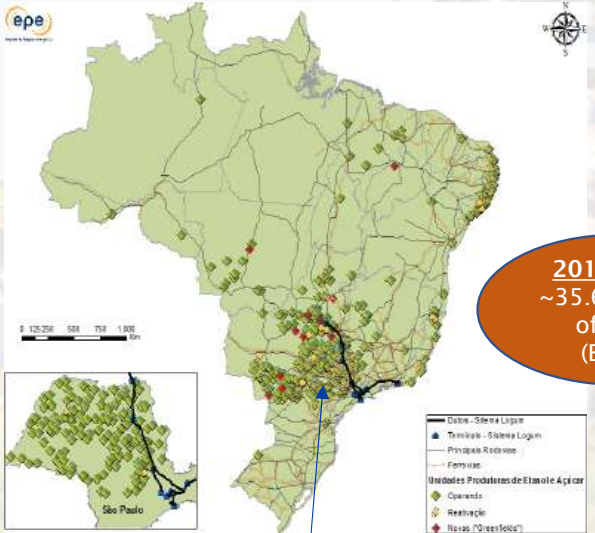
Fonte: Canadell and Shulze (2014)

Potencial das usinas brasileiras



Usinas de produção de etanol no Brasil

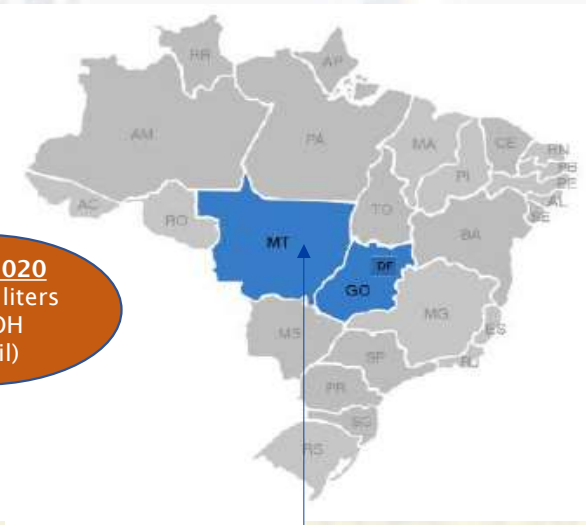
Usinas de cana-de-açúcar



2019/2020
~35.6 Bi liters
of EtOH
(Brazil)

Fonte: EPE (2017)

Usinas de milho



Fonte: IBP (2018)

- Potencial estimado de captura da fermentação de etanol no Brasil acima de 30MtCO₂/ano
- Potencial de captura na cogeração até 3x maior do que na fermentação

2019/2020
~34 Bi liters EtOH
Up to 400 mills

Elaboração Própria

2019/2020
~1.6 Bi liters EtOH
3 mills full/11 flex mills
23 mills (prospect)

Potencial de armazenamento de CO2 no Brasil

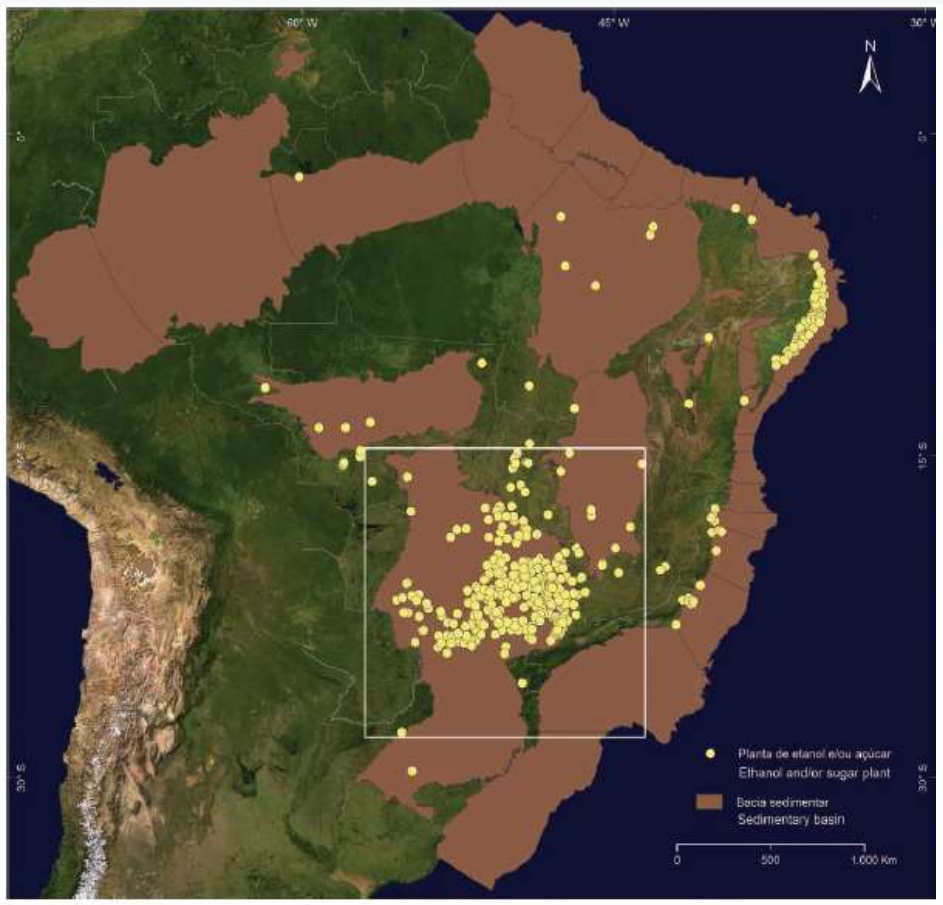


Figure 53: Occurrence of ethanol and/or sugar plants and sedimentary basins.

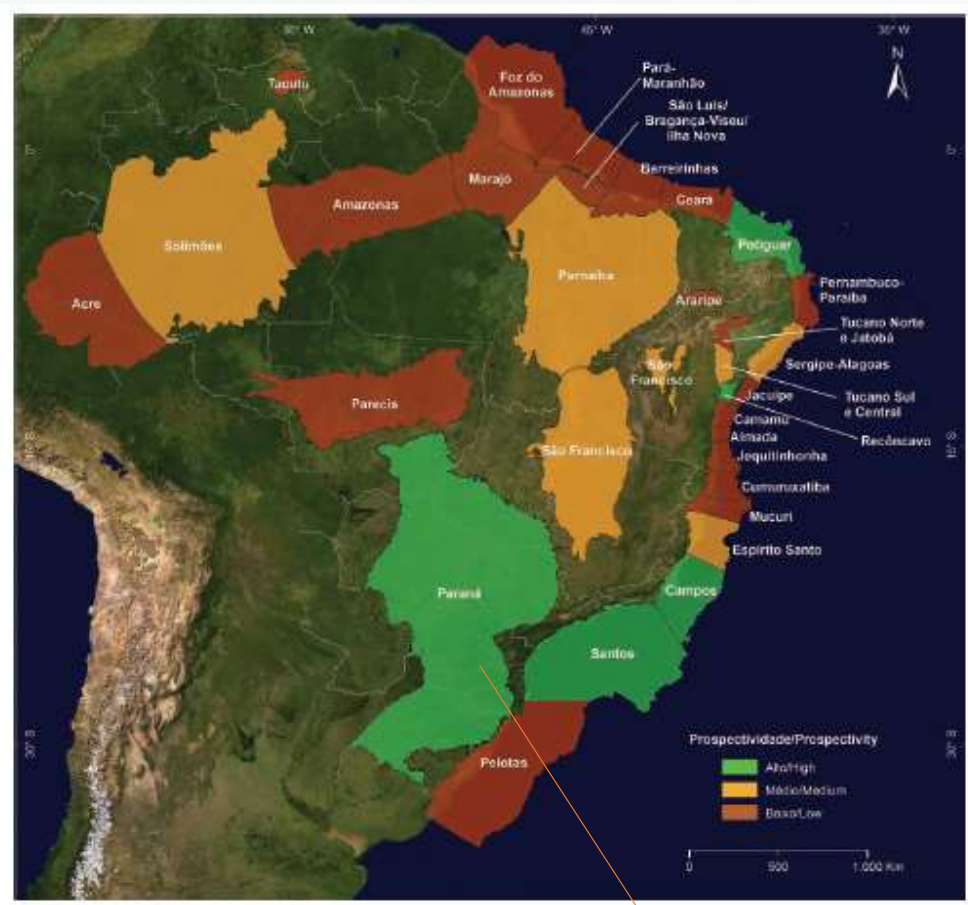


Figure 56: Prospectivity mapping for CCS

Bacia do Paraná: Capacidade estimada de armazenamento: 270 MtCO2/ano

Fonte: Ketzer, J. M. M., et al. (2014).

Captura de CO₂

Determinantes das tecnologias de captura de CO₂

- Tipo de aplicação
- Concentração do CO₂ na corrente
- Propriedades termoquímicas das correntes
- Condições termodinâmicas do ambiente

Principais tecnologias de captura

- Pós-combustão
- Pré-combustão
- Oxi-combustão
- Captura direta de fermentação

Captura de CO2

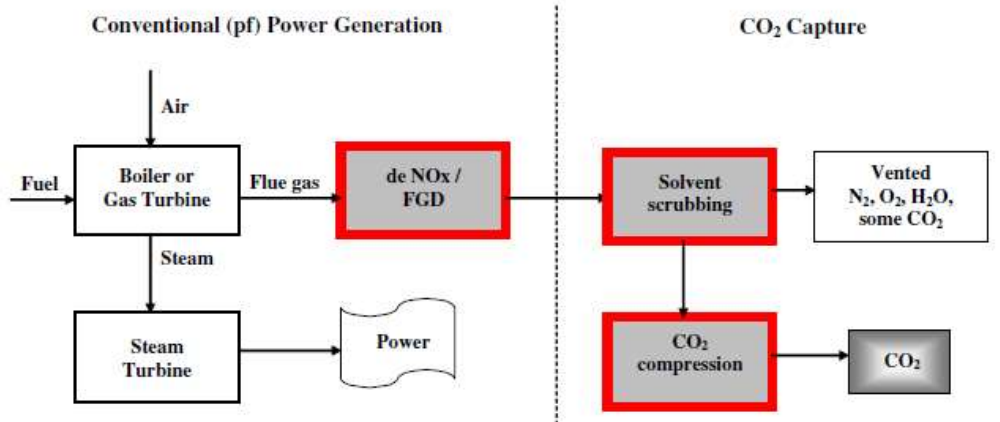


Fig. 1. Illustrative flowsheet for PCC (post-combustion capture) process, with additional unit operations for carbon capture shown bold.

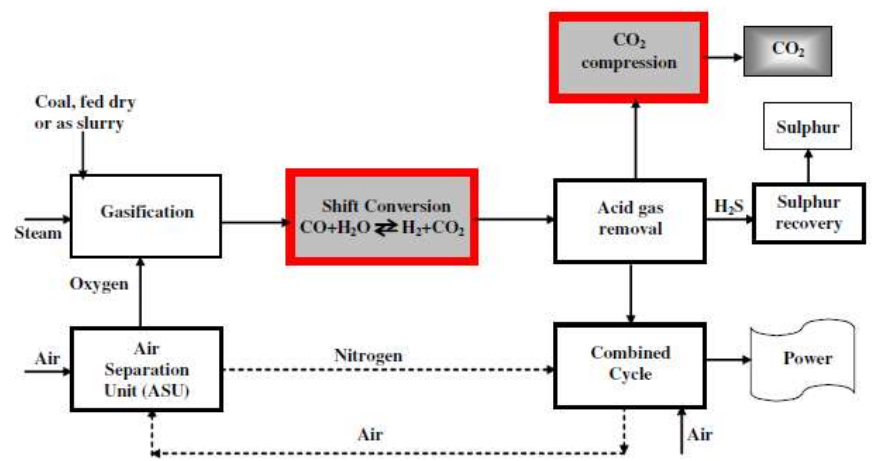
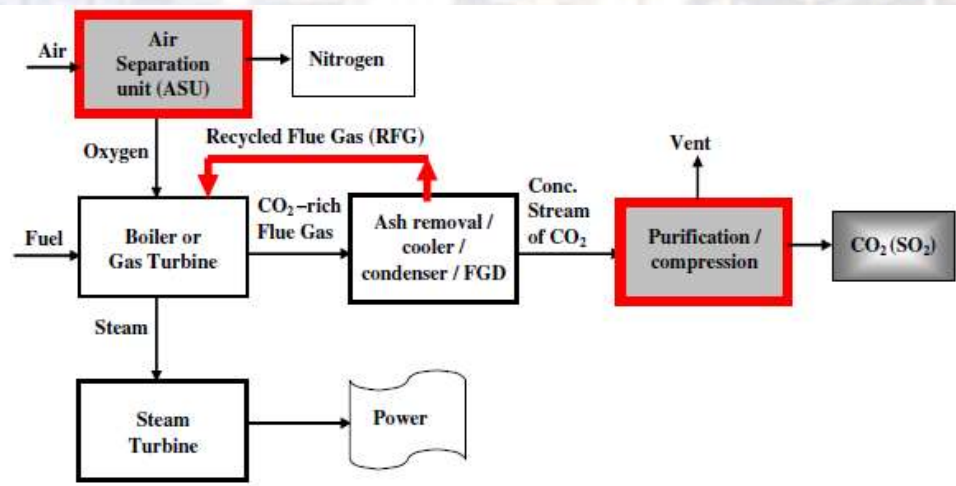


Fig. 2. Illustrative flowsheet for IGCC (pre-combustion capture) process, with additional unit operations for carbon capture shown bold.



3. Illustrative flowsheet for oxy-fuel (Oxyf) process, with additional unit operations for carbon capture shown bold.

Fonte: Wall T.F. (2007).

Fontes de emissão de CO2 em usinas de etanol

1) Gases de fermentação

alta concentração de CO2 (~96% ww), condições CNTP, fácil separação. Necessita apenas ser desidratado e comprimido. Consumo de energia proveniente de eletricidade para compressores. Média penalidade energética. Custos reduzidos.

2) Gases de emissão da cogeração

baixa concentração de CO2 (~20% ww, depende da biomassa), altas temperaturas. O CO2 precisa ser separado por meio de tecnologias adequadas de separação e posteriormente comprimido. Consumo de energia proveniente de demanda térmica dos processos de separação e eletricidade para compressores. Alta penalidade energética. Custos elevados.

Obs: atenção ao teor de pureza/especificações do CO2 comprimido para transporte/injeção para evitar separação de fase e contaminação cruzada.

Modais de transporte de CO2

Longas distâncias:

Dutos independentes, redes de duto integrada, fluvial, marítimo

Curtas distâncias:

dutos, rodoviário, fluvial

Premissas:

Direitos de passagem, unidades de re-compressão ao longo da linha, construção de dutos em áreas urbanas, montanhosas, etc

Estimativa de Custos



- Custos nivelados de captura ~ \$45/tCO₂ - \$250/tCO₂
- Custos nivelados de transporte ~ \$5/tCO₂ - \$10/tCO₂
- Custos nivelados de armazenamento ~ \$3/tCO₂ - \$10/tCO₂



Tese de doutorado: Rosana Galindo **Orientador: Prof. Joaquim Seabra**

Avaliações técnico-econômicas e ambientais para implementação de sistemas BECCS em plantas de etanol de cana-de-açúcar e milho e respectiva implementação no Renovabio.

Regulamentações

- **LCFS (USA)** – benefício conforme o ciclo de vida do biocombustível
- **CCS Protocol** – incentivo plantas novas e retrofit de captura de CO₂
- **45Q (USA)** – incentivo armazenamento



Brasil: Renovabio?

Obrigada

Rosana Galindo - roft.galindo@gmail.com
Joaquim Seabra - jseabra@fem.unicamp.br

