

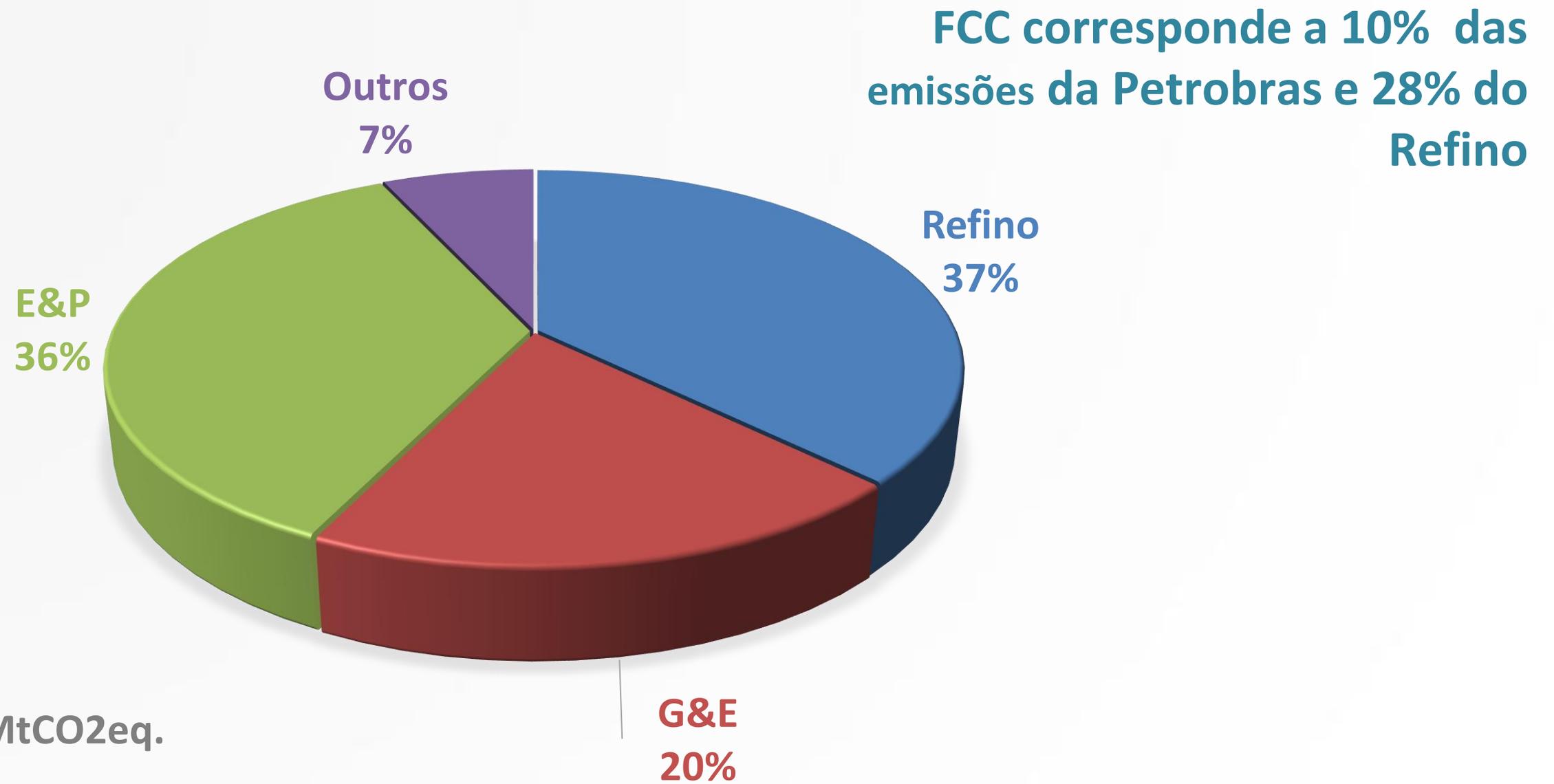
Forum Online de CO₂
Webinar – Os desafios tecnológicos da captura de CO₂



Captura de CO₂ de Unidades de
Craqueamento Catalítico Fluidizado
(FCC) em Refinarias

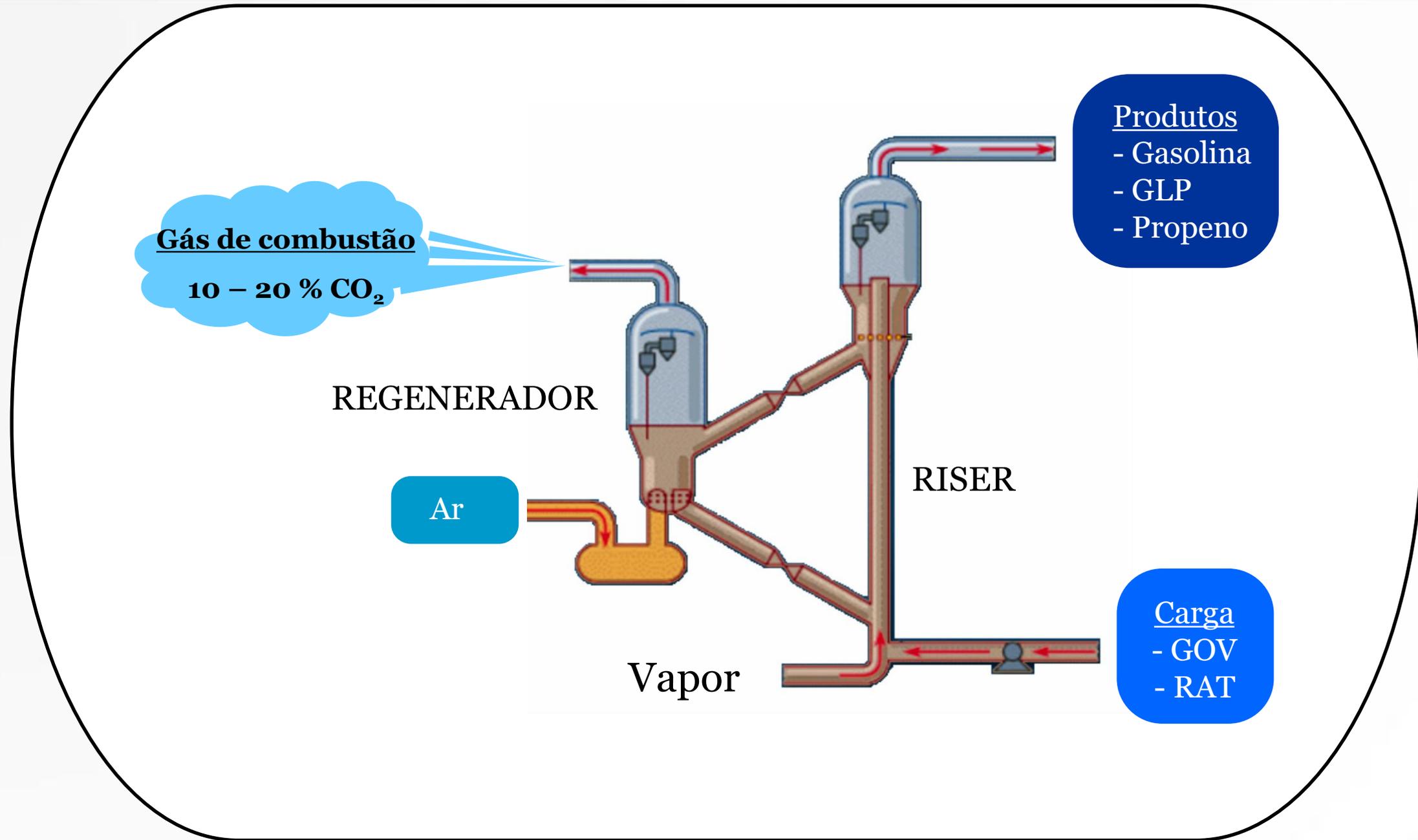
27 de Outubro de 2020

Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na Petrobras em 2019, %



Fonte: Petrobras – SIGEA 2020

Visão Geral de uma Unidade de FCC



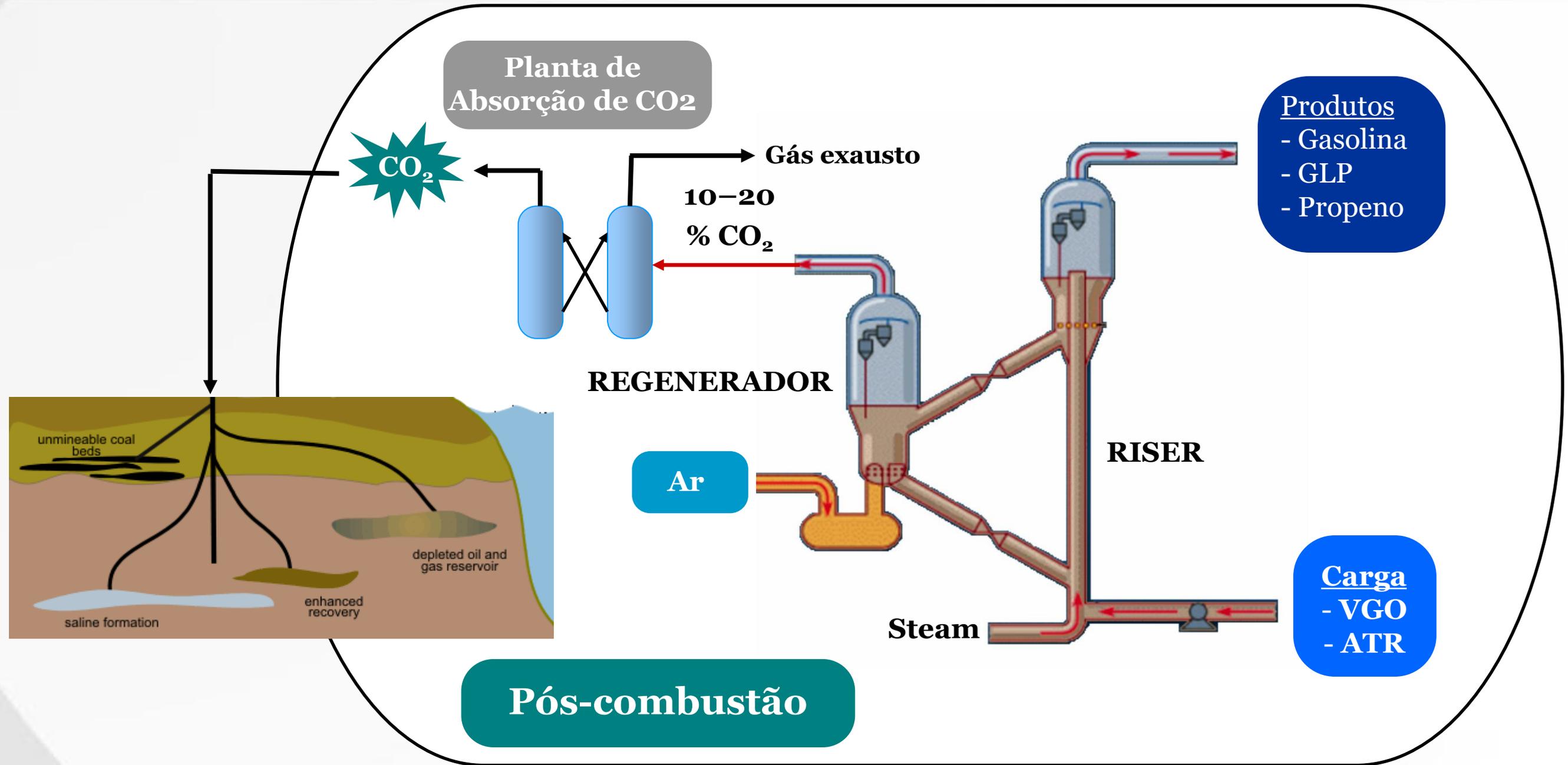
Opções Tecnológicas

Pós-combustão

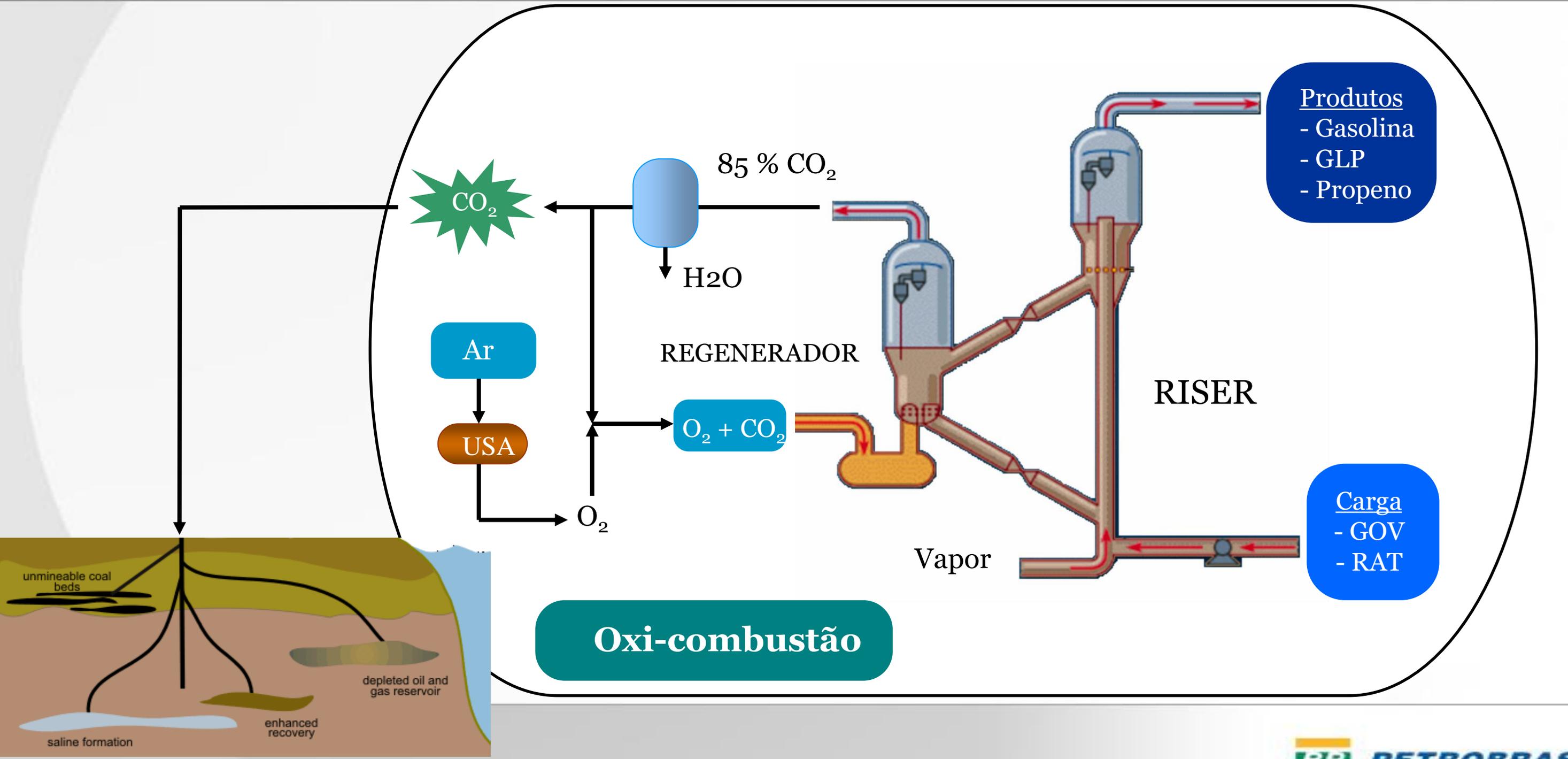
Oxi-combustão



Tecnologias de captura de CO₂ para FCC



Tecnologias de captura de CO₂ para FCC



Tecnologias de captura de CO₂ para FCC

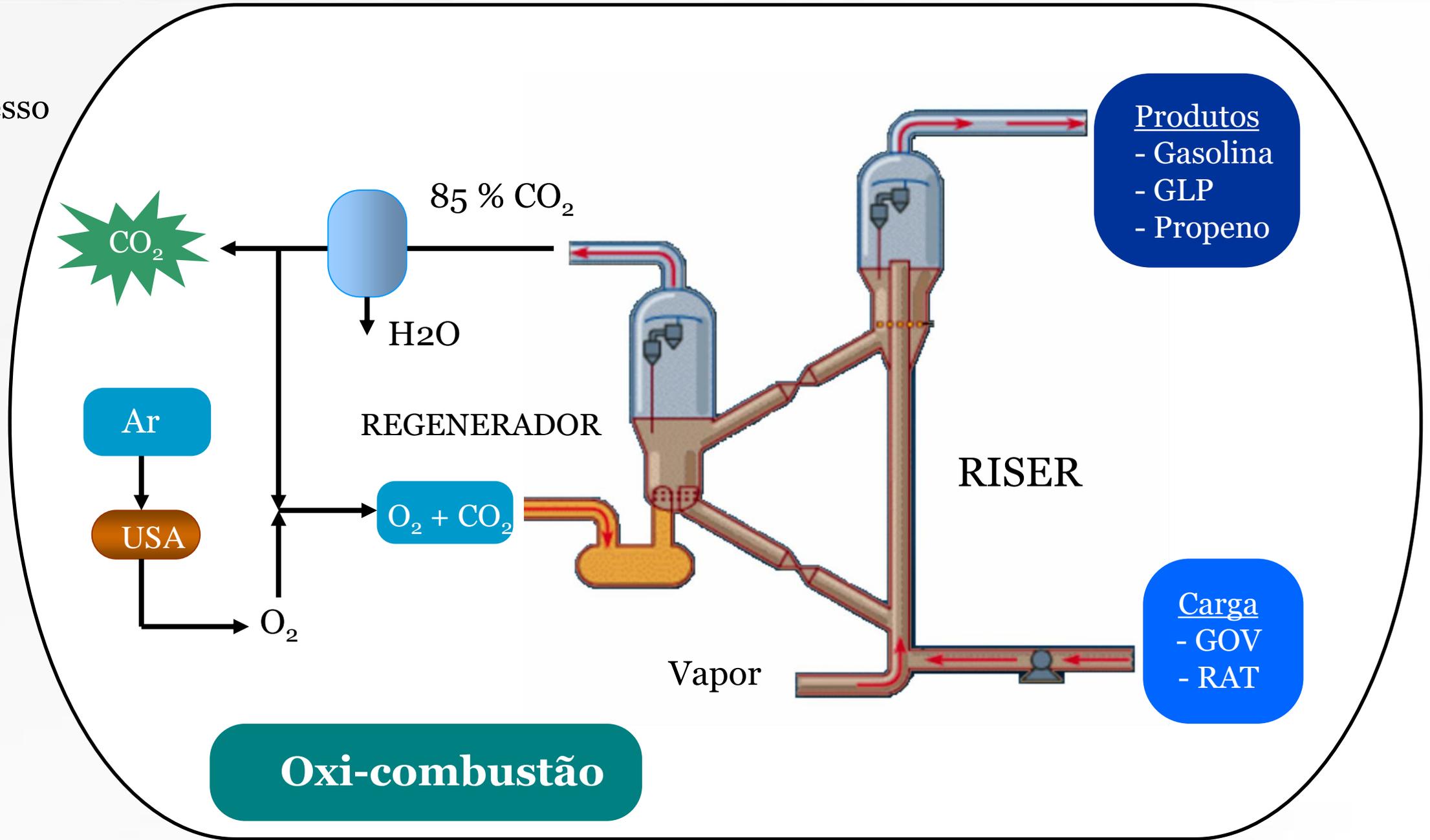
Possíveis impactos no processo derivados das propriedades dos gases

$$C_p \text{CO}_2 > C_p \text{N}_2$$

$$\rho \text{CO}_2 > \rho \text{N}_2$$

Pontos de atenção

- Remoção de calor do leito de catalisador
- Fluidização do leito e taxa de arraste do catalisador
- Desativação do catalisador pelo O₂
- Velocidade de queima do coque





Qual tecnologia é a mais adequada?

Questões consideradas

Viabilidade Técnica

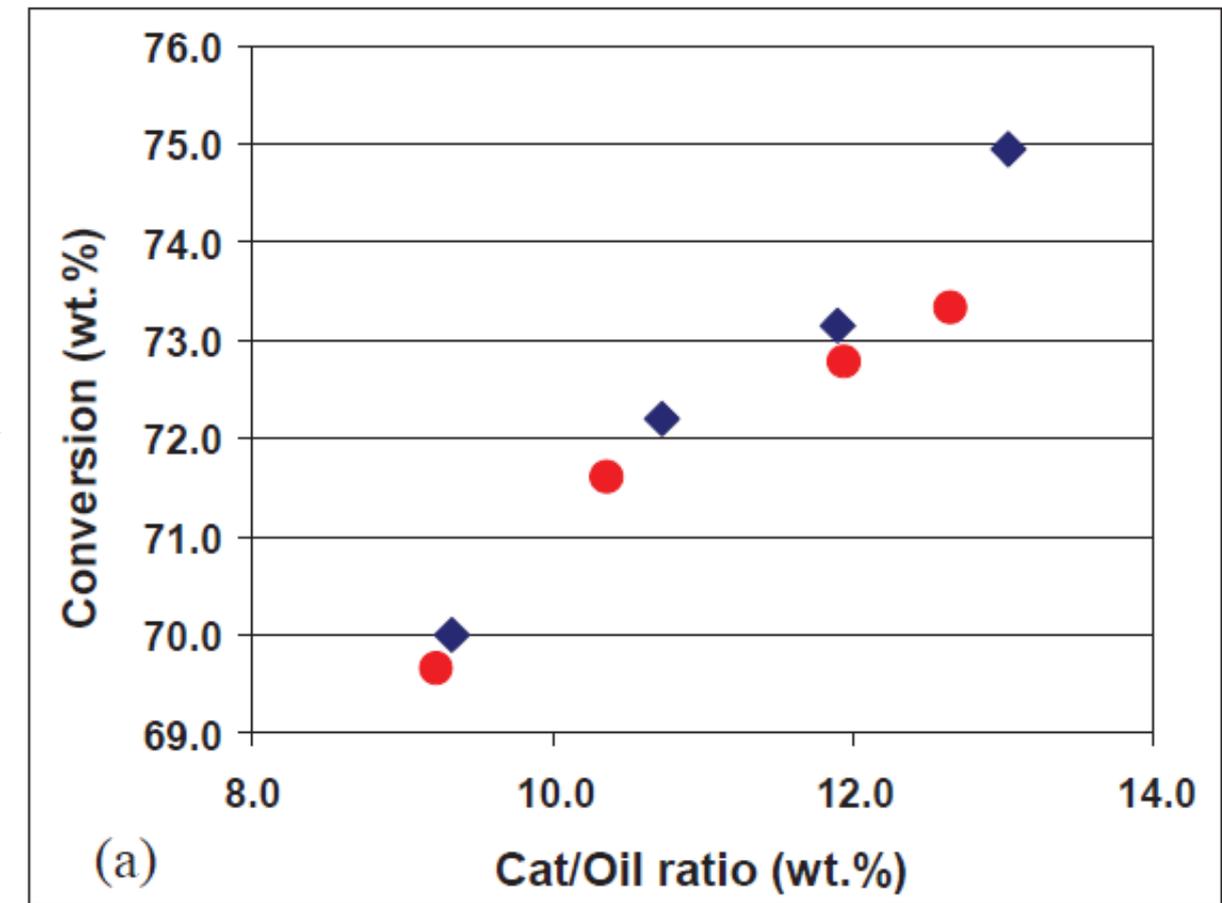
Avaliação Econômica



Testes piloto
no Cenpes



Testes de
regeneração
com CO₂ em
escala de
laboratório
(UFRJ)



◆ Standard (air); ● CO₂+O₂

2005

2006

2007

2008-2010

2011-2012

Absorção com Amina* X Oxi-combustão

Base

- Unidade FCC resíduo (RAT) c/ capacidade de 62,000 b/d e 1 MMt/a CO₂
- Recuperação > de 90% CO₂
- Pureza CO₂ > 95% (50 ppm H₂O limit)
- Pressão: 150 bar

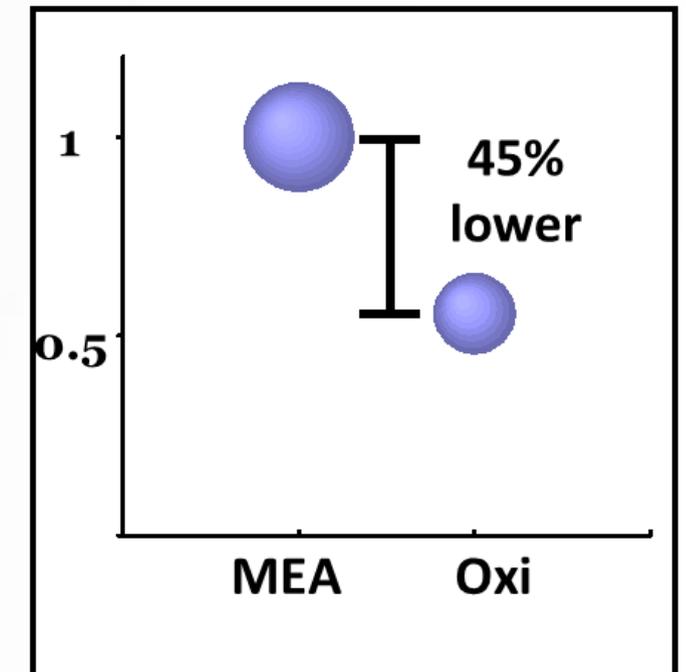
Informação a ser obtida

- Fluxogramas de processo
- Balanço de massa e energia
- Total de investimentos
- Demanda química
- Demanda energética

Results

- CAPEX
- OPEX
- Custo de captura do CO₂

Capture Cost



* Considerada como referência

Histórico da Oxi-combustão em FCC



Testes piloto
no Cenpes



Testes de
regeneração
com CO₂ em
escala de
laboratório
(UFRJ)

Avaliação
econômica de
alternativas
tecnológicas para
captura de CO₂
ABB-Lummus

Desenvolvido projeto de
detalhamento para a
adaptação da unidade de
FCC da SIX

HAZOP de todo o sistema
Aquisição dos sistemas de
suprimento de O₂ e reciclo
de CO₂

Simulação do plano de
testes na SIX

Montagem das seções para
suprimento de O₂ e reciclo
de CO₂

Testes de demonstração
na SIX



2005

2006

2007

2008-2010

2011-2012

Adaptação da Unidade de FCC da SIX

Oxy-Combustion
FCC Pilot tests

FCC unit

O₂ control
skid

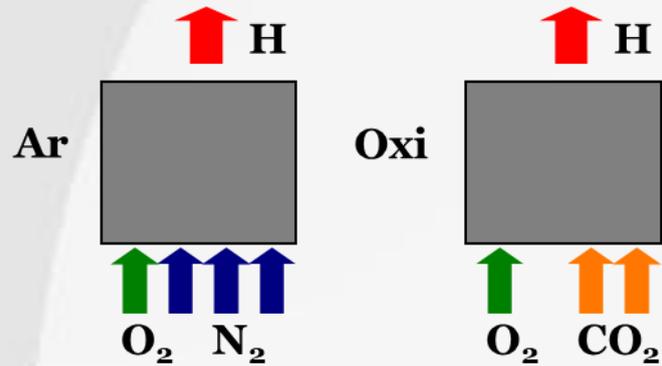
CO₂ recycle
skid

O₂ tank and
vaporizers



Programa de testes em modo oxi-combustão

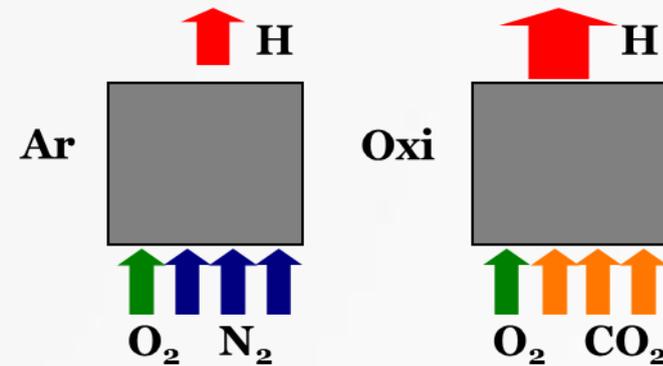
1) Mesma remoção de calor



Possível impacto

- Pressão parcial de O_2 seria mais alta que o ar
 - Eventual desativação do catalisador
- Menor arraste de catalisador
 - Menor carga nos ciclones.

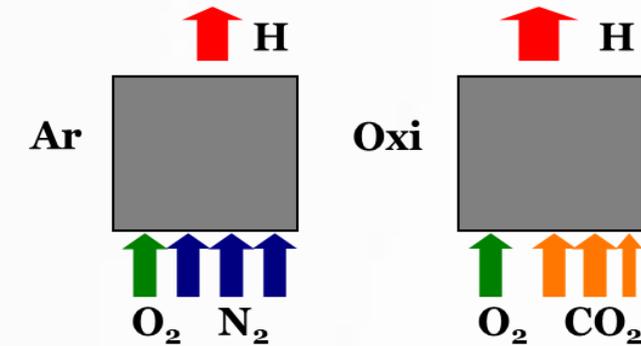
2) Mesma vazão volumétrica



Possível impacto

- Maior remoção de calor permite:
 - Aumento de conversão;
 - Aumento de carga processada;
 - Processamento de carga de pior qualidade;
- Maior arraste de catalisador para ciclones

3) Mesma carga nos ciclones

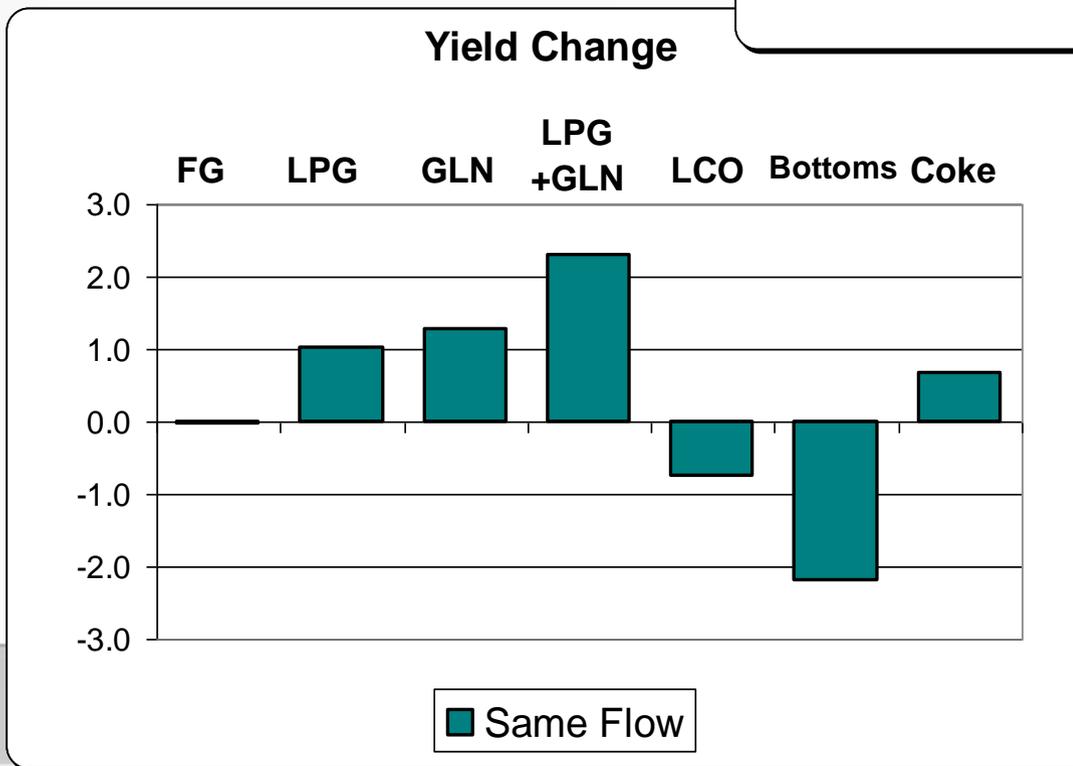
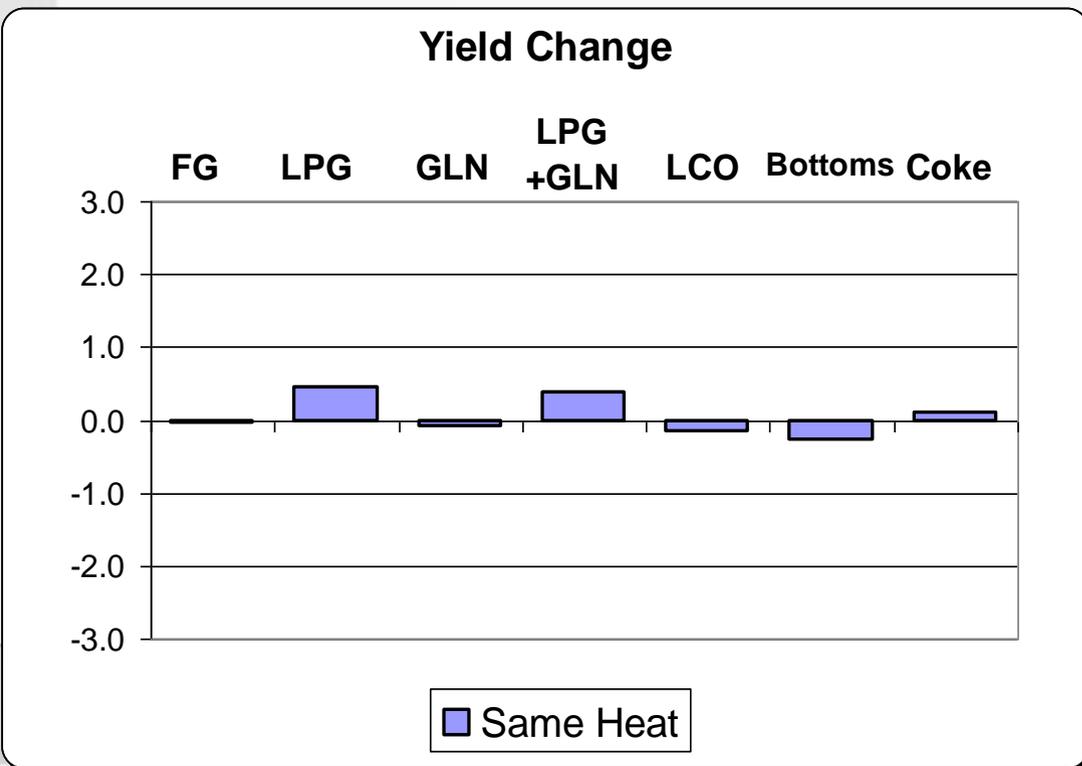
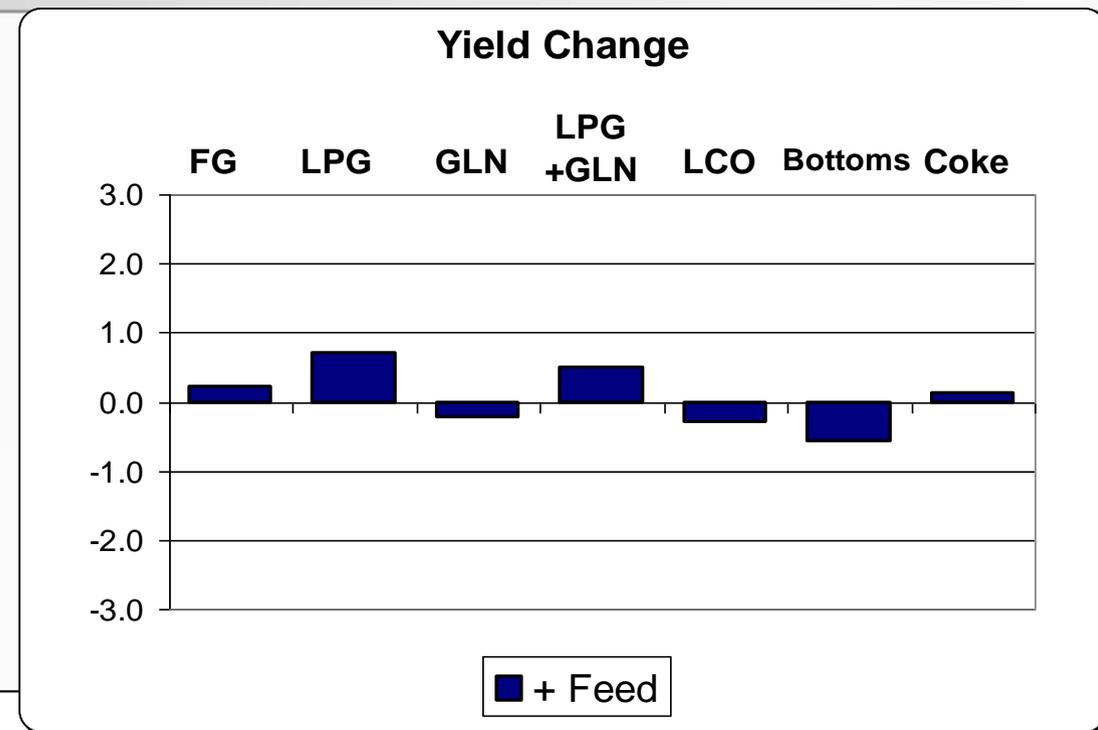


Possível impacto

- Ainda há maior remoção, com ganho menor em flexibilidade operacional;
- Pressão parcial de O_2 seria ainda mais alta que o ar

Resultados dos testes na unidade de demonstração

Variável	Teste	
	Mesma Remoção de Calor	Mesma Vazão Volumétrica
Temperatura do Regenerador	=	↓
Razão Catalisador / óleo	=	↑
O2 no gás de reciclo	↑↑	↑
Arraste de catalisador	↓↓↓	↑↑



- ❖ A viabilidade técnica da oxi-combustão foi demonstrada em uma unidade piloto de larga escala.
- ❖ A transição da operação com ar para O_2 e vice-versa se mostrou rápida e simples, mas cuidado precisa ser tomado em relação ao excesso de O_2 no gás exausto.
- ❖ Os resultados indicam uma pureza de CO_2 superior a 94% (base seca). Para a escala industrial, é possível alcançar uma pureza ainda maior.
- ❖ Foi observada corrosão dentro do compressor de reciclo, causada pelo alto teor de CO_2 no gás de reciclo. Uma seleção mais adequada do material de construção do compressor é necessária para operações de longa duração.