

Produção de gás de síntese utilizando glicerina no processo de Recirculação Química

Giovanny Oliveira; Ciro Lobo; Daniel Lira; Tellys Barbosa; Fabíola Carvalho; Juan Ruiz

Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER)

Área 5*: Química Ambiental

Rio de Janeiro
15/11/2022

Figura 1: a) Ilustração representativa para a tecnologia *Gas-to-Liquid* e b) etapas principais da produção de combustíveis sintéticos.

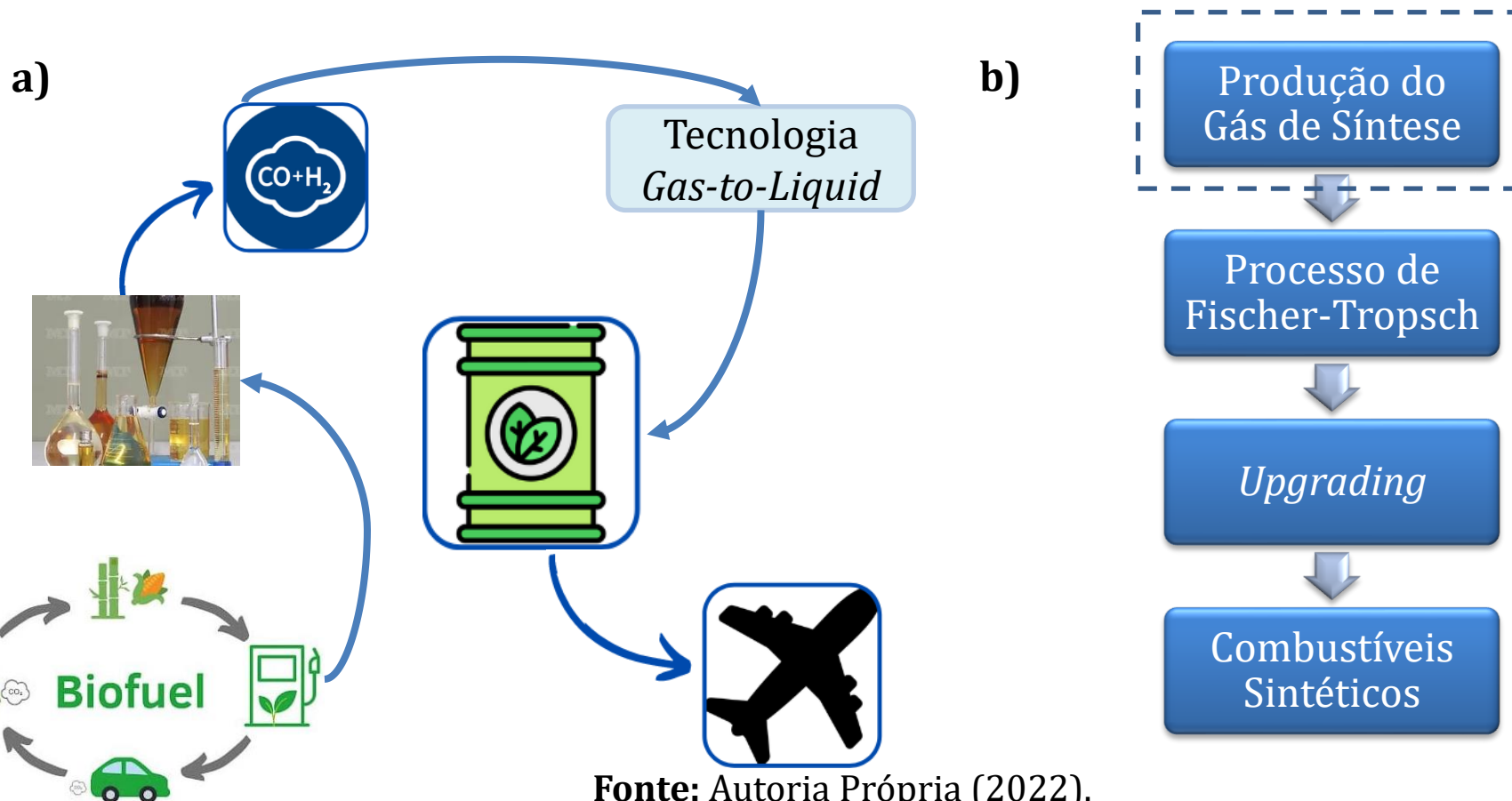
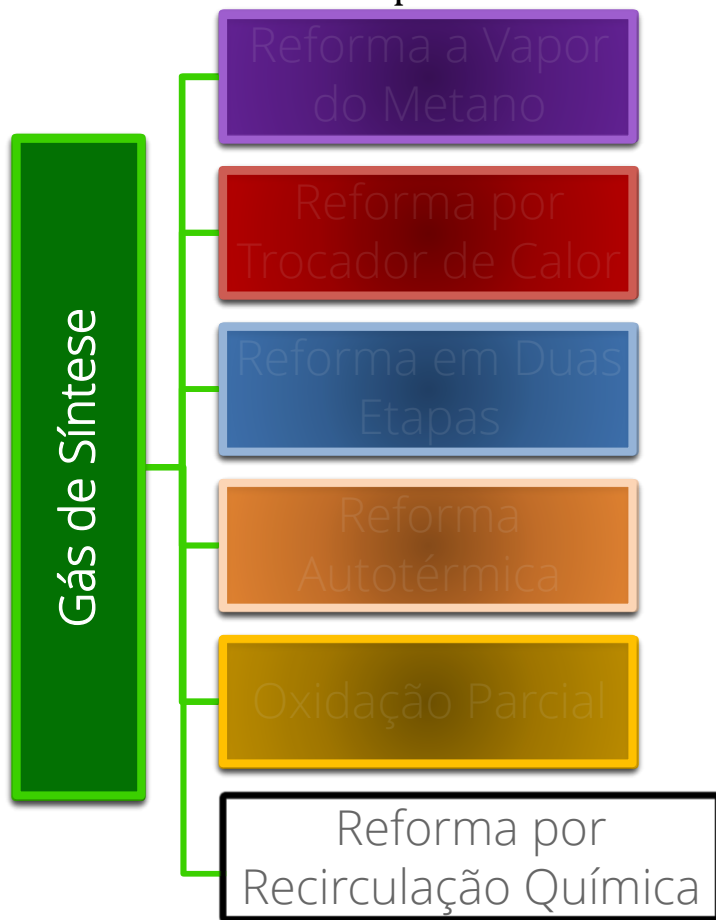
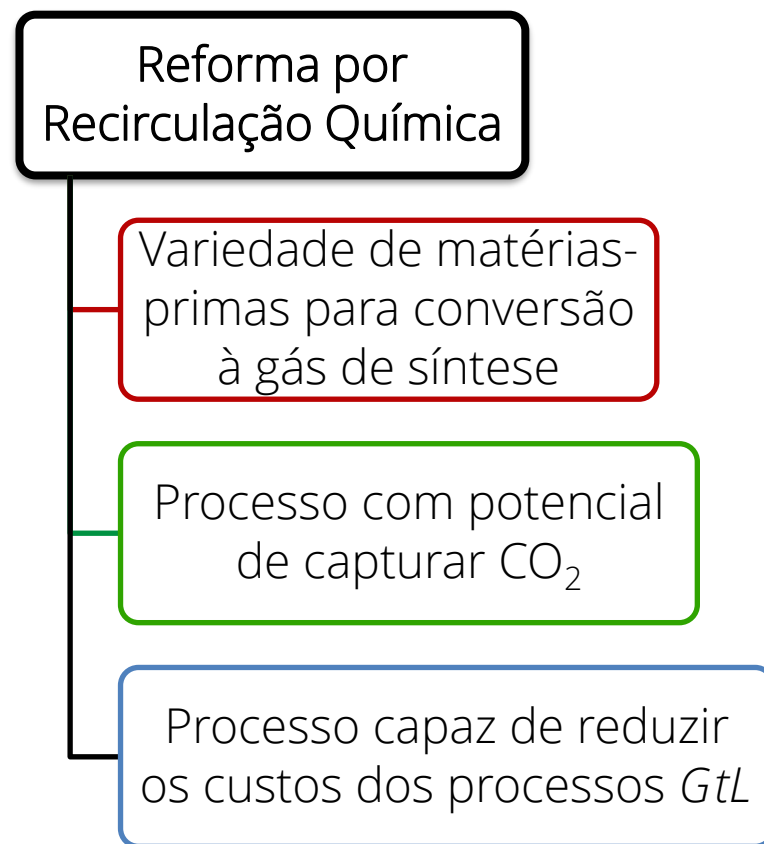


Figura 2: Obtenção de gás de síntese através de diversos processos.



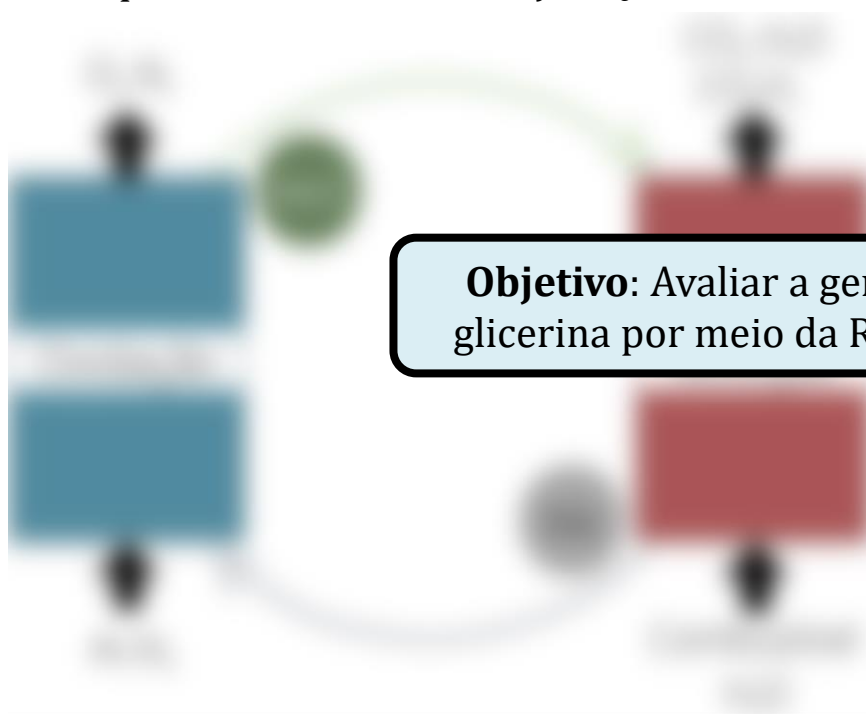
Fonte: Adaptado de Wilhelm (2001).

Figura 3: Características das tecnologias de Recirculação Química.



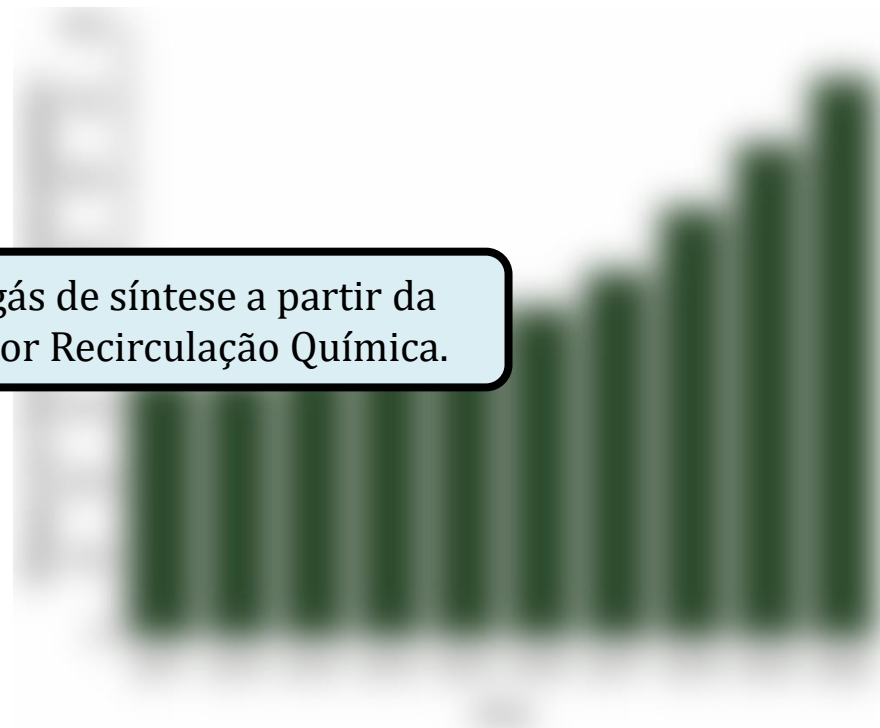
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 4: Representação simplificada dos processos de Recirculação Química.



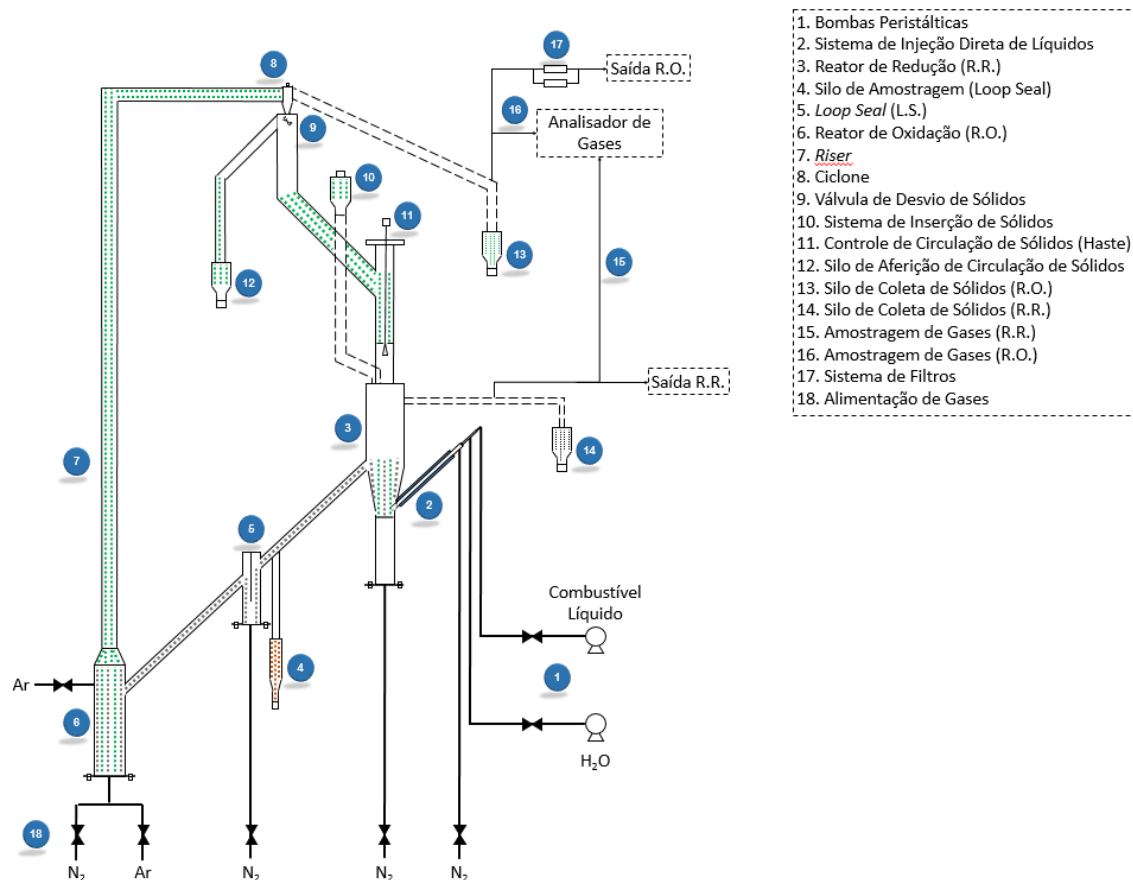
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 5: Geração de glicerina no Brasil durante o período de 2011 a 2020.



Fonte: Adaptado de Agência Nacional do Petróleo (2021).

Figura 6: Representação esquemática da Unidade de Recirculação Química do ISI-ER.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 7: Transportador Sólido de Oxigênio utilizado no presente estudo em sua forma oxidada.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Tabela 1: Condições operacionais empregadas para a avaliação da glicerina no processo de Reforma por Recirculação Química.

Condições Operacionais		
Variável	Unidade	Faixa
O _{NiO} /Glicerina	mol/mol	1,1 – 20,9
T _{RR}	K	1023
H ₂ O/Glicerina	mol/mol	1,5
Q _{RR}	NL/h	150
Q _{RO}	NL/h	1100
Q _{N2,RO}	NL/h	150 – 1050
m _{sólidos}	kg	2

Fonte: Autoria Própria (2022).

Rendimento de Gás de Síntese

$$R_{GS} \left(\frac{\text{mol}}{\text{mol}} \right) = \frac{(\dot{n}_{H_2} + \dot{n}_{CO})_{saída,RR}}{(\dot{n}_{glicerina})_{entrada,RR}}$$

$$R_{GS} \left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}} \right) = \left[\frac{(\dot{n}_{H_2} + \dot{n}_{CO})_{saída,RR}}{(\dot{n}_{glicerina})_{entrada,RR} \cdot PM_{glicerina}} \right] \cdot 1000$$

Tabela 2: Rendimento de Gás de Síntese (R_{GS}) e razão molar H_2/CO obtidas pelo processo de Reforma por Recirculação Química da glicerina. $H_2O/Glicerina = 1,5$ e $T_{RR} = 1023K$.

Ensaio	$O_{NiO}/Glicerina$	R_{GS} (mol/mol)	R_{GS} (mol/kg)	H_2/CO
1	1,1	7,45	80,96	1,95
2	1,4	7,46	81,03	1,94
3	2,2	7,34	79,83	1,97
4	3,3	7,21	78,39	2,01
5	4,4	6,94	75,38	2,07
6	5,5	1,97	21,45	1,99
7	7,7	0,75	8,16	1,29
8	14,3	1,07	11,60	1,62
9	17,6	2,01	21,88	2,06
10	20,9	0,48	5,23	0,96

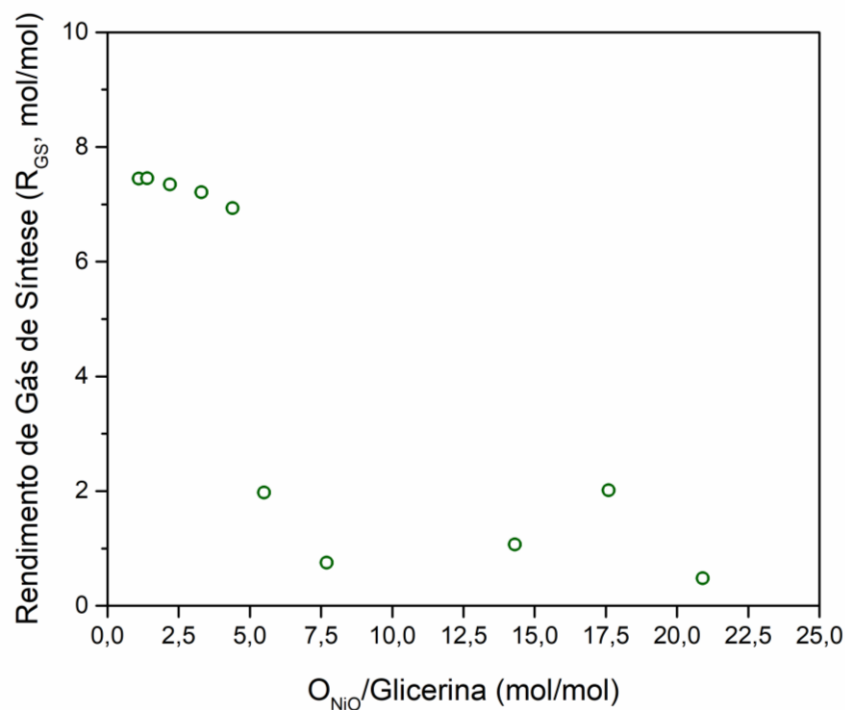
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 8: Transportador Sólido de Oxigênio, obtido em sua forma reduzida ao final do processo.



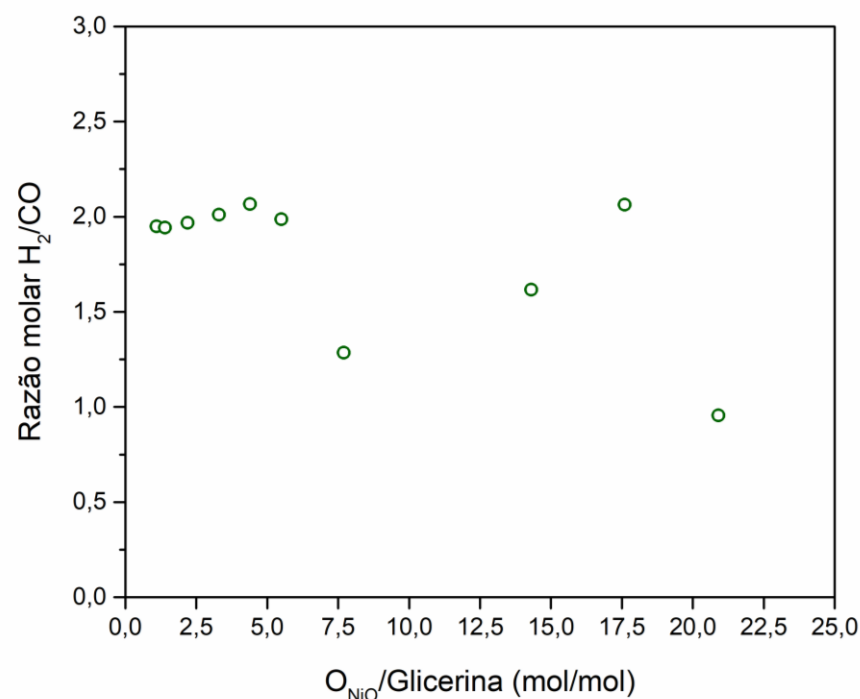
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 9: Rendimentos de Gás de Síntese (R_{GS}) obtidos pelo processo de Reforma por Recirculação Química da glicerina. $H_2O/Glicerina = 1,5$ e $T_{RR} = 1023K$



Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 10: Razões molares H_2/CO obtidas pelo processo de Reforma por Recirculação Química da glicerina. $H_2O/Glicerina = 1,5$ e $T_{RR} = 1023K$



Fonte: Autoria Própria (2022).

- ✓ Quanto maior a disponibilidade de oxigênio, mais prejudicada estará a quantidade de gás de síntese produzida;
- ✓ A razão molar H_2/CO satisfatória para o processo de Fischer-Tropsch pôde ser obtida em 7 de 10 experimentos realizados, porém as maiores quantidades de gás de síntese produzida estiveram nos menores níveis de razão molar $O_{NiO}/Glicerina$;
- ✓ Nos níveis 1,1 e 1,4 para a razão $O_{NiO}/Glicerina$ foram obtidos os máximos rendimentos de gás de síntese (R_{GS}), sendo aproximadamente 81 mols de gás de síntese produzidos por kg de glicerina alimentada (7,46 mol Gás de síntese por mol de glicerina);
- ✓ O gás de síntese gerado pelo processamento da glicerina na Reforma por Recirculação Química pode ser destinado ao processo de Fischer-Tropsch para obtenção do *syncrude*, matéria-prima requerida nos processos de *Upgrading* para produção de combustíveis sustentáveis;
- ✓ Para pesquisas futuras, pode-se estudar a influência de contaminantes (metanol, resquícios de catalisadores, triglicerídeos não-reagidos etc.) a fim de simular a glicerina bruta e averiguar os efeitos dessas substâncias no gás de síntese produzido.

Este estudo foi desenvolvido com o apoio financeiro da ***Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*** e executado no **Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER/RN)**.

- ADÁNEZ, Juan *et al.* **Methane Combustion in a 500 Wth Chemical-Looping Combustion System Using an Impregnated Ni-Based Oxygen Carrier.** *Energy & Fuels*, v. 23, n. 1, p. 130-142, 22 jan. 2009.
- ADÁNEZ-RUBIO, I. et al. Use of bio-glycerol for the production of synthesis gas by chemical looping reforming. **Fuel**, v. 288, p. 119578, mar. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, G. N. E B. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.** Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2021>>.
- GARCÍA-LABIANO, F. et al. Reduction and Oxidation Kinetics of a Copper-Based Oxygen Carrier Prepared by Impregnation for Chemical-Looping Combustion. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 43, n. 26, p. 8168-8177, 1 dez. 2004.
- GHONEIM, S. A et al. **Review on Innovative Catalytic Reforming of Natural Gas to Syngas.** *World Journal Of Engineering And Technology*, v. 04, n. 01, p. 116-139, 2016.
- LYNGFELT, A.; THUNMAN, H. Construction and 100 h of Operational Experience of A 10-kW Chemical-Looping Combustor. In: **Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geologic Formations.** Elsevier, 2005. p. 625-645.
- LUO, M. et al. **Review of hydrogen production using chemical-looping technology.** *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, v. 81, p. 3186-3214, jan. 2018.
- NIKOLAIDIS, P.; POULLIKKAS, A. **A comparative overview of hydrogen production processes.** *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, v. 67, p. 597-611, jan. 2017.
- WILHELM, D. J.; SIMBECK, D. R.; KARP, A. D.; DICKENSON, R. L. **Syngas production for gas-to-liquids applications: technologies, issues and outlook**, v.71. *Fuel Processing Technology*, 2001. 10p. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3820\(01\)00140-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3820(01)00140-0).

OBRIGADO!

Giovanny Oliveira
Bolsista de Pesquisa em Engenharia Química – ISI-ER/RN
gsoliviera@isi-er.com.br