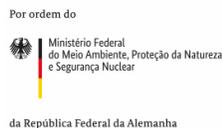




# VIA VIVA 2021

## SIDE EVENT Brasil rumo à Aviação de Baixo Carbono



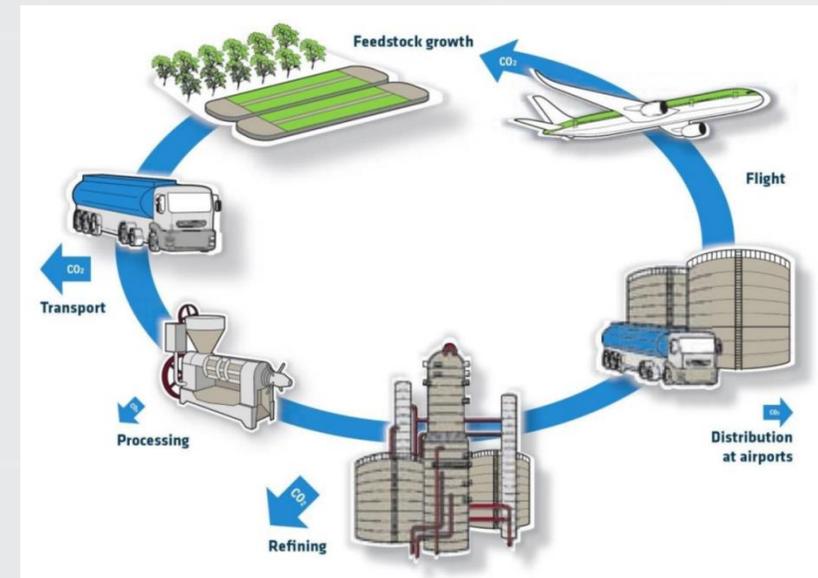
# Os Combustíveis do Futuro de Aviação – Rotas de produção e suas oportunidades no Brasil

Prof. Donato Aranda - UFRJ

**LIPCAT**  
Laboratório de Intensificação de Processos e Catálise

**PROCAT**  
UNIDADE PROTÓTIPO  
DE CATALISADORES

- ✓ Motivação para o desenvolvimento dos **combustíveis sustentáveis drop-in**:
  - i. aumento crescente dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera;
  - ii. legislações ambientais cada vez mais rígidas;
  - iii. balanço entre o tripé ambiental, social e econômico.
- ✓ Ferramenta fundamental: **Análise de ciclo de vida (LCA)**.
- ✓ **Índices de sustentabilidade**



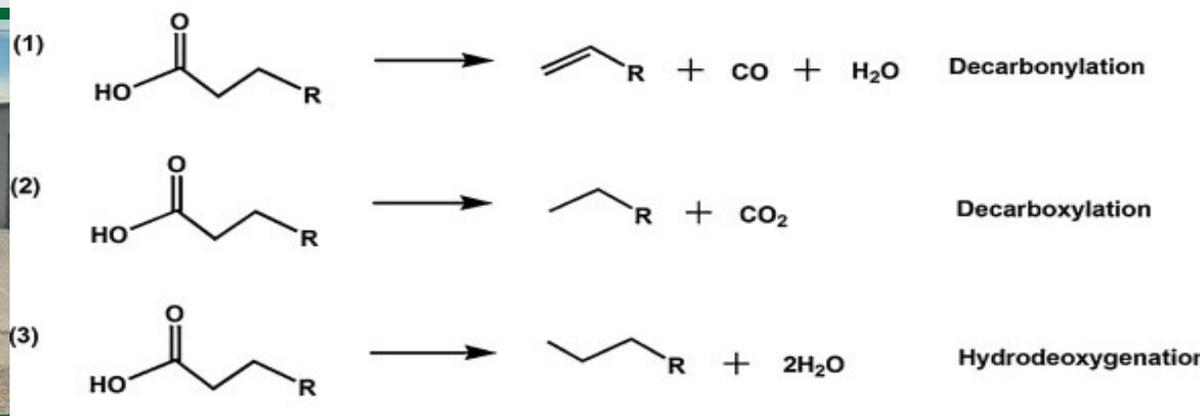
- ✓ No Brasil, os tipos de **querosenes de aviação alternativos** (QAV alternativo) são regulamentados pela Resolução ANP nº 778/2019.
- ✓ Para formular o querosene de aviação C (QAV-C) é permitido adicionar ao QAV-1:
  - i. Até 50% (em volume) de QAV-alternativo dos tipos SPK-FT, SPK-HEFA, SPK/A e SPK-ATJ;
  - ii. Até 10% (em volume) de QAV-alternativo do tipo SIP.

Technology	Maximum blend (%v/v)	Feedstocks
FT & FT-SKA	50	Wastes (MSW, etc.), coal, gas, sawdust
HEFA	50	Vegetable oils: palm, camelina, jatropha, used cooking oil.
HH-SPK or HC-HEFA	10	Oils produced from (botryococcus braunii) algae
Synthesized Iso-Paraffin	10	Sugarcane, sugar beet
ATJ (Isobutanol and Ethanol)	50	Sugarcane, sugar beet, sawdust, lignocellulosic residues (straw)
Catalytic Hydrothermolysis Jet fuel (CHJ)	50	Waste oils or energy oils

Figure 2: current technologies, maximum blend allowed and most common feedstocks for drop-in SAFs as defined under standard ASTM D7566. Source: Adapted from ICAO CAAF/2-WP/7.

## SPK - HEFA

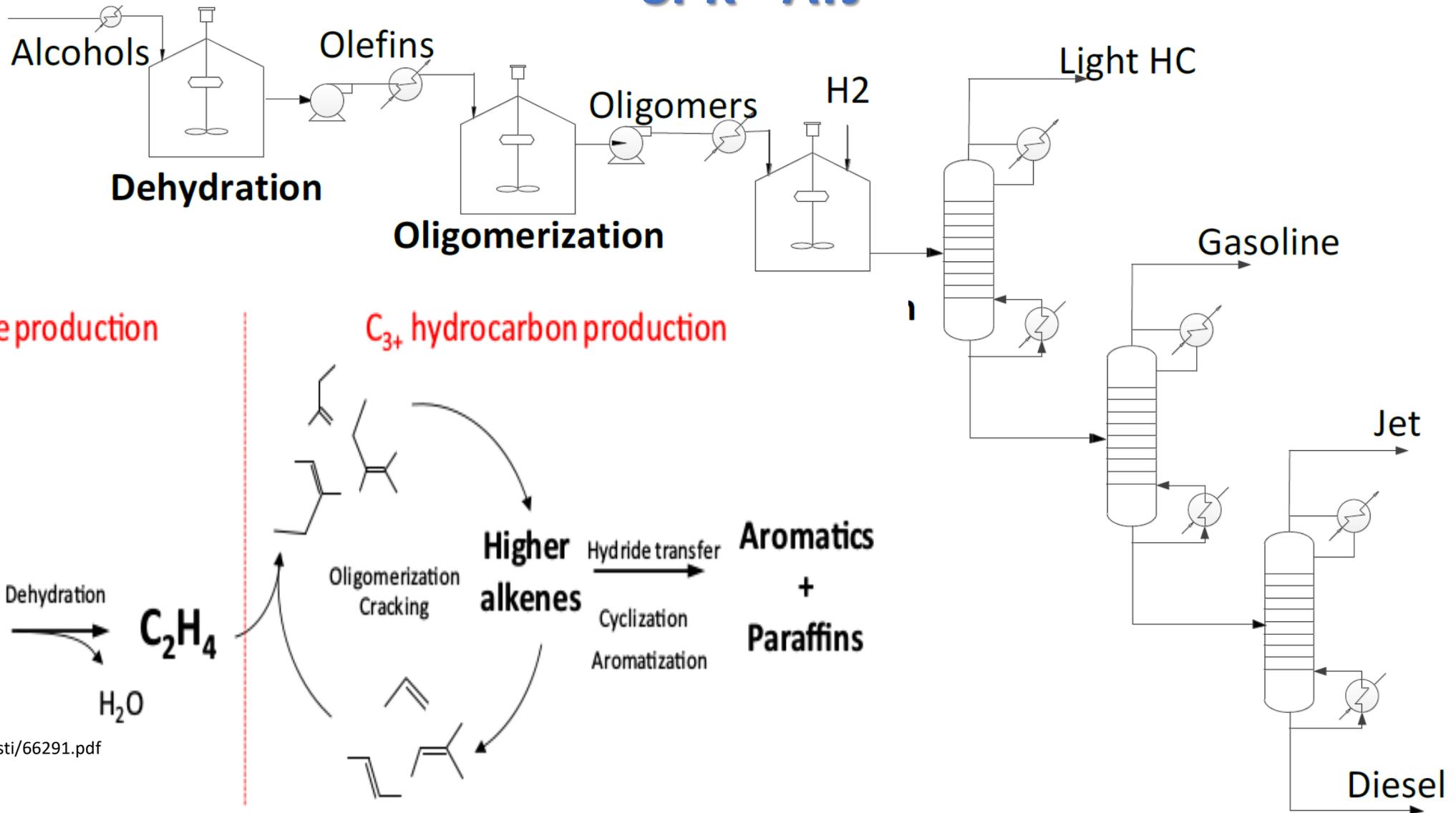
- ✓ Diversas reações ocorrem durante o processo HEFA:
  - i. saturação das duplas ligações da cadeia;
  - ii. remoção de propano com a formação de 3 moléculas de ácidos graxos;
  - iii. desoxigenação via hidrodessoxigenação (HDO), descarboxilação e descarbonilação.
- ✓ A razão entre as reações de HDO e descarboxilação/descarbonilação típica é de 35/65.
- ✓ Parâmetro importante uma vez que afeta diretamente no **consumo de hidrogênio** do e **carbono** do processo.



## SPK - HEFA

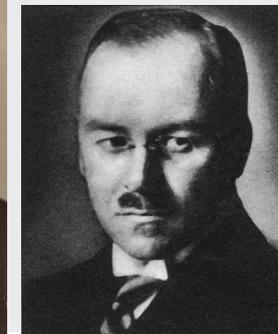
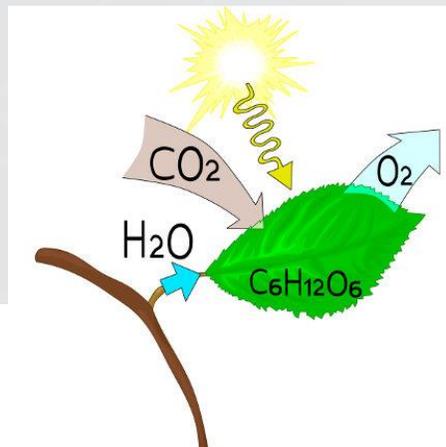
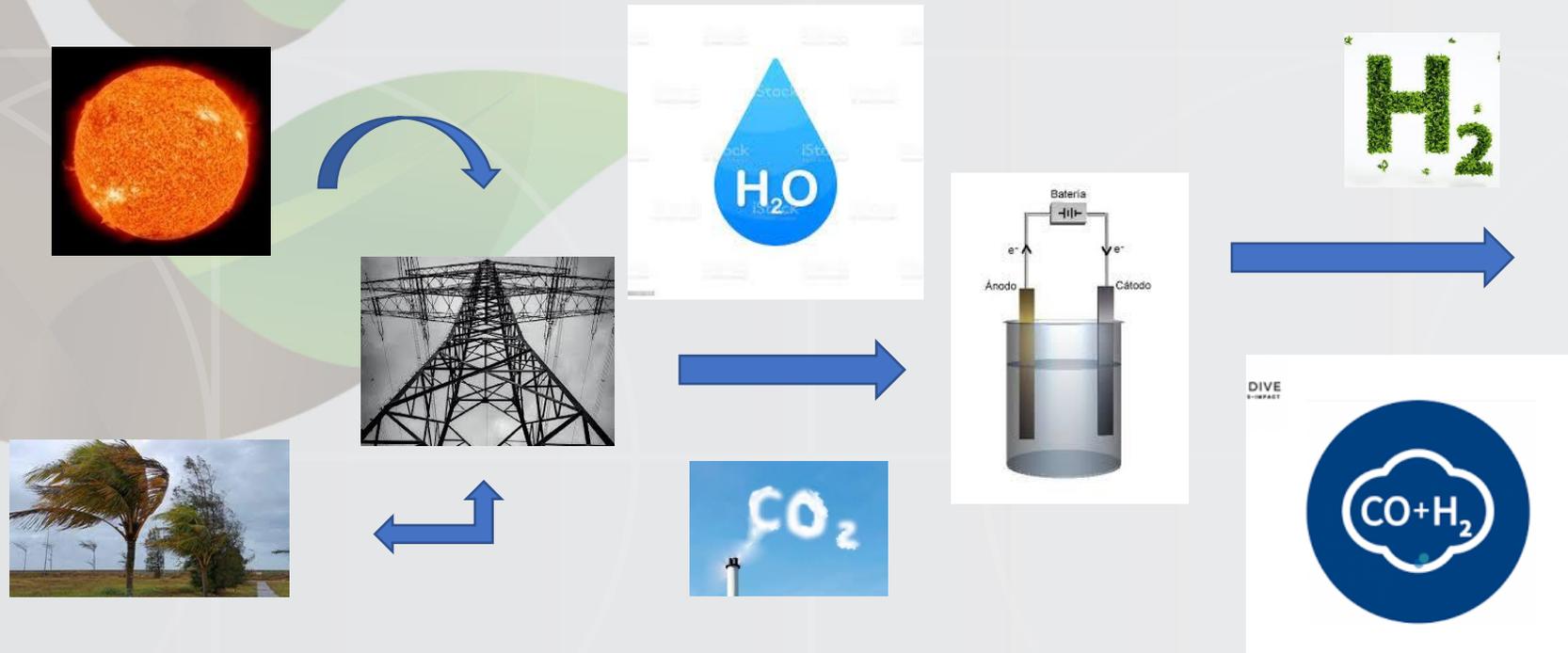
- ✓ Catalisadores típicos: metais nobres suportados (Pd, Pt), NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e CoMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- ✓ Condições: 300 – 450 °C e 20 – 80 bar.
- ✓ ↓ T favorece HDO (exotérmica) e inibe descarboxilação/descarbonilação (endotérmicas).
- ✓ De maneira a melhorar as propriedades de fluxo a frio, uma segunda etapa de hidroisomerização e hidrocraqueamento é realizada.
- ✓ Nessa etapa, hidrocarbonetos de menor cadeia são formados maximizando a fração de querosene.
- ✓ A severidade do processo pode ser controlada para evitar a formação de leves em excesso que possuem menor valor agregado.

# SPK - ATJ

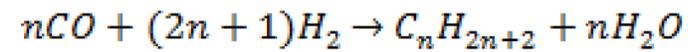


Fonte: <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/66291.pdf>

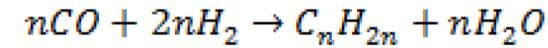
## Power to X



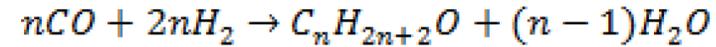
# SPK - FT



$$\Delta H = -165 \text{ kJ/mol}_{CO}$$



$$\Delta H = -204 \text{ kJ/mol}_{CO}$$

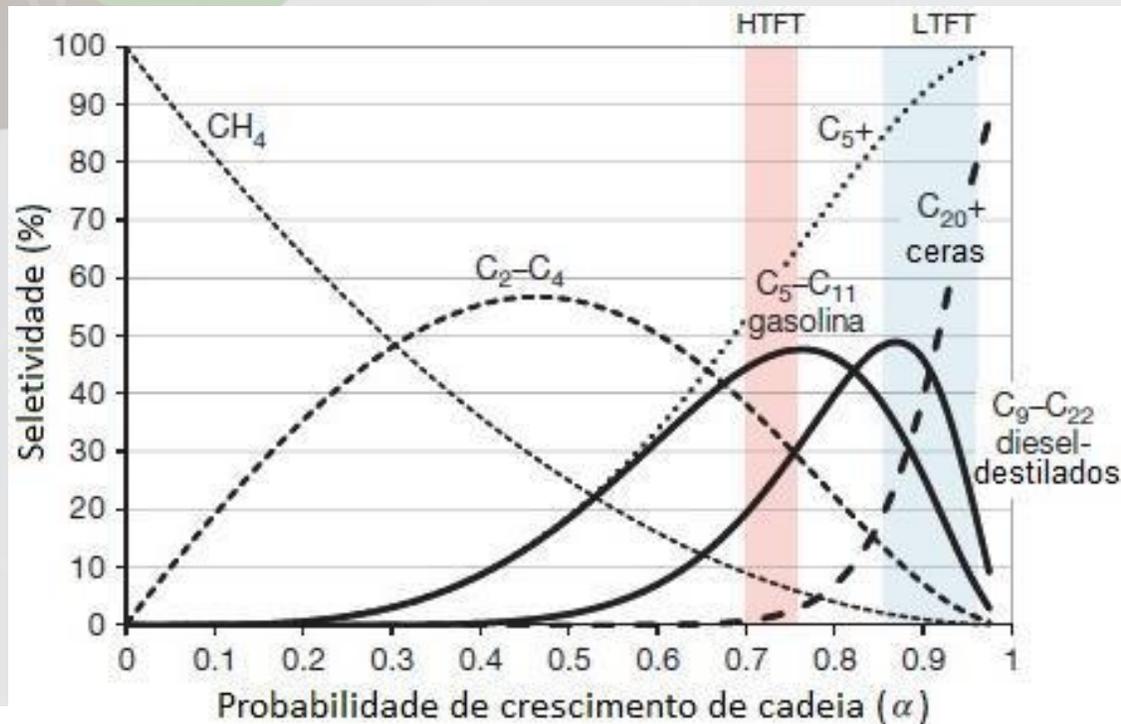


$$\Delta H = -256 \text{ kJ/mol}_{CO}$$

Parameter	Co- catalyst	Fe catalyst
Operating temperature	<b>190-240°C</b> <i>Used only in LTFT reactors</i> <i>High temperature increases CH4 selectivity and causes catalyst deactivation</i>	<b>200-350°C</b> <i>Operates in HTFT and LTFT reactors</i>
Feed gas	<i>Syngas with H2/CO ratio in the range of 2.0-2.3 due to very low WGS activity</i>	<i>Flexible H2:CO ratio in the range 0.5-2.5 due to high WGS activity</i>
Activity	<i>More active at higher CO conversions, i.e. lower space velocities</i>	<i>More active than Co at higher space velocities</i>
Product spectrum	<i>Primary products are n-paraffins with marginal production of olefins</i>	<i>Primary products n-paraffins with considerable production of olefins</i>
Promoters	<i>Noble metals (Ru, Rh, Pt, Pd); Oxide promoters (ZrO2, La2O3, CeO2)</i>	<i>Alkali metals (Li, Na, K, Rb, Ca)</i>
Life & cost	<i>Longer life time, more expensive</i>	<i>Lower life time, less expensive</i>

Fonte: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/06/IEA-Bioenergy-Task-39-Progress-in-the-commercialisation-of-biojet-fuels-May-2021-1.pdf>

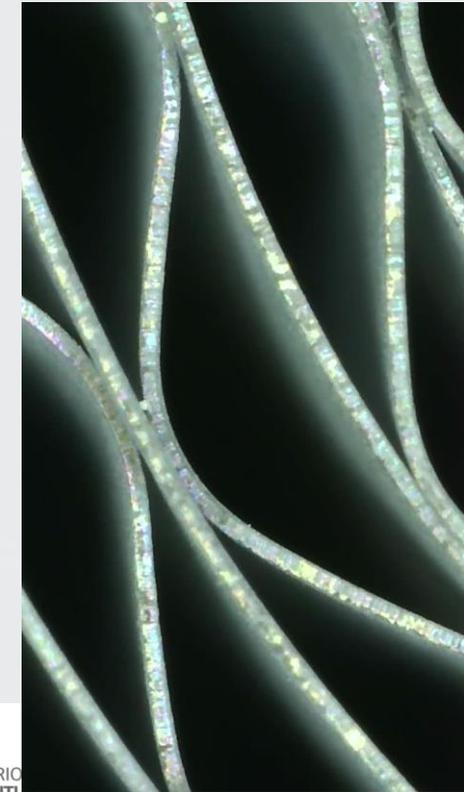
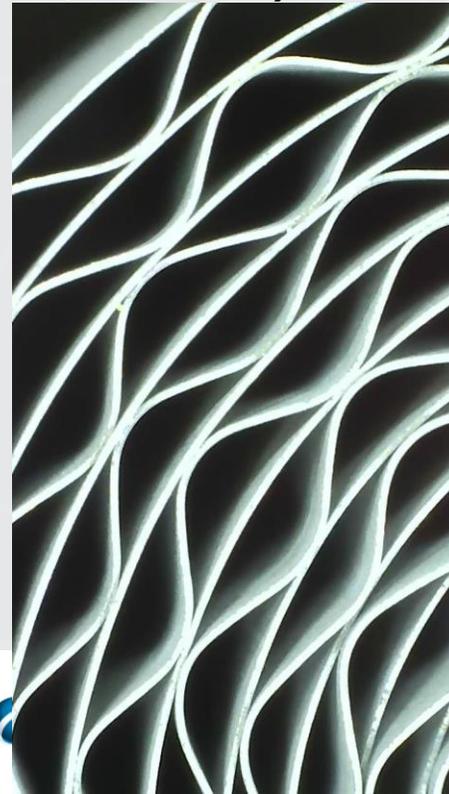
- ✓ A reação ocorre via um mecanismo de polimerização que segue a distribuição de tamanho de cadeia de **Anderson-Shulz-Flory** (ASF) que tem o parâmetro  $\alpha$  como o parâmetro de crescimento de cadeia.
- ✓ O valor de  $\alpha$  ideal para a faixa do querosene de aviação é em torno de 0,9.



## SPK - FT

### □ Nosso grupo:

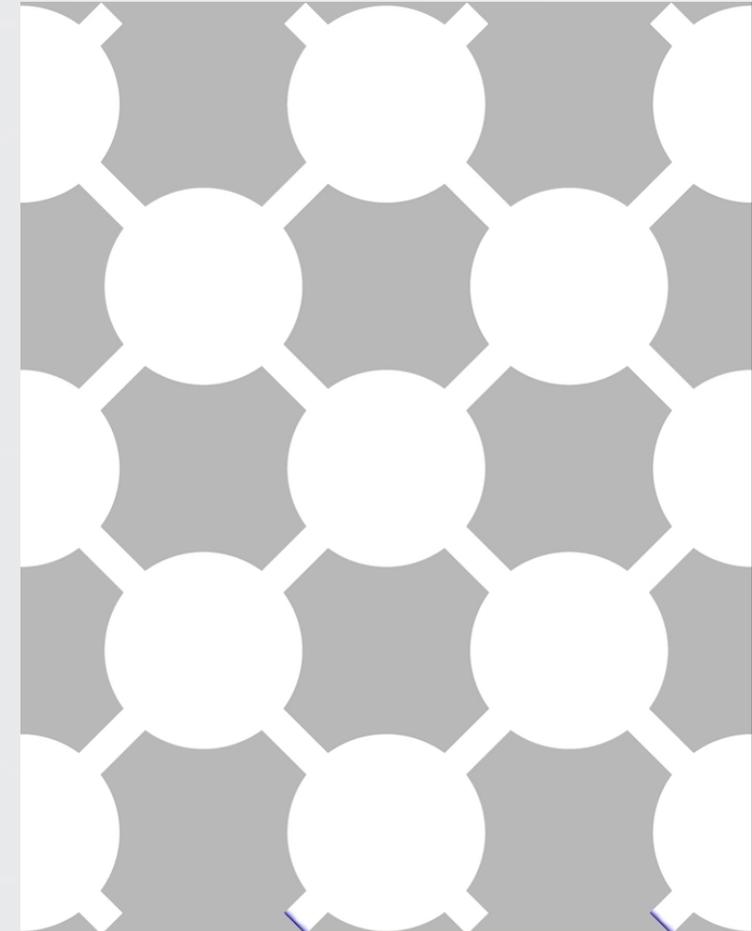
- ✓ Catalisadores com base em cobalto promovidos por rênio e rutênio;
- ✓ Suportes: alumina, titânia, nióbia, nanopartículas mesoporosas de sílica, zeólitas e nanozeólitas;
- ✓ Reatores de leito fixo e microestruturados (promover melhor transferência de calor e massa).
- ✓ Planta piloto 150 L/min de syngas (300 L/dia HCs)



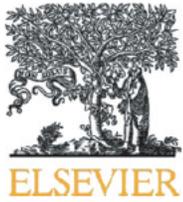
✓ Em microfluídica algumas coisas mudam:

- a) Grandes diferenças entre as previsões das propriedades de transporte em canais menores que 1mm
- b) O Reynolds de regime de transição também muda →

Estudos de turbulência em microfluídica



Fonte:  
 Turbulence in Microfluidics: microfabrication, carактерization and application, 2019, Sousa Lima, Rç  
<https://www.net4co2.pt/p137-netmix-en>



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Clay Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/clay](http://www.elsevier.com/locate/clay)

Research paper

## Palladium supported on clays to catalytic deoxygenation of soybean fatty acids



Chaline Detoni <sup>a,\*</sup>, Francine Bertella <sup>b</sup>, Mariana M.V.M. Souza <sup>a</sup>, Sibebe B.C. Pergher <sup>b</sup>, Donato A.G. Aranda <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária CT Bloco E, Rio de Janeiro, RJ 21945-970, Brazil

<sup>b</sup> Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas, Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, Brazil



Journal of Power and Energy Engineering, 2019, 7, 80-90

<http://www.scirp.org/journal/jpee>

ISSN Online: 2327-5901

ISSN Print: 2327-588X

# HEFA

## Bio-Oil Extracted of Wet Biomass of the Microalga *Monoraphidium* sp. for Production of Renewable Hydrocarbons

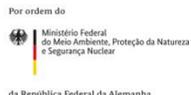
Yordanka R. Cruz<sup>1</sup>, Gisel Ch. Díaz<sup>1</sup>, Viviane de S. Borges<sup>1</sup>,  
 Andreina Z. F. Leonett<sup>1</sup>, René G. Carliz<sup>1</sup>, Vinicius Rossa<sup>2\*</sup>,  
 Vitor M. E. S. Silva<sup>3</sup>, Carolina Vieira Viegas<sup>1</sup>,  
 Donato A. G. Aranda<sup>1</sup>, Luciano B. Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>GRETEC Laboratory, Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, Brazil

<sup>2</sup>GCAT Laboratory, Federal University of Uberlândia (UFU), Rio de Janeiro, Brazil

<sup>3</sup>Research Company Energetic (EPE), Rio de Janeiro, Brazil

Email: \*vinnyrossa@gmail.com



TRIA AMADA  
**RASIL**  
 / ERNO FEDERAL

Renewable Energy 149 (2020) 1339–1351

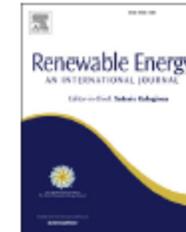


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Renewable Energy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/renene](http://www.elsevier.com/locate/renene)



HEFA

## Oleaginous feedstocks for hydro-processed esters and fatty acids (HEFA) biojet production in southeastern Brazil: A multi-criteria decision analysis



Lorena Mendes de Souza <sup>a, c, \*</sup>, Pietro A.S. Mendes <sup>b</sup>, Donato A.G. Aranda <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas (CPT), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Setor de Grandes Áreas Norte 603 - Asa Norte, Brasília, DF, 70830-902, Brazil

<sup>b</sup> Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Av. Rio Branco, 65 - Centro, Rio de Janeiro, RJ, 20090-003, Brazil

<sup>c</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (EPQB), Escola de Química (EQ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 21941-909, Brazil



Article

## Application of Response Surface Methodology for Ethanol Conversion into Hydrocarbons Using ZSM-5 Zeolites

José Faustino Souza de Carvalho Filho <sup>1,2,\*</sup> , Marcelo Maciel Pereira <sup>1</sup>,  
Donato Alexandre Gomes Aranda <sup>2</sup>, João Monnerat Araujo Ribeiro de Almeida <sup>2</sup>,  
Eduardo Falabella Sousa-Aguiar <sup>2</sup> and Pedro Nothaft Romano <sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 21941-909, Brazil

<sup>2</sup> Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 21941-909, Brazil

<sup>3</sup> Departamento de Nanotecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro 25265-970, Brazil

\* Correspondence: faustinocarvalho@gmail.com; Tel.: +55-21-971808257

Received: 24 May 2019; Accepted: 29 June 2019; Published: 20 July 2019



ATJ

## A study of the promoting effect of noble metal addition on niobia and niobia alumina catalysts

Martin Schmal<sup>a,\*</sup>, D.A.G. Aranda<sup>b,1</sup>, R.R. Soares<sup>a</sup>, F.B. Noronha<sup>a,2</sup>, A. Frydman<sup>a,3</sup>

<sup>a</sup> NUCAT-PEQ-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, COPPE, CP 68502, CEP 21941, Rio de Janeiro, Brazil

<sup>b</sup> Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, CP 68542, Rio de Janeiro, Brazil

J Clust Sci (2008) 19:601–614  
DOI 10.1007/s10876-008-0210-9

ORIGINAL PAPER

FT

## Modeling the Adsorption of CO on Small Pt, Fe and Co Clusters for the Fischer–Tropsch Synthesis

Rafael de Souza Monteiro · Lílian W. C. Paes ·  
José Walkimar de M. Carneiro · Donato A. G. Aranda

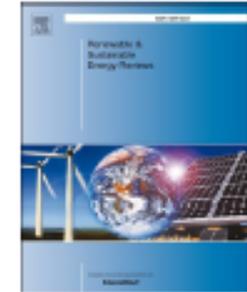
Renewable and Sustainable Energy Reviews 98 (2018) 426–438



Contents lists available at ScienceDirect

## Renewable and Sustainable Energy Reviews

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)



### Assessing the current scenario of the Brazilian biojet market

Lorena Mendes de Souza<sup>a,c,\*</sup>, Pietro A.S. Mendes<sup>b</sup>, Donato A.G. Aranda<sup>c</sup>



<sup>a</sup> Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas (CPT), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Setor de Grandes Áreas Norte 603 - Asa Norte, Brasília, DF, 70830-902, Brazil

<sup>b</sup> Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Av. Rio Branco, 65 - Centro, Rio de Janeiro, RJ, 20090-003, Brazil

<sup>c</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (EPQB), Escola de Química (EQ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 21941-909, Brazil

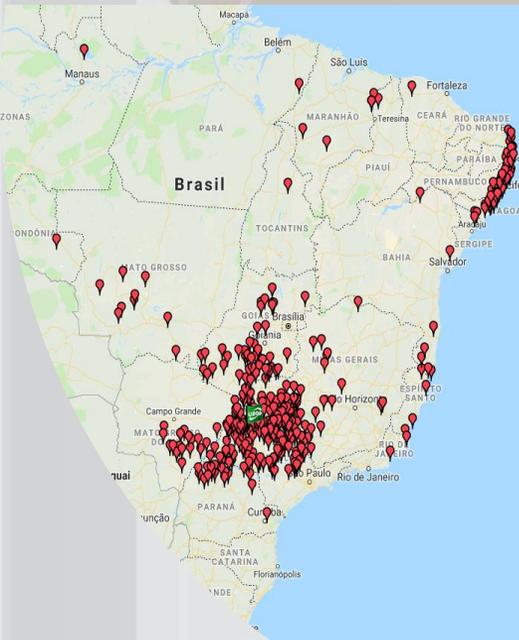
# CONCLUSÕES

1. Mesmo do ponto de vista técnico, qualquer pesquisa séria para a produção de SAF deverá ser multidisciplinar, por excelência.

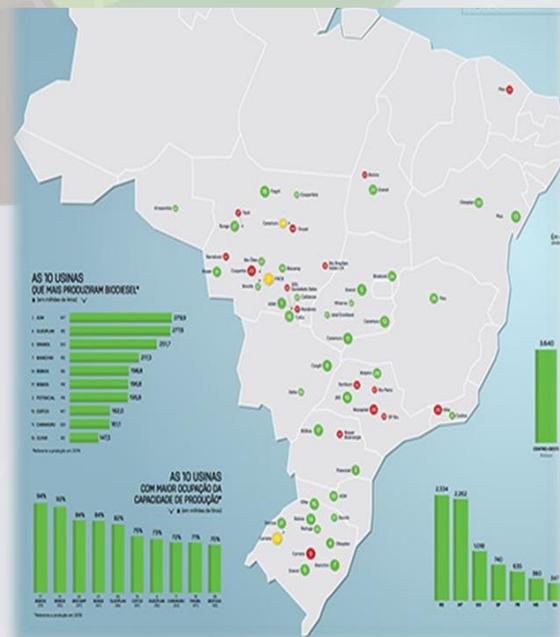
Catálise, reatores, fluidodinâmica, integração energética, LCA, etc

2. O Brasil não terá apenas uma rota preferencial para SAF. HEFA, ATJ e FT (PTX) terão espaço.

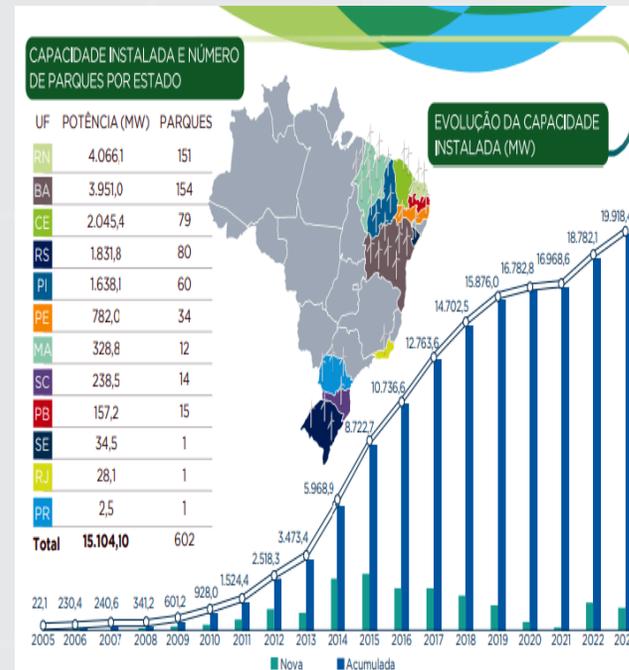
# CONCLUSÕES



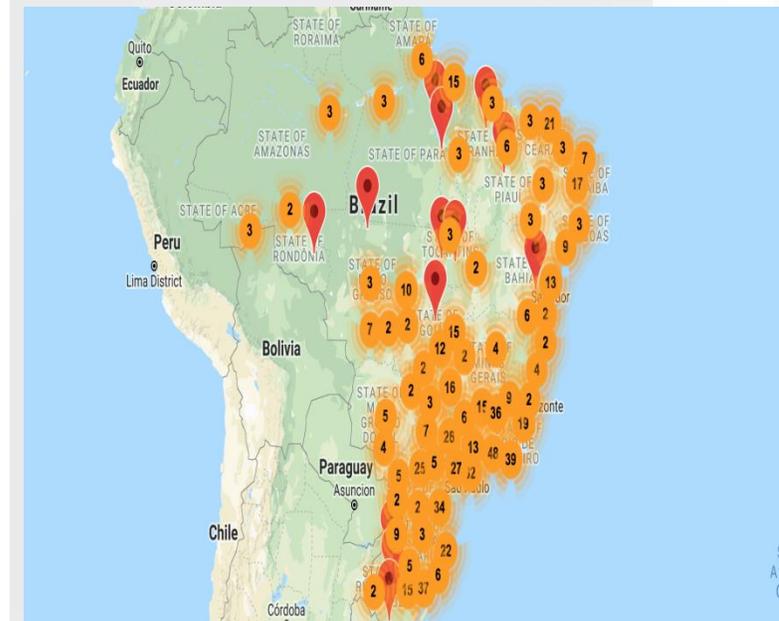
ETANOL



BIODIESEL



EÓLICA



FOTOVOLTÁICA



## OBRIGADO !



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



Petrogal Brasil, S.A.

Joint Venture

Galp Energia | Sinopec

