



PANORAMA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

Luiz André Schlittler

Eng. Químico , DSc.

Pres. Beta 1-4 Tecnologia

INTRODUÇÃO

- As **mudanças no clima** do planeta e suas conseqüências vêm causando radicais mudanças de paradigmas;
- O **preço da energia** vem ultrapassando os patamares de sustentabilidade, tornando cada vez mais difícil o crescimento das nações;
- O surgimento do dilema **Alimentos vs. Bioenergia**;
- A **escassez de terras agricultáveis** em muitos países impede a expansão de lavouras para fins energéticos e requer fontes alternativas.



MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

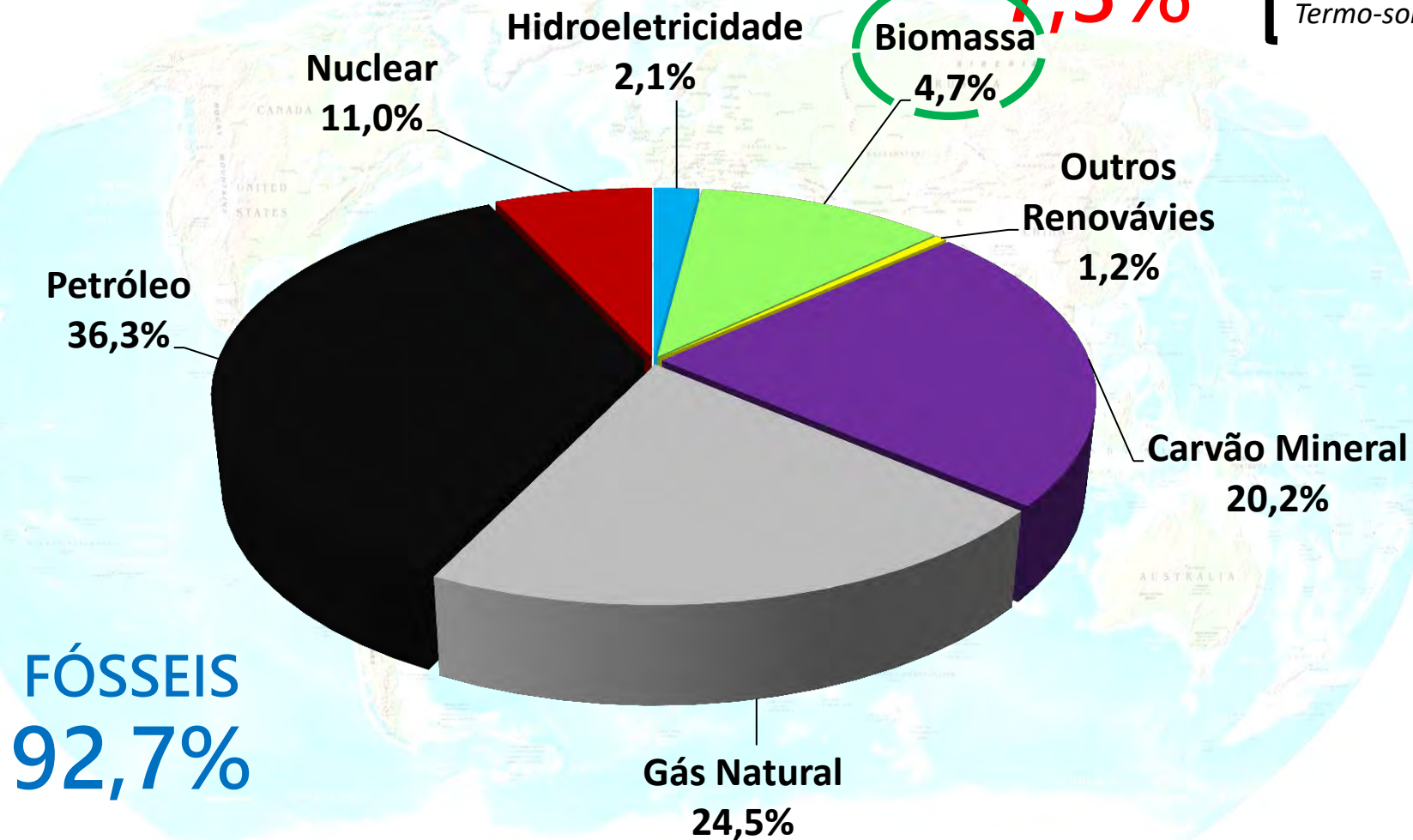
Taxa de crescimento 2,3%/ano

Eólica
Fotovoltaica
Maremotriz
Geotérmica
Termo-solar

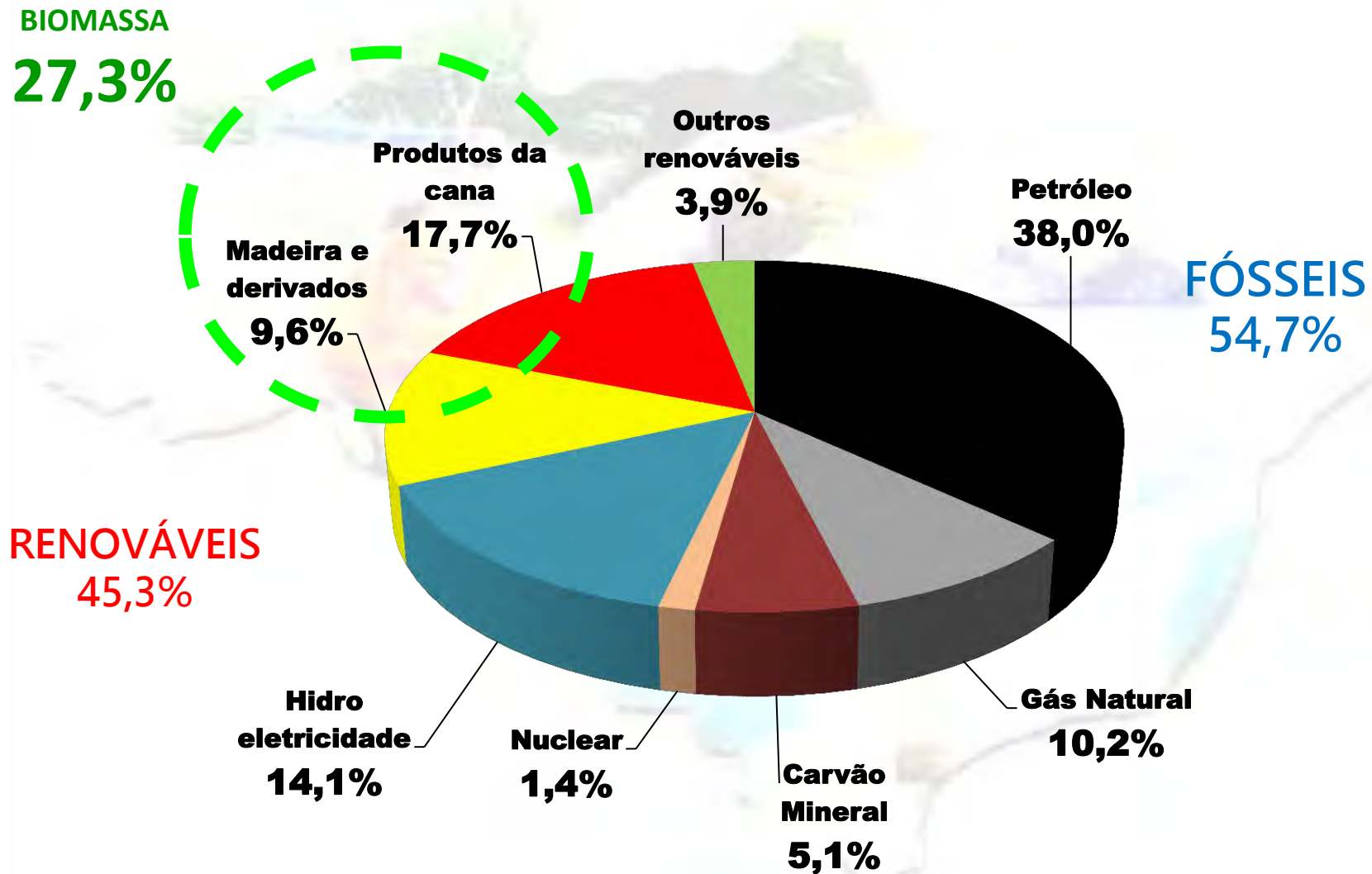
RENOVÁVEIS

7,3%

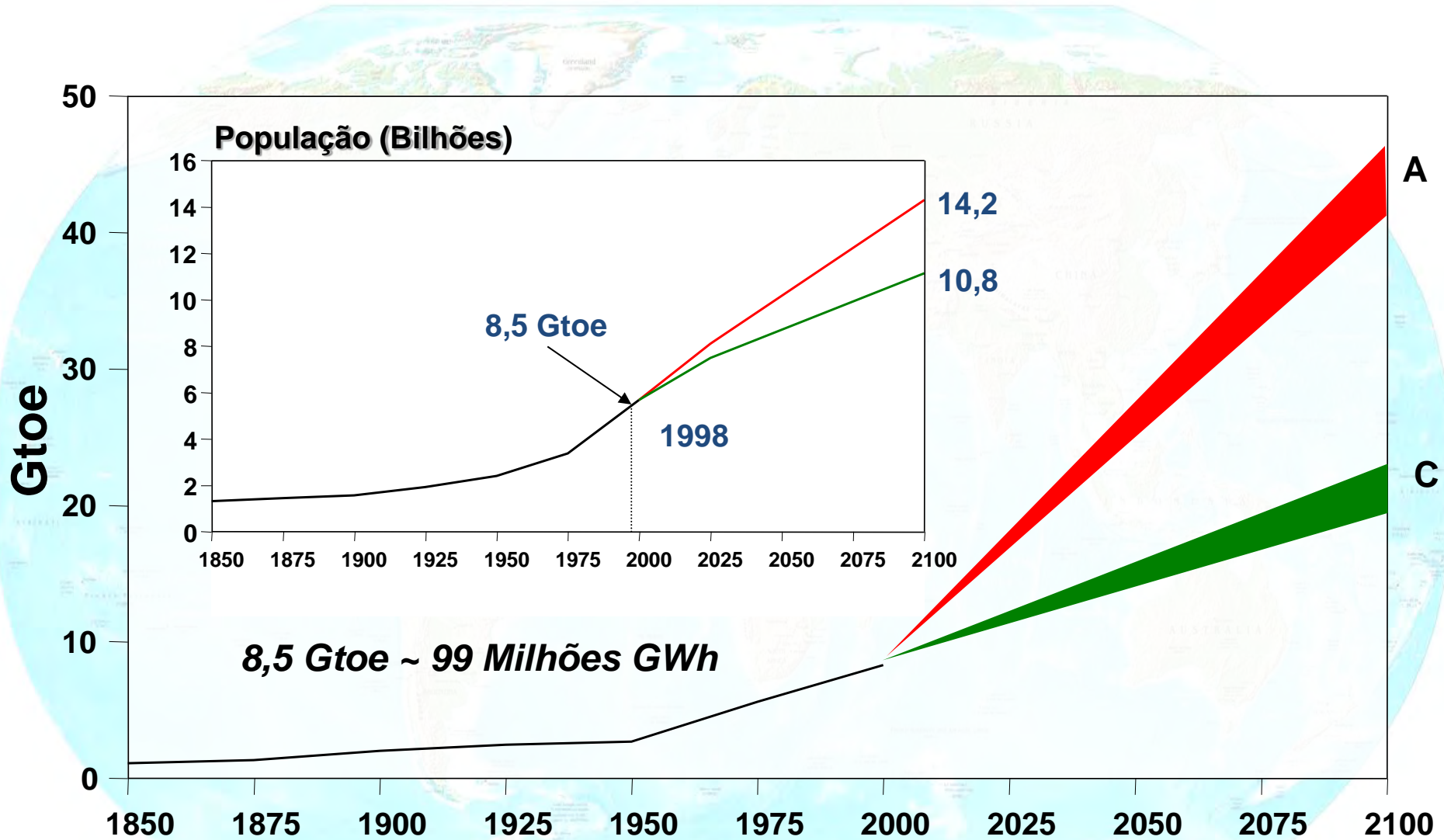
Biomassa
4,7%



MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA



CRESCIMENTO POPULACIONAL x DEMANDA ENERGÉTICA



HISTÓRICO DA DEMANDA ENERGIA NO MUNDO



Fonte: International Energy Agency (2020)

Fontes de energia

A **ENERGIA PRIMÁRIA** é a energia na forma de recursos naturais, tais como: madeira, carvão, petróleo, gás natural, urânio, ventos, recursos hídricos e **energia** solar.

A **ENERGIA SECUNDÁRIA** é a forma para para as quais a **energia primária** pode ser convertida, tais como: eletricidade, gasolina, vapor, etc.

BIOMASSAS

✓ Do ponto de vista **ENERGÉTICO**, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia.

✓ Do ponto de vista da **ECOLOGIA**, biomassa é a quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal.



EXEMPLOS DE BIOMASSAS PARA FINS ENERGÉTICOS

- Culturas Energéticas
- Resíduos da Agroindústria
- Resíduos Sólidos Urbanos



RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA

ATIVIDADE AGRÍCOLA /
AGROPECUÁRIO

PLANTIO /
CRIA

COLHEITA /
ABATE

RESÍDUO AGRÍCOLA /
AGROPECUÁRIO

RAÍZE
S

TALO
S

PALH
A

ESTERC
O

FOLHA
S

ATIVIDADE INDUSTRIAL

PROCESSAMENTO

TRANSFORMAÇÃO

RESÍDUO AGROINDUSTRIAL

BAGAÇ
O

ÁGUA DE
ABATEDOURO

CASCA
S

VINHOT
O

PENAS



CLASSIFICAÇÃO DAS BIOMASSAS

(Quanto a composição)

PROTÉICAS

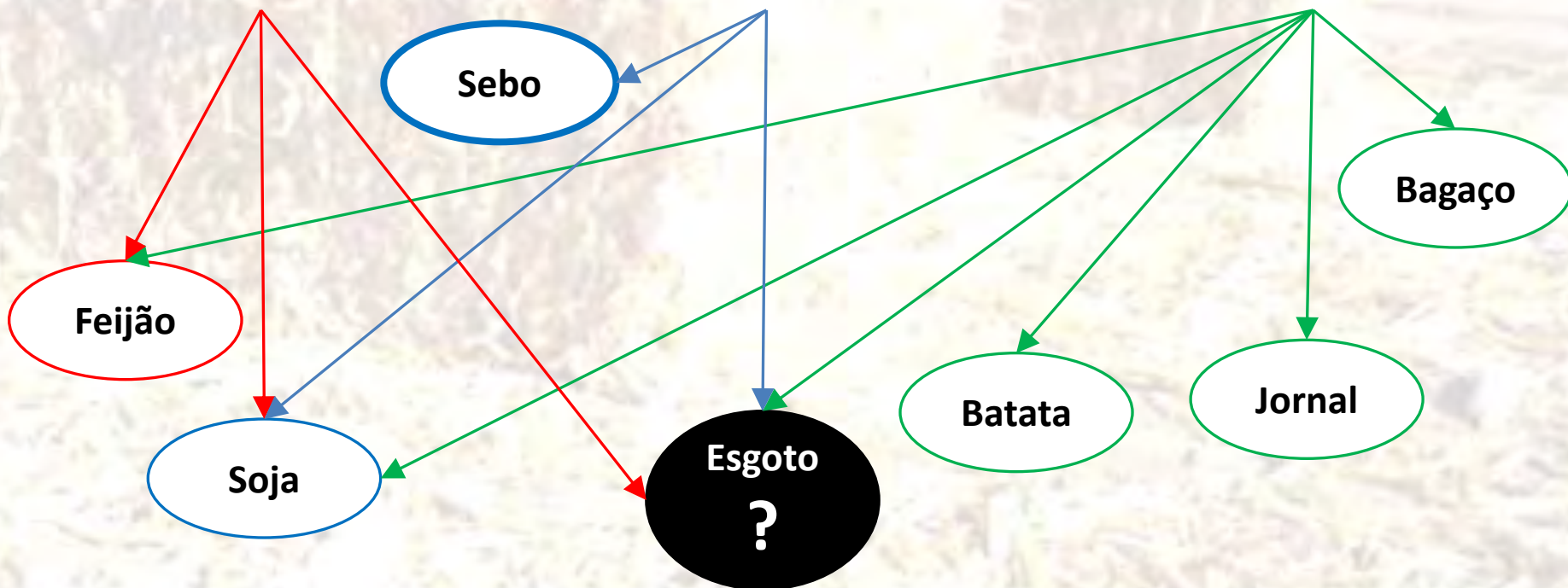
OLEAGINOSAS

BASEADAS EM CARBOIDRATOS

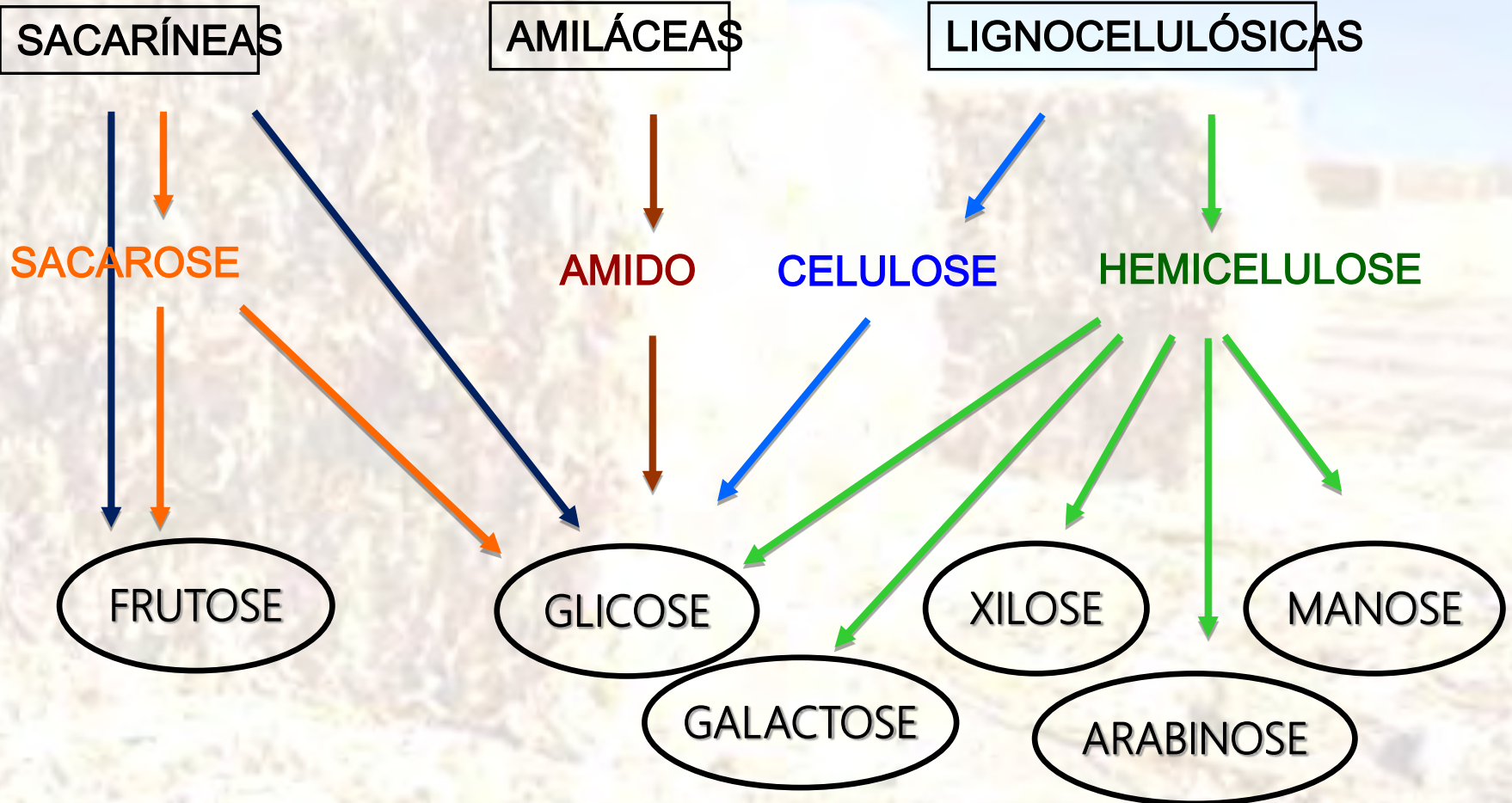
PROTEÍNAS

ÁCIDOS GRAXOS

AÇÚCARES

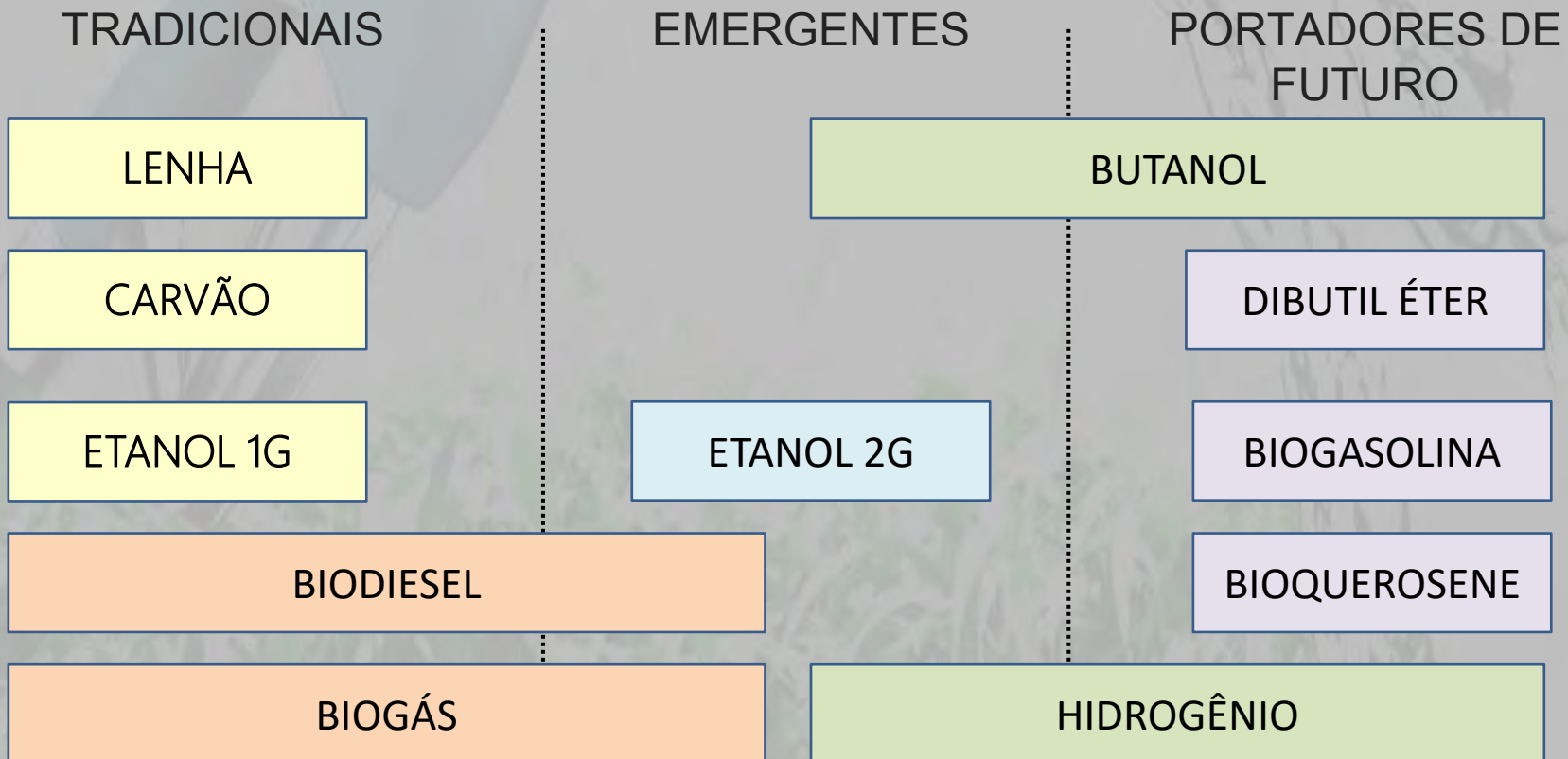


BIOMASSAS BASEADAS EM CARBOIDRATOS

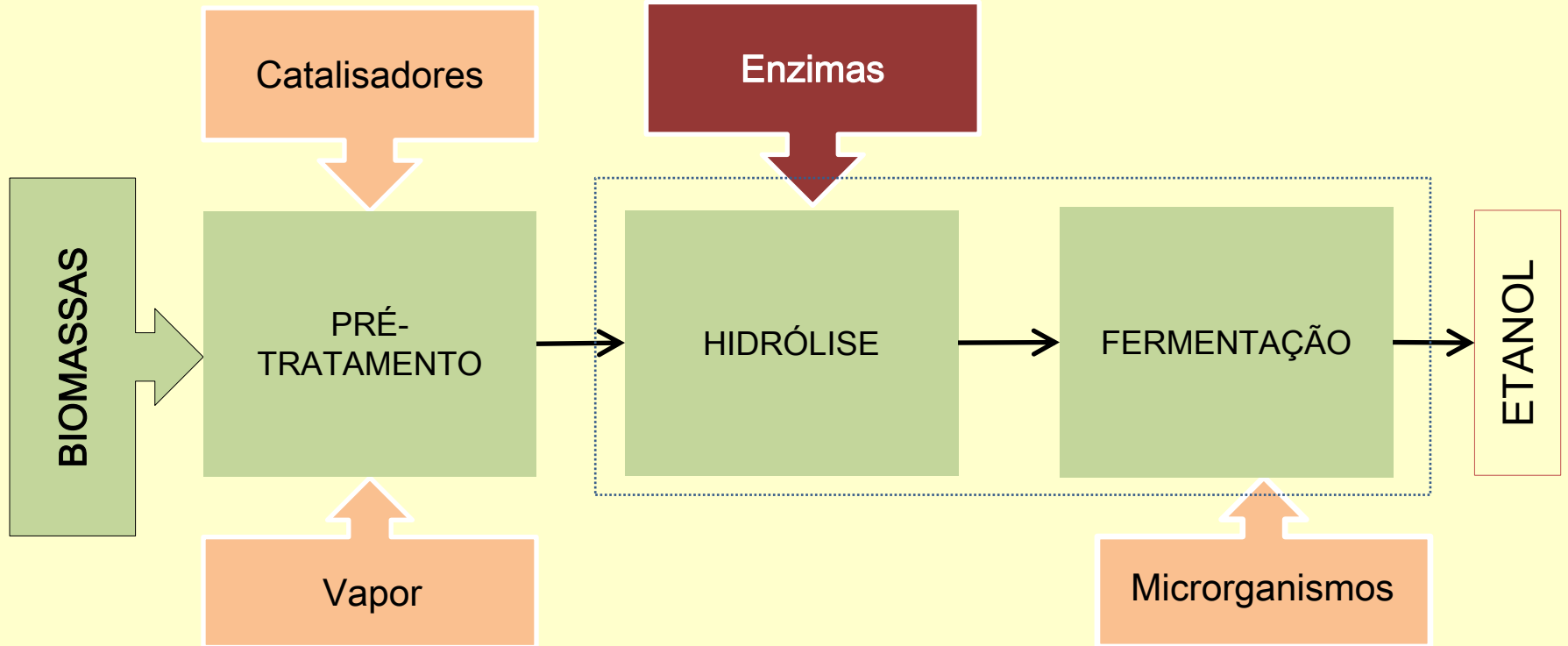


BIOCOMBUSTÍVEIS

BIOCOMBUSTÍVEL ou agrocombustível é o combustível de origem biológica produzido a partir do processamento de biomassa ou biomolécula. Como a biomassa pode ser usada diretamente como combustível, em determinadas situações a biomassa pode ser o próprio biocombustível.

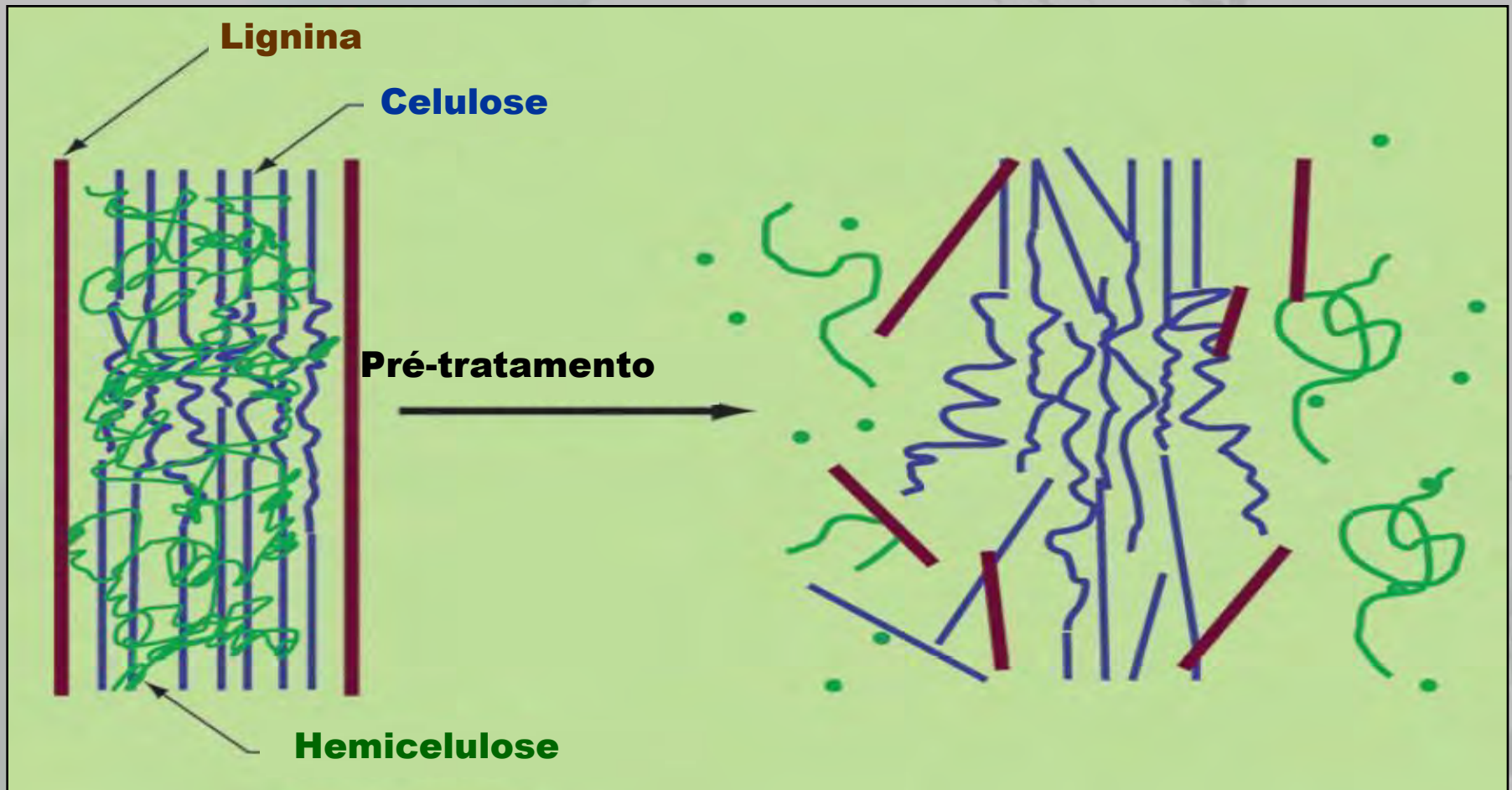


Produção de Etanol 2G

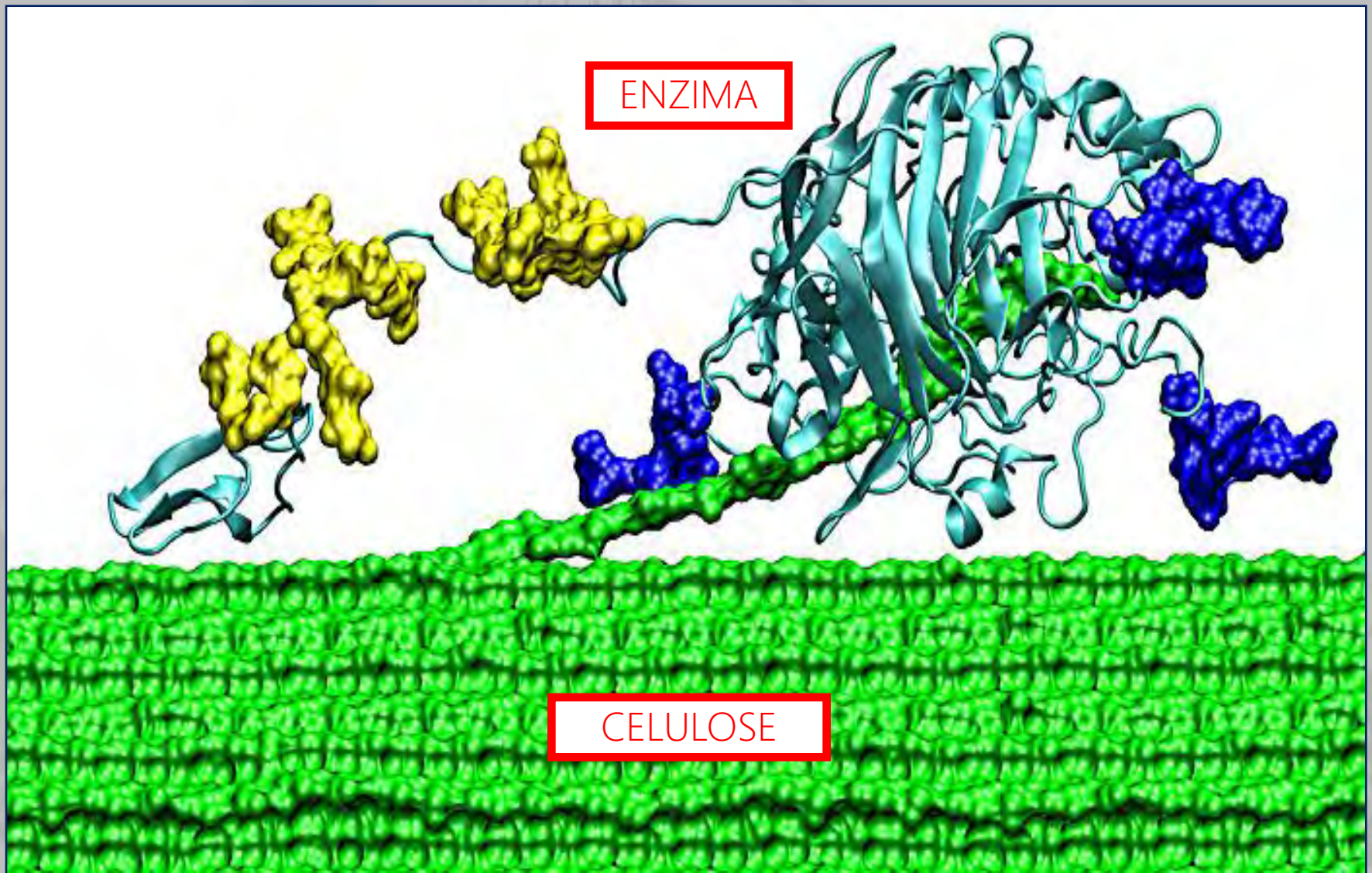


Pré-tratamento da Biomassa Lignocelulósica

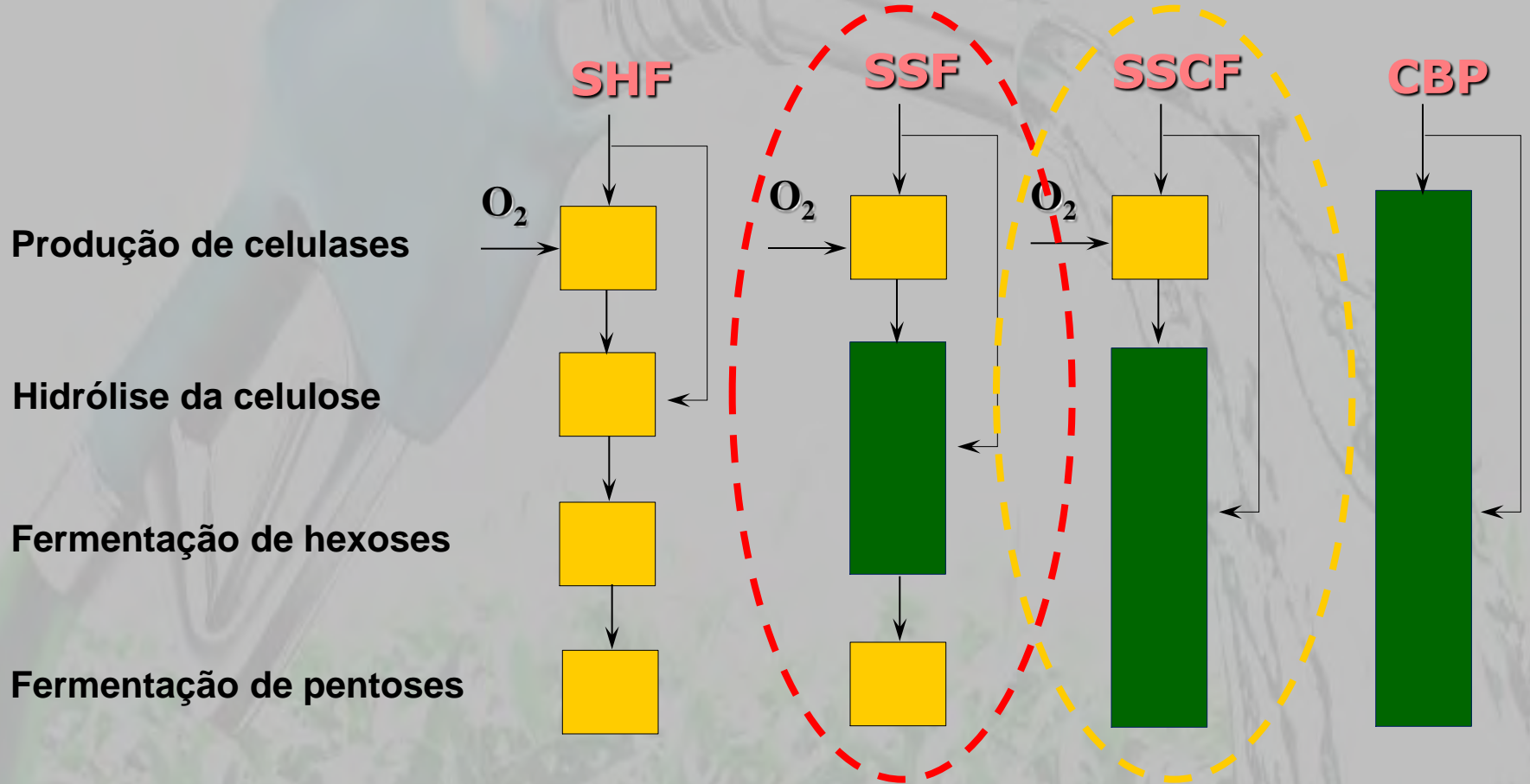
Objetiva desorganizar o complexo lignocelulósico, resultando no aumento da **DIGESTIBILIDADE DA CELULOSE** (maior acessibilidade das enzimas às moléculas de celulose)



Hidrólise da Celulose



PRODUÇÃO DO ETANOL 2G



SHF: *Separate Hydrolysis & Fermentation*
SSF: *Simultaneous Saccharification & Fermentation*
SSCF: *Simultaneous Saccharification & Co-Fermentation*
CBP: *Consolidated BioProcessing*

Estratégia de processamento
(Cada bloco representa um equipamento)

BUTANOL

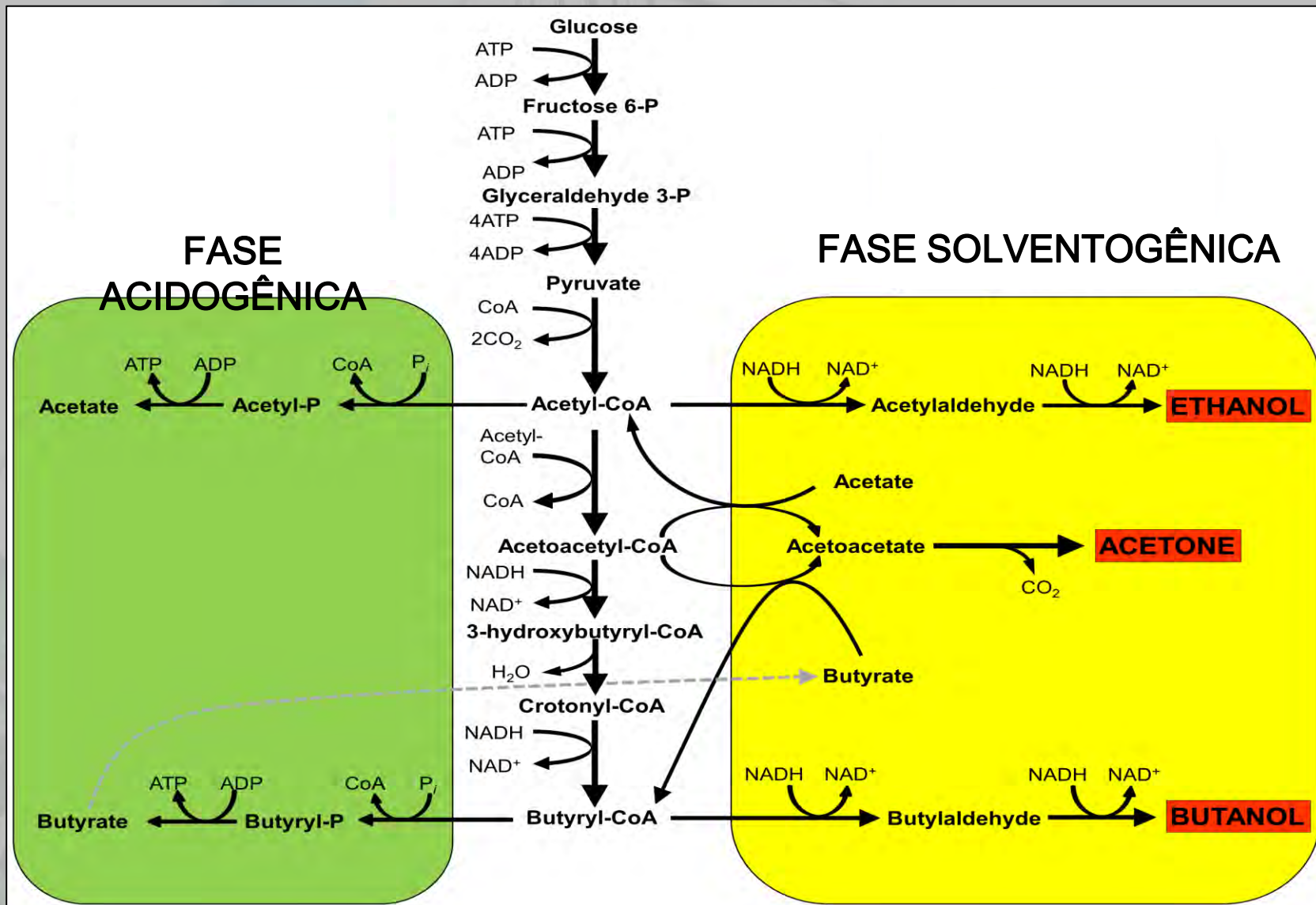
- O butanol é um álcool de 4 carbonos;
- Não é corrosivo;
- Não é higroscópico;
- Poder calorífico de próximo ao de gasolinas;



COMPOSTO	PODER CALORÍFICO
Etanol	19,6 MJ/L
Butanol	29,2 MJ/L
Gasolina	32 – 47 MJ/L

- Cadeia produtiva semelhante ao do etanol;
- Principais agentes de produção bactérias anaeróbicas do gênero *Clostridium*.

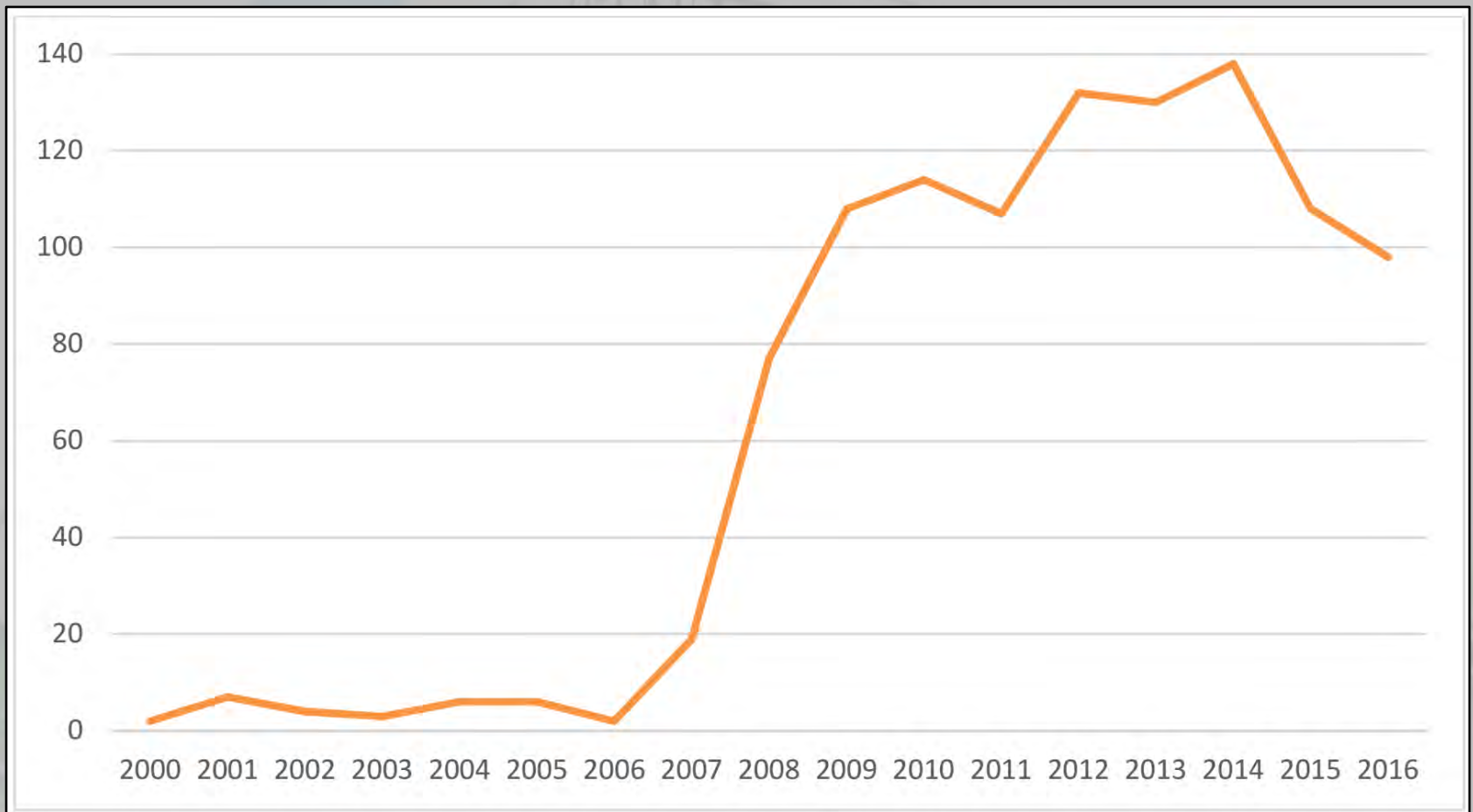
PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DO BUTANOL



GRANDES PLAYERS DO MERCADO DE BUTANOL



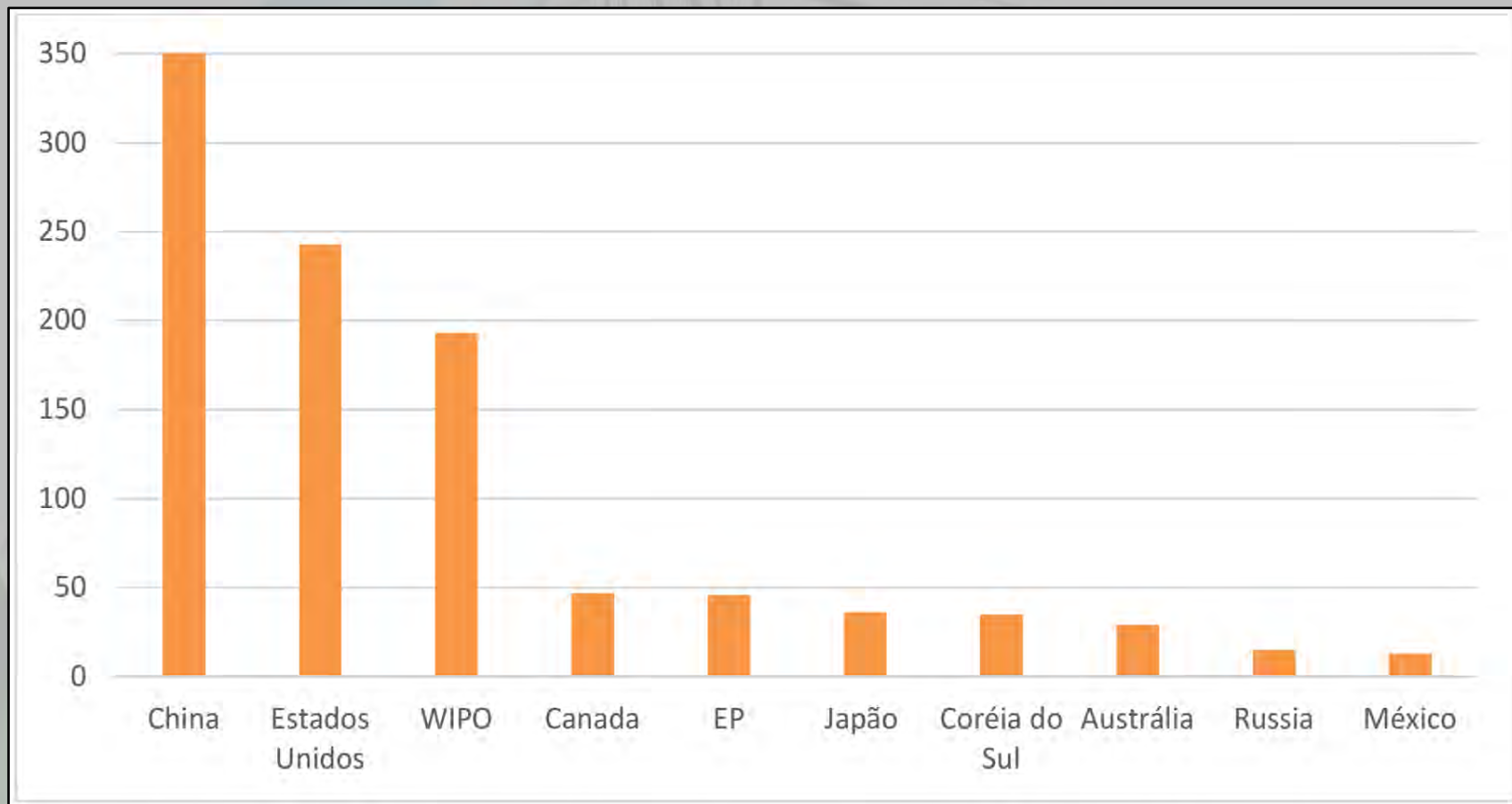
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO BUTANOL



Depósitos de pedidos de patentes no mundo entre os anos de 2000 e 2016.

Fonte: Guimarães (2020)

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO BUTANOL

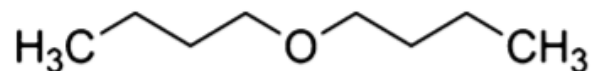
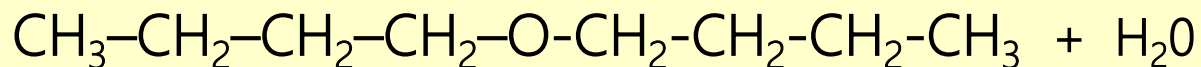
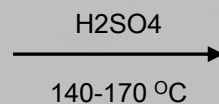
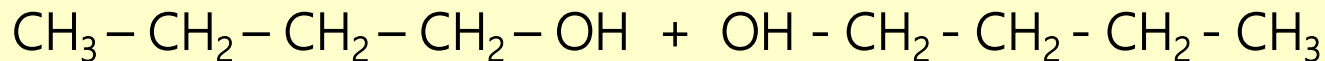


Distribuição dos pedidos de patentes por depositante.

Fonte: Guimarães (2020)

DIBUTIL ÉTER

DESIDRATAÇÃO INTERMOLECULAR




Dibutylether

Automotive and Engine Technology (2018) 3:69–82
<https://doi.org/10.1007/s41104-018-0028-x>

ORIGINAL PAPER



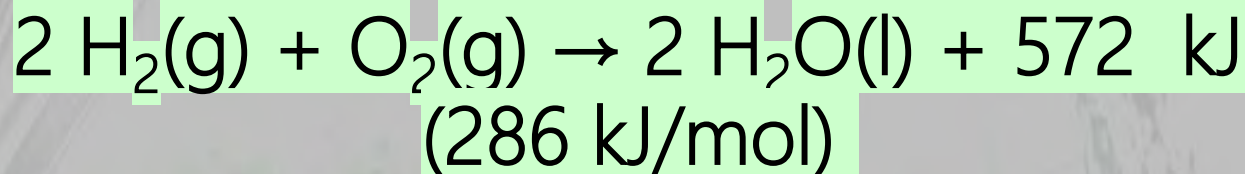
Biogenous ethers: production and operation in a diesel engine

Aleksandar Damyanov¹  · Peter Hofmann¹ · Bernhard Geringer¹ · Nikolaus Schwaiger² · Thomas Pichler² · Matthäus Siebenhofer²

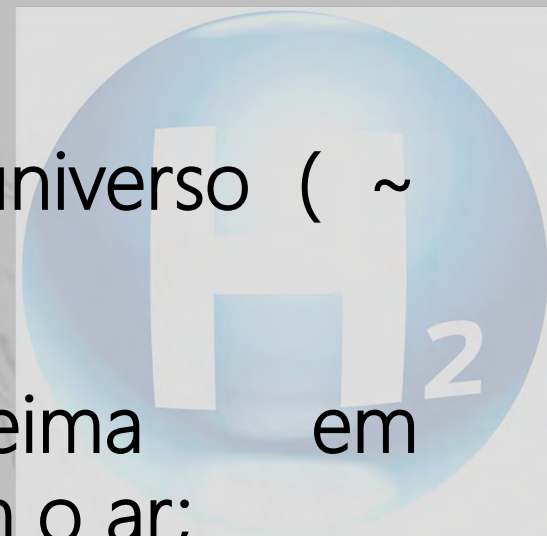
Received: 15 January 2018 / Accepted: 19 April 2018 / Published online: 26 April 2018
© The Author(s) 2018

HIDROGÊNIO

- Elemento mais abundante do universo (~ 90%);
- Altamente inflamável, queima em concentrações a partir de 4% com o ar;

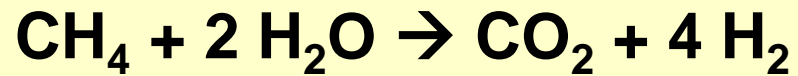
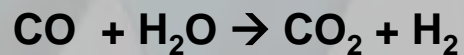
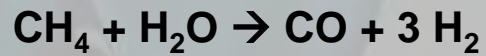


- Importante insumo de indústrias diversas;
- Pode ser produzido a partir de rotas biológicas;

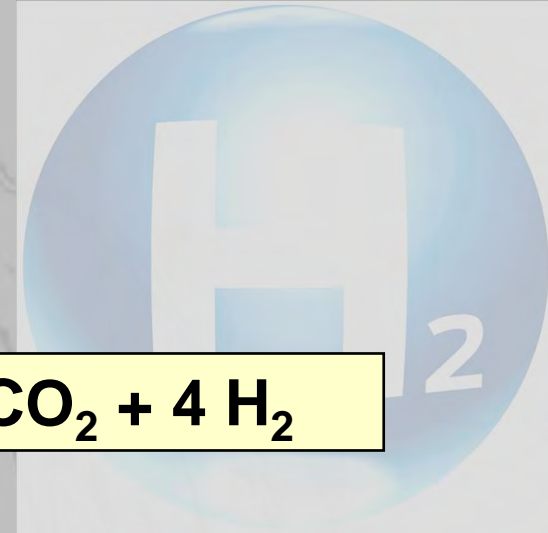


PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

- Reforma a vapor



- Fotólise
- Eletrólise
- Gaseificação
- Fermentação (Processo ABE)



CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(INVENTADA HÁ 100 ANOS)

É um conversor de potência que combina um combustível (H_2 ou Gás Natural) com o O_2 por meio de um processo eletroquímico, gerando eletricidade.

ASPECTOS POSITIVOS:

Elevada Razão potência/peso

Não poluente

Pequenas dimensões

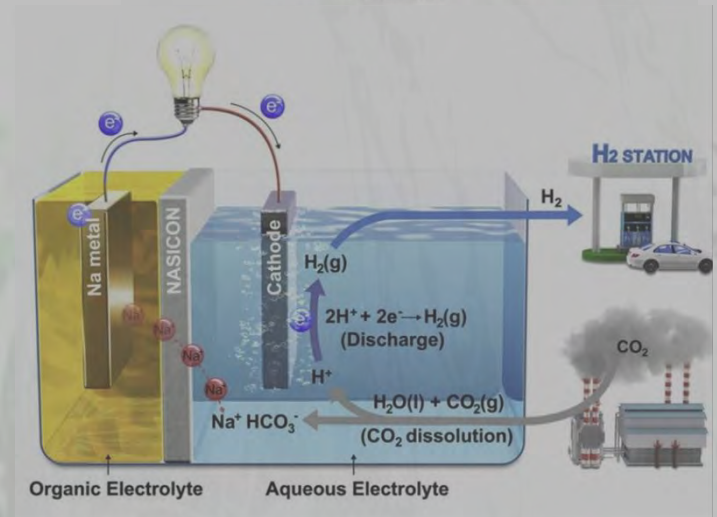
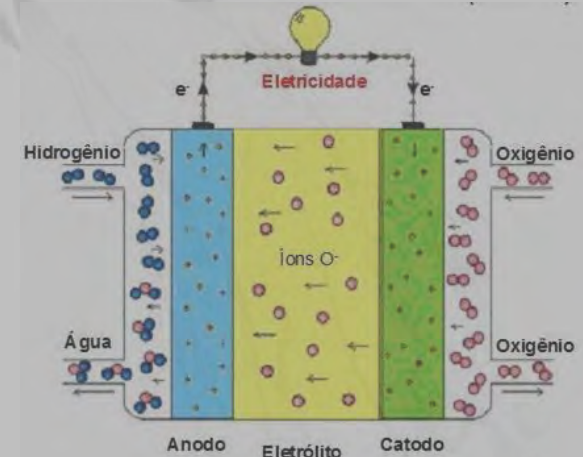
Eficiência 50 – 70%

ASPECTOS NEGATIVOS (ATUAIS):

Elevado custo (U\$ 3.000 a 4.000 / Kw)

Incertezas quanto à durabilidade

Depende de uma fonte externa (H_2 , etanol, metano...)



PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO POR FERMENTAÇÃO

Bactérias do
gênero
Clostridium

ACIDOGÊNESE

BIOMASSA

Glicose

SOLVENTOGÊNESE

Lactato

Piruvato

2 CO₂

H₂

Acetil-CoA

Etanol

Acetato

Acetoacetil-CoA

Acetona

Ácido Butírico

Butiril-CoA

Butanol

Aplicações
EMERGENTES

PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO POR GASEIFICAÇÃO

ASPECTOS POSITIVOS:

Processo Rápido

Produz combustível e calor

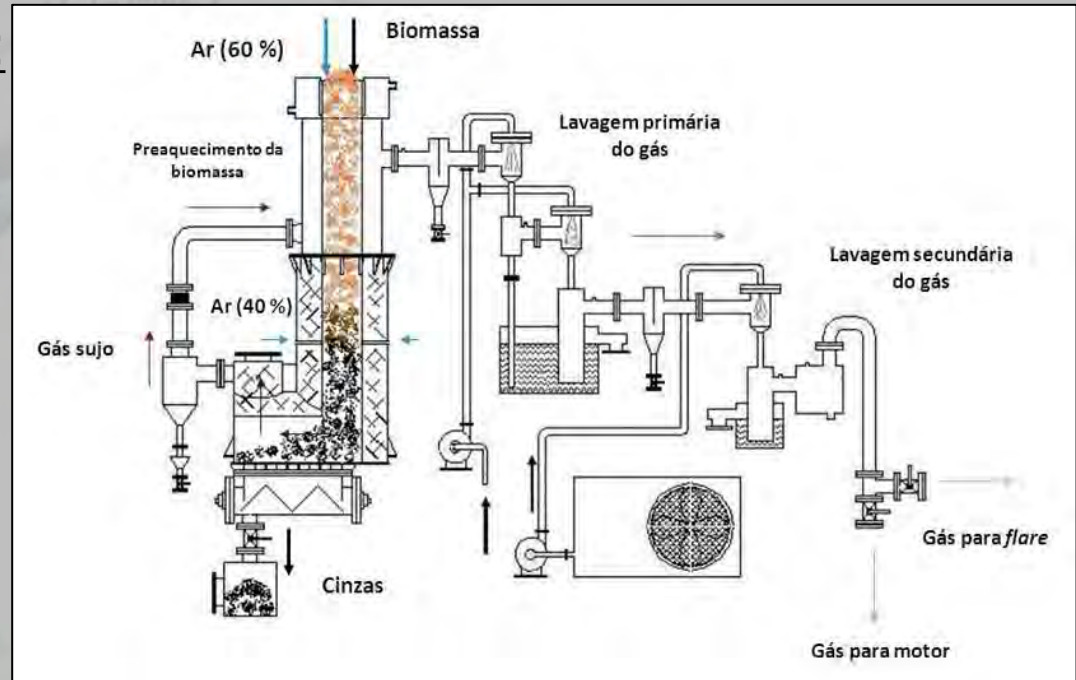
Tecnologia bem estabelecida

ASPECTOS

NEGATIVOS:

Complexidade na limpeza
do gás

Composição variável do gás



TECNOLOGIAS

Processo Sekundärrohstoff
Verwertungszentrum (SVZ)

Leito Fluidizado Circulante (LFC)

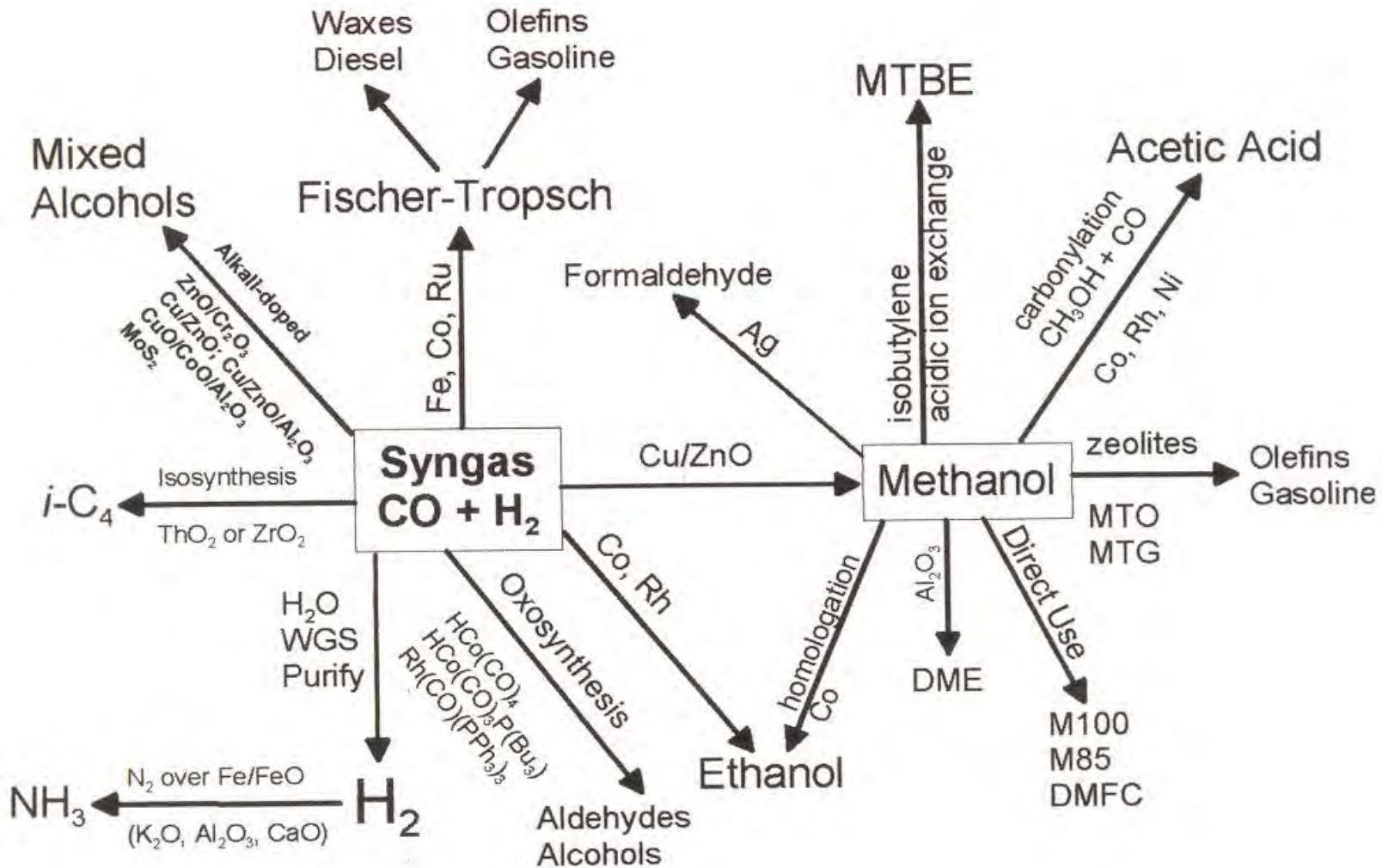
Leito Fluidizado Circulante (LFC)

Processo Kruoo Uhde-Precon

Sistema de Conversão Noell

Processo Thermo Select

GÁS DE SÍNTESE COMO MATÉRIA-PRIMA



A PALHETA DO HIDROGÊNIO

Blue Hydrogen – aquele que é gerado a partir de fontes fósseis (nafta, gás natural), por intermédio da reação de reforma com vapor. Gera CO_2 na sua produção, mas esse CO_2 é separado e pode ser utilizado.

Grey Hydrogen – usa fontes fósseis, não separa CO_2 que é liberado para a atmosfera.

Green Hydrogen – é gerado por eletrólise ou fotólise de água. Sua produção não gera CO_2 .

Turquoise Hydrogen – é gerado por desidrogenação de metano do gás natural. Não gera CO_2 , mas gera um resíduo sólido de carbono.

BIOHIDROCARBONETOS

São hidrocarbonetos, análogos aos de origem fóssil (DROP IN), mas produzidos a partir de fontes renováveis;



Podem ser produzidos como:

- Transesterificação
- Reforma
- Hidrogenólise
- Desidrogenação
- Pirólise Catalítica...

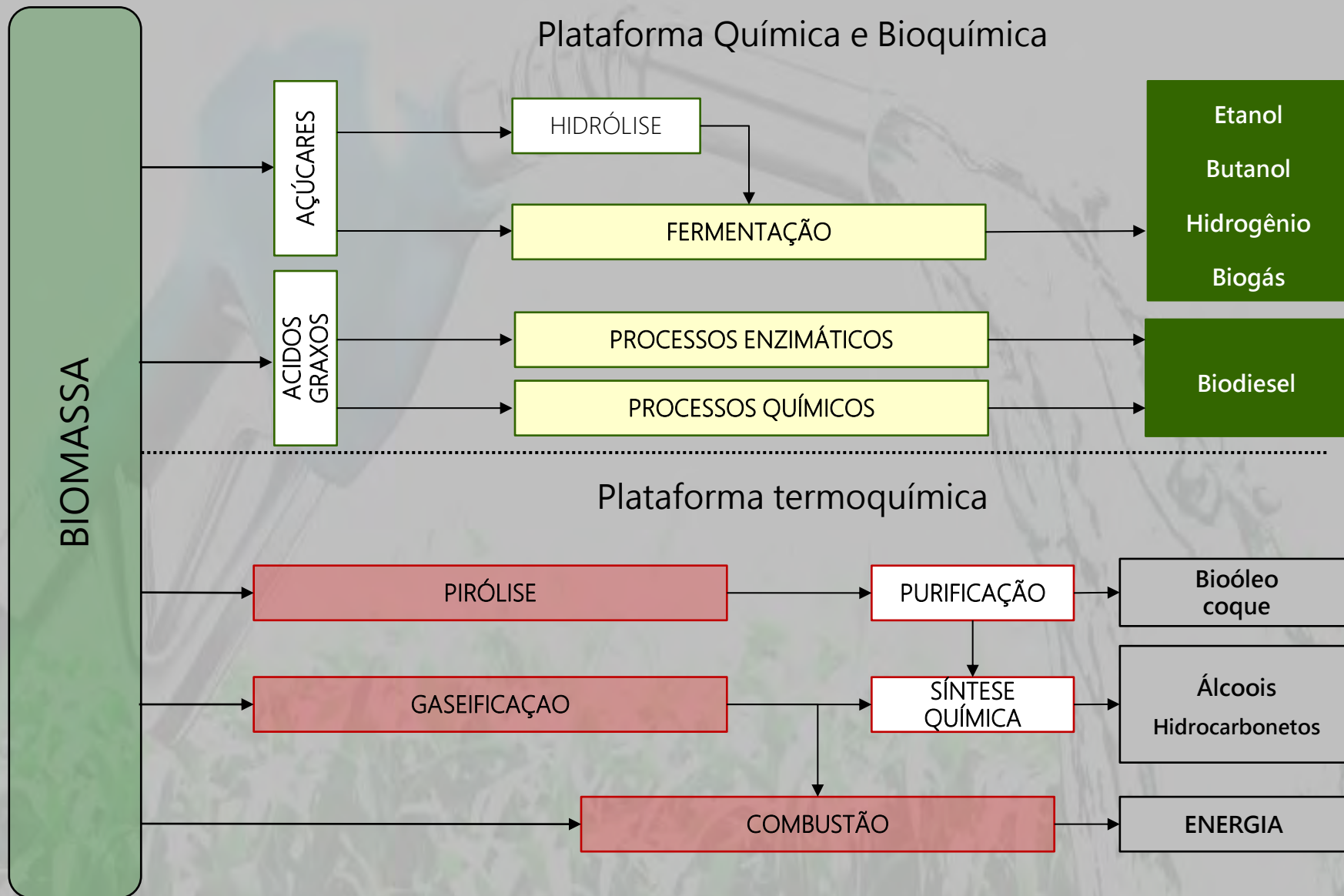
BioQAV

BIO  **GASOLINA**

Podem ser produzidos a partir de diferentes tipos de biomassas

Podem compartilhar a infraestrutura de distribuição usada pelos derivados fósseis. Não exigem mudanças em motores

PLATAFORMAS DE PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS



CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

- O Brasil é um país com vocação para as biomassas, biocombustíveis, bioenergia..
- Os biocombustíveis já são uma realidade;
- Biocombustíveis alternativos são promissores, mas ainda requerem esforços em C&T&I;
- PARADIGMAS PRECISAM SER ROMPIDOS para a adoção de uma nova matriz bioenergética;
- Excesso de regulamentações dificultam a implementação de inovações;
- O Brasil dispõe de vasta mão-de-obra qualificada;
- A bioenergia é um caminho SEM VOLTA.