

Etanoli segurun geradq

Sumário

Etanol 2G

-
- Gerações do Etanol
 - Etanol 2G no Brasil
 - Produção de Etanol 2G - Co
 - Produção de Etanol 2G

Gerações do etanol.

O etanol pode ser chamado a partir de sua geração:

Diferenças: Substrato e Produto

Combustível

Definição simplificada

1G

”A partir das matérias-primas primárias

2G

”A partir de resíduos e biomassas não-alim

3G

”A partir de algas e biomassas aquáticas

Etanol 1G

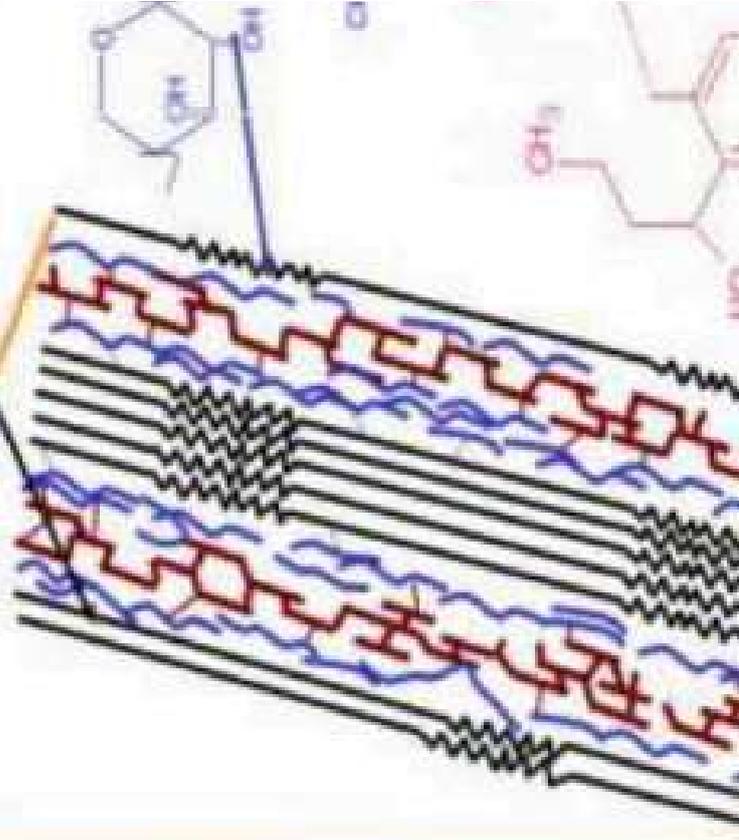
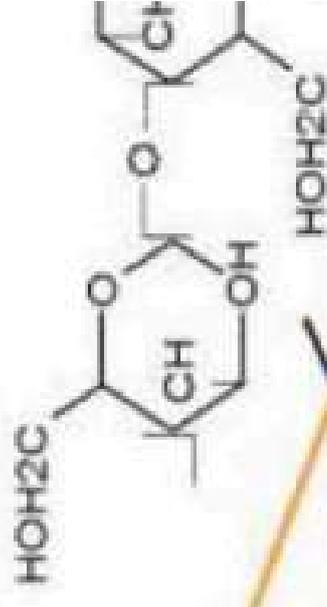
Etanol de primeira geração - Derivado da fermentação de açúcares simples ou amido, diretamente da biomassa

Etanol 2G

Etanol de segunda geração -
Derivado da hidrólise dos
componentes da lignocelulose
em açúcares simples, seguido
de fermentação. Chamado de
etanol celulósico ou

Etanol 2G

Componentes da



Etanol 3G

Etanol de terceira geração -
Produzido a partir de
biomassa aquática,
normalmente se referindo a
algas

Etanol 4G

Etanol de quarta geração -
Etanol produzido a partir da
captura de CO₂ da atmosfera
por organismos

geneticamente modificados

Etanol 2G no Brasil

- O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo, e a sua principal fonte é a cana-de-açúcar.
 - A primeira usina de etanol celular do mundo foi inaugurada em São Miguel dos Campos (Alagoas) em 2014.
-

Etanol 2G no Brasil

- Esforços da produção começaram em 2003 com o Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico (PNDE) (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) lançaram o Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Inovação dos Setores Sucroenergéticos (PNDSE) (Paiss) + programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D)

Fonte: Lorenzi, 2019

Etanol 2G no Brasil

- 2 usinas (GranBio e Raízen) e uma usina em construção (CTC) - Etilcel, em parceria com a **Costa Pinto** (anexo).
- Falha inicial do projeto. Por quê **problemas**

Etanol 2G no Brasil

Quadro 1 - Ur
estabelecid

Empresa	Ano de início	Us
Raízen	2015	Anexada r Costa P
GranBio	2014	BioFlex
* CTC	2014	Anexada de São M

Fonte: Autoria própria

Etanol 2G no Brasil: Raízen

**Após uma década de operação,
Raízen deixará de produzir etanol
2G em Piracicaba na próxima safra**

Planta foi inaugurada em 2015 para produzir de etanol celulósico do grupo e, segundo comunicado, passará a fazer testes e 'futuros desenvolvimentos' do biocombustível.

Por g1 Piracicaba e Região

**Raízen recebe R\$ 1 bilhão do BNDES
para construir nova usina de etanol de
segunda geração**

Unidade fabril será localizada em Andradina, em São Paulo; investimento acelera meta da companhia energética de ter 20 plantas de etanol de segunda geração até o fim desta década

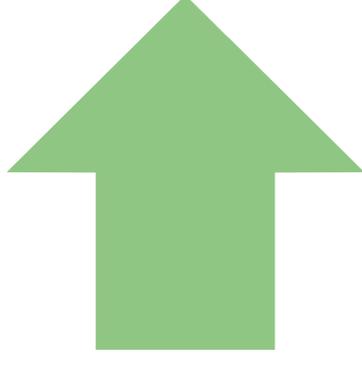
**Raízen inaugura maior planta de Etanol de
Segunda Geração do mundo**

Com tecnologia proprietária, Parque de Bioenergia Bonfim ganha unidade de E2G com capacidade de produção de 82 milhões de litros por ano e investimento de R\$ 1,2 bilhão

Etanol 2G no Brasil

2014 ~2016 (Início)

- Novas usinas não conseguem produzir 10% da capacidade de produção máxima.
- Muitos Problemas na etapa de pré-tratamento
- Dúvidas sobre a viabilidade econômica



Etanol 2G

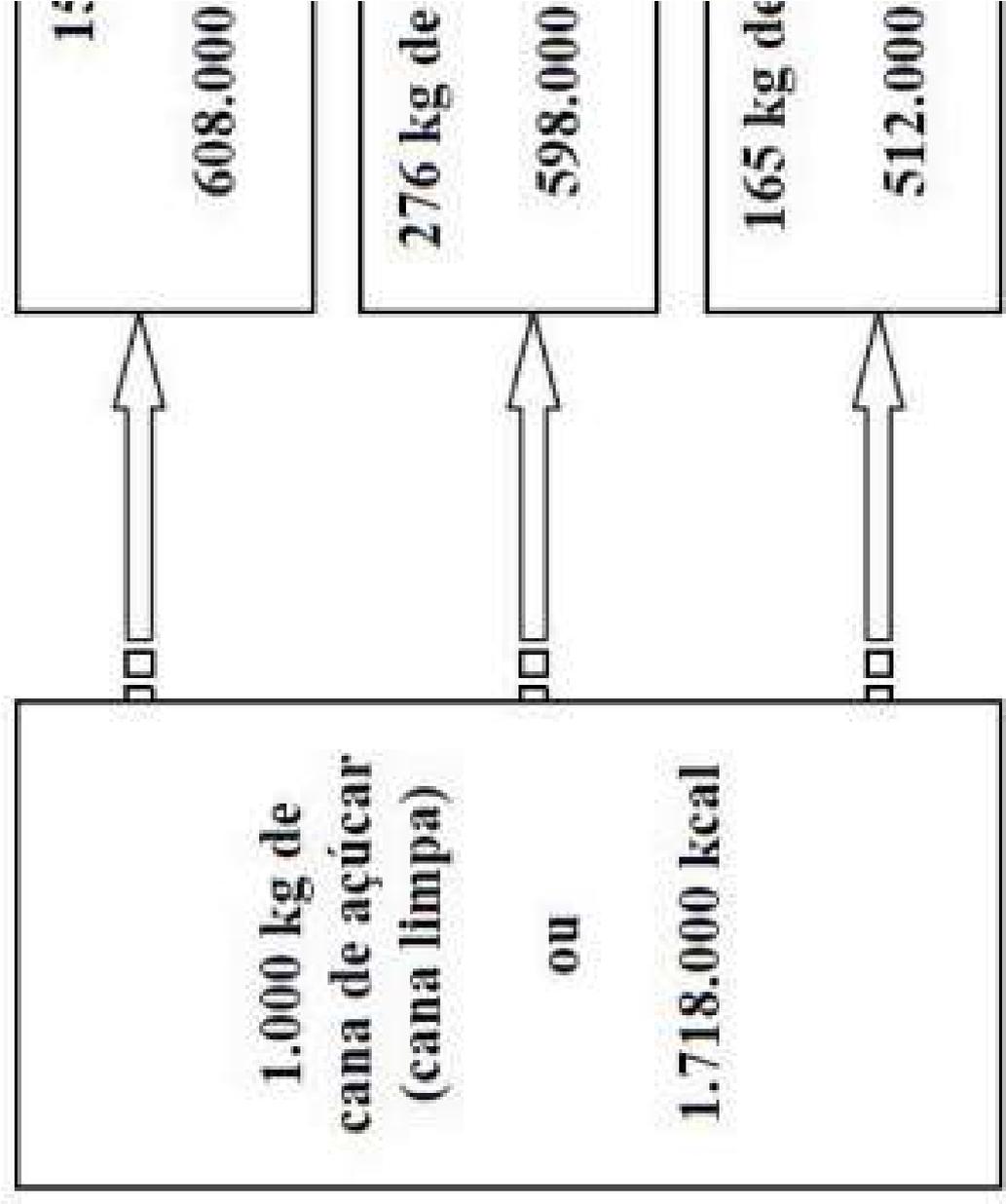
Produção do etanol 2G -
Conceitos

- Ineficiência
- etanol 1G
- excelente
- toda a po
- queimado
- energia).



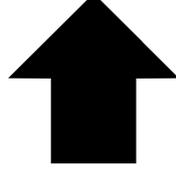
Produção de

Etanol 2G - Con



Produção de Etanol 2G

Matéria prima
(lignocelulose)



Pré-tratamento

Produção de Etanol 2G

- Pré-tratamento - Feito para aumento superficial da biomassa, elevando sua porosidade e reduzindo a cristalinidade da celulose.
- Tipos: Físicos (ex: explosão a vapor), químicos (ex: ácido sulfúrico), biológicos (ex: pré-tratamento ácido biológico).

Produção de

Etanol 2G

- Hidrólise - Quebra dos açúcares complexos (polissacarídeos) em açúcares menores

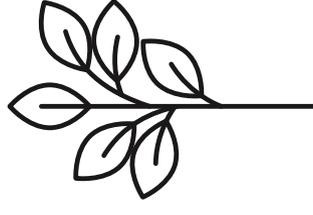
- Tipos: Hidrólise ácida e hidrólise enzimática

Produção d

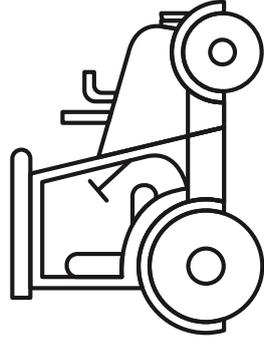
Etanol 2G

- **Grandes problemas:**
- Pré-tratamento e hidrólise podem ser muito caro ou até ambos!
- Lignocelulose pode ser difícil de quebrar
- Ácidos são corrosivos
- O processo é lento

Açúcar:



Produção de Etanol 2G



Possíveis produções de inibidores biológicos (exemplo: furfural).

Hidrólise ácida quando usada pode prejudicar a pureza, reagirem com os açúcares ou danificar o equipamento

Para um maior rendimento de etanol, é necessário fermentar as pentoses e

saccharomyces cerevisiae - Enzima fermentadora na maioria dos processos de fermentação. **NÃO CONSEGUE** fermentar pentoses (que são alguns dos produtos da quebra da lignocelulose).



Esforços de engenharia genética para montar um organismo único

Tabela 1 - Composição química de diferentes biomassas lignocelulósicas

Biomassa lignocelulósica	% Celulose	% Hemicelulose	% Lignina
Palha de cana	40 - 44	30 - 32	22 - 24
Bagaço de cana	32 - 48	19 - 24	23 - 25
Madeira dura	43 - 47	25 - 35	16 - 18
Madeira mole	40 - 44	25 - 29	25 - 27
Talo de milho	35	25	35
Espiga de milho	45	35	15
Algodão	95	2	0,3
Palha de trigo	30	50	15
Sisal	73,1	14,2	11
Palha de arroz	43,3	26,4	16,3
Forragem de milho	38 - 40	28	7 - 20

Tabela 2 - Capacidade produtiva de etanol de segunda geração no Brasil a partir de algumas biomassas lignocelulósicas em função da porcentagem de celulose, do seu potencial de conversão em etanol e da produção anual de cada matéria-prima

Resíduo	Celulose (%)	Conversão de		Produção
		celulose em	etanol (%)	
Palha de cana	39	85 ¹	85 ¹	208 ⁶ r
Palha de trigo	35	89 ²	89 ²	6 ⁷ m
Palha de arroz	38	80 ³	80 ³	3 ⁸ m
Bagaço de cana	43	89 ⁴	89 ⁴	208 ⁹ r
Pseudocaule de bananaeira	46	61 ⁵	61 ⁵	50 ¹⁰ r

Desafios do mercado brasileiro

Pontos que devem ser superados para garantir a ev

Desafio n° 1:

Contornar os problemas

Necessidade da melhora da

Desafio n° 2:

Investimento

Produção esperada de 42

Referências:

- ¹AGÊNCIA BNDES DE NOTÍCIAS. BNDES aprova R\$ 1 bilhão para Raízen pro BNDES. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/industria/BNDES-segunda-geracao/>>. Acesso em: 8 jul. 2025.
- ²BERNARDO NETO, O. Integração das principais tecnologias de obtenção de nas atuais usinas de processamento de cana-de-açúcar (1ª geração). 2009. 1 Concentração em Engenharia de Sistemas) - Escola Politécnica da Universidade
- ³DALENA, F.; et al. Ethanol From Biomass. In: Ethanol. [s.l.] Elsevier, 2019. p. 2
- ⁴de AGUIAR, H. R. R. Produção de etanol de segunda geração. Tese (Graduação em Química - Universidade de Uberlândia. Minas Gerais. 2017.
- ⁵FERREIRA, A. D. Produção eficiente de etanol 2G a partir de hidrolisado hem condições de cultivo e operacionais. 2016. 153 p. 69 Tese (Doutorado em Ciê

Referências:

- ⁷JARDINE, J. G.; DISPATO, I.; PERES, M. R. Considerações sobre o bioetanol lignocelulósico de Conhecimento Agroenergia . Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.
- ⁸LORENZI, B. R.; ANDRADE, T. H. N. de. O ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO NO BRASIL Brasileira de Ciências Sociais, v. 34, n. 100, 2019. Disponível em: <<http://www.scielo.br/s69092019000200510&tling=pt>>.
- ⁹NOVACANA. A cana-de-açúcar como fonte de energia elétrica. 2017. Disponível em: <como-fonte-de-energia-eletrica241013/>. Acesso em: 31 de maio de 2025.
- ¹⁰NUNES, R. M. et al. Resíduos agroindustriais: potencial de produção do etanol de segur Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 113-238, jul./dez. 2013.
- ¹¹RAÍZEN. Raízen inaugura maior planta de etanol de segunda geração do mundo. São F em: <<https://www.raizen.com.br/sala-de-imprensa/raizen-inaugura-maior-planta-de-etr>>. 2025.

B Filme Bioflex 2019



Obrigado atenção

Dúvidas?