

SEMINÁRIO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL SBA

INDÚSTRIAS E PRODUTOS COMPLEMENTARES ASSOCIADOS AO SETOR SUCROENERGÉTICO

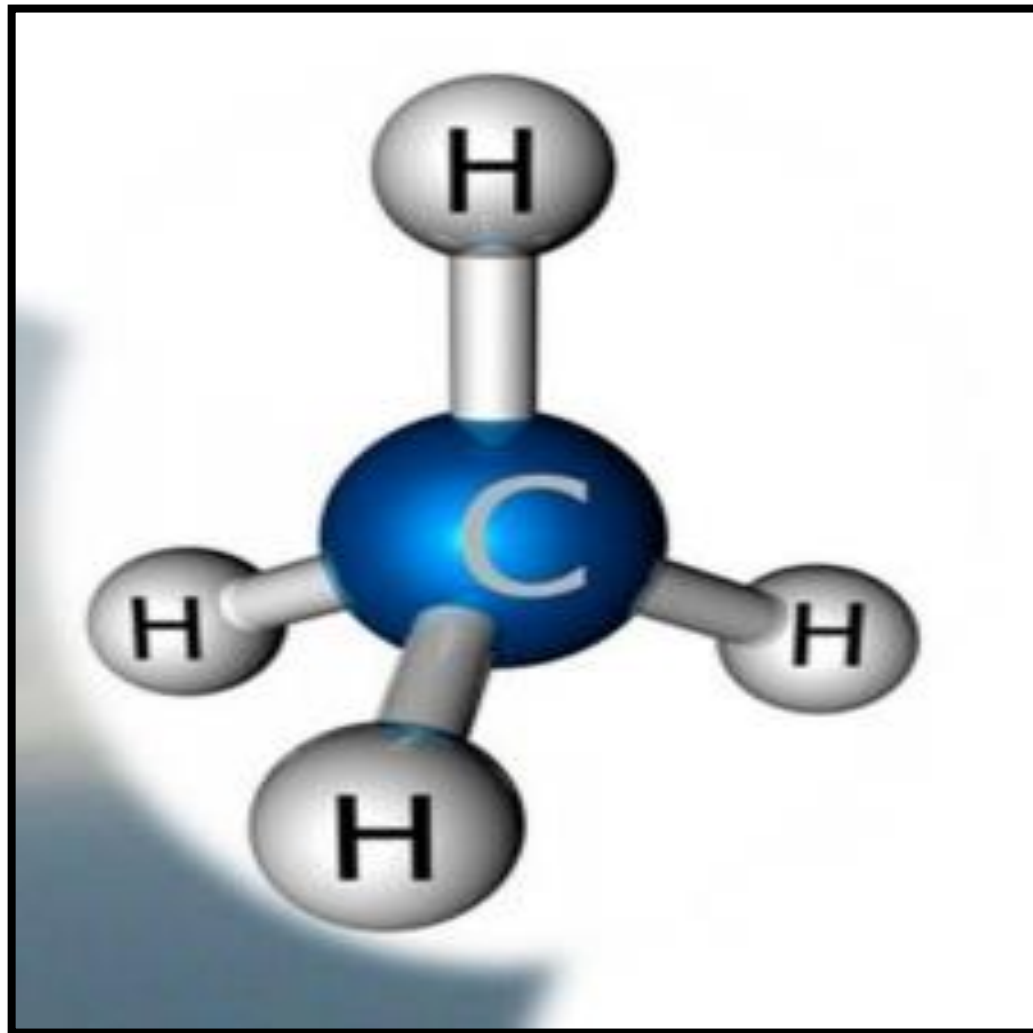
ERICSON AP. MARINO
RIBEIRÃO PRETO – 23/10/2024

ITENS ABORDADOS

- **LEVEDURA E DERIVADOS**
- **ETANOL DE MILHO**
- **BIOGÁS/BIOMETANO**
- **ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO – E2G**
- **LEVEDURA E DERIVADOS**
- **SAF**

BIOGÁS – BIOMETANO

FÓRMULA ESTRUTURAL DO
METANO



BIOGÁS – BIOMETANO

- O BIOGÁS PODE SER PRODUZIDO EM USINAS/DESTILARIAS, PELA FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE VINHAÇA E TAMBÉM DA TORTA DE FILTROS. UMA QUANTIDADE ENORME DE BACTÉRIAS ABRIGADAS EM UM 'LODO ATIVO', REALIZA ESTA PROEZA.
- O BIOGÁS PRODUZIDO TEM ALTO VALOR ENERGÉTICO. PODE SER UTILIZADO, APÓS TRATAMENTO PARA A REMOÇÃO DE H_2S , COMO COMBUSTÍVEL EM MOTOGERADORES DE CICLO OTTO, ESTACIONÁRIOS, ESPECIALMENTE PROJETADOS PARA O USO DESTE COMBUSTÍVEL.
- APÓS DESSULFURIZAÇÃO E PASSANDO POR TRATAMENTOS COMPLEMENTARES À DESSULFURIZAÇÃO, O BIOGÁS TEM O CONTEÚDO DE METANO - CH_4 ELEVADO PARA 96 A 98%, PASSANDO A SER EQUIVALENTE AO GNP – GÁS NATURAL DE PETROLEO.
- NESTA PURIFICAÇÃO FINAL, SÃO REMOVIDOS, PRINCIPALMENTE O CO_2 , O H_2S E OUTROS GASES ORIUNDOS DA FERMENTAÇÃO.

BIOGÁS – BIOMETANO

- AS USINAS/DESTILARIAS, ASSIM COMO AS EMPRESAS DETENTORAS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS/BIOMETANO POR BIODIGESTÃO ANAERÓBICA DE VINHAÇA E TORTA, RESPONSÁVEIS PELAS PLANTAS EM OPERAÇÃO NO BRASIL, FORAM FUNDAMENTAIS PARA QUE A PROVA DE CONCEITO RELATIVA A ESTA INOVAÇÃO SE TORNASSE REALIDADE EM GRANDE ESCALA.
- NÃO HAVIA E NÃO HÁ NO MUNDO, QUALQUER PROJETO QUE PUDESSE SERVIR DE PARADIGMA PARA AS CONDIÇÕES BRASILEIRAS, PELO PORTE DAS INSTALAÇÕES E PELOS SUBSTRATOS – **VINHAÇA E TORTA DE FILTRO**, UTILIZADOS.
- AS PLANTAS EM OPERAÇÃO CONFIRMAM A VIABILIDADE, TANTO TÉCNICA QUANTO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS/BIOMETANO POR FERMENTAÇÃO DE VINHAÇA E DE TORTA DE FILTRO.
- FORAM UTILIZADOS FUNDAMENTOS JÁ UTILIZADOS NA EUROPA PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS/BIOMETANO, USANDO OUTROS SUBSTRATOS, TAIS COMO DEJETOS DE ANIMAIS, ESGOTO DOMÉSTICO, MATERIAL ENSILADO, ETC.
- MUITAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, USADOS EM PLANTAS EUROPEIAS PRODUTORAS DE BIOGÁS/BIOMETANO, FORAM ADAPTADOS ÀS CONDIÇÕES DE ESCALA E QUALIDADE DO MATERIAL ALIMENTADO AOS FERMENTADORES.

DIGESTÃO ANAERÓBIA - DEFINIÇÃO

- A DIGESTÃO ANAERÓBIA ENVOLVE PROCESSOS METABÓLICOS COMPLEXOS QUE OCORREM EM ETAPAS SEQUENCIAIS, NAS QUAIS UM CONSÓRCIO DE MICRORGANISMOS ATUA DE FORMA SIMBIÓTICA.
- CADA GRUPO DE MICRORGANISMOS TEM FUNÇÃO ESPECÍFICA E O EQUILÍBRIO ENTRE ESTES AGENTES É FUNDAMENTAL, POIS NÃO PODE HAVER PREDOMINÂNCIA ENTRE ESTES GRUPOS.
- AS PRINCIPAIS REAÇÕES BIOQUÍMICAS QUE FAZEM PARTE DO PROCESSO DEPENDEM PRINCIPALMENTE DE 4 GRUPOS DE MICROORGANISMOS:
 - BACTÉRIAS FERMENTATIVAS HIDROLÍTICAS
 - BACTÉRIAS FERMENTATIVAS ACIDOGÊNICAS
 - BACTÉRIAS FERMENTATIVAS ACETOGÊNICAS
 - BACTÉRIAS E OUTROS MICRORGANISMOS METANOGÊNICOS

CÁLCULO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS – BIOMETANO DESTILARIA DE REFERÊNCIA – PRODUÇÃO DE 1.000 M³/DIA ETANOL

- PRODUÇÃO DE ETANOL - 1.000 m³/DIA
- PRODUÇÃO DE VINHAÇA – 12.000 m³/DIA
- DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO – DQO – 35,00 kg/m³ DE VINHAÇA
- CARGA ORGÂNICA - CO = Q x DQO
 - Q = PRODUÇÃO DE VINHAÇA/DIA
 - DQO = kg/m³ DE VINHAÇA
- CARGA ORGÂNICA CALCULADA – 12.000 x 35,00 = 420.000 kg DE DQO/DIA

- PRODUÇÃO DE BIOGÁS = CO x E x f
 - CO = CARGA ORGÂNICA/DIA
 - E = EFICIÊNCIA DA FERMENTAÇÃO – 90%
 - f = FATOR ESTEQUIOMÉTRICO DE CONVERSÃO DQO/BIOGÁS – 0,40 Nm³/kg DE DQO REMOVIDO

- PRODUÇÃO DE BIOGÁS = 420.000 x 0,90 x 0,40 = 151.200 Nm³/DIA

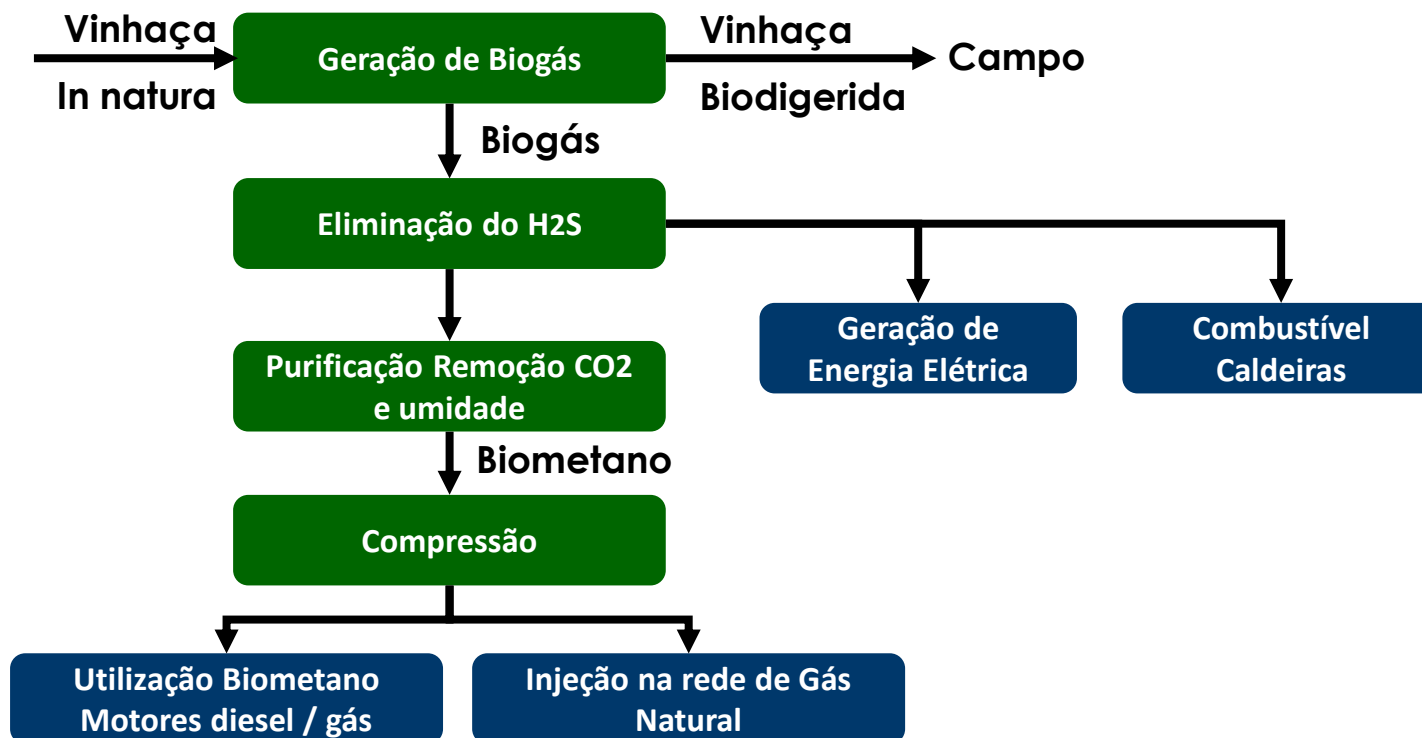
**CÁLCULO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS – BIOMETANO
PRODUÇÃO DE 1.000 m³/DIA DE ETANOL**

- **TEOR DE METANO – CH₄ CONTIDO NO BIOGÁS - 57%**
- **CONTEÚDO DE CH₄ NO BIOMETANO (ANP - 96,5%)**
- **PRODUÇÃO DE BIOMETANO = (151.200 x 0,57)/0,965 = 89.310 Nm³/DIA**
- **PRODUÇÃO EQUIVALENTE EM DIESEL: 78.684 x 0,870 = 77.700 litros/dia**
- **CONSUMO DE DIESEL NA SAFRA - POR DIA: 60.000 litros.**
- **EXCEDENTE EM DIESEL: 20.350 litros/dia**

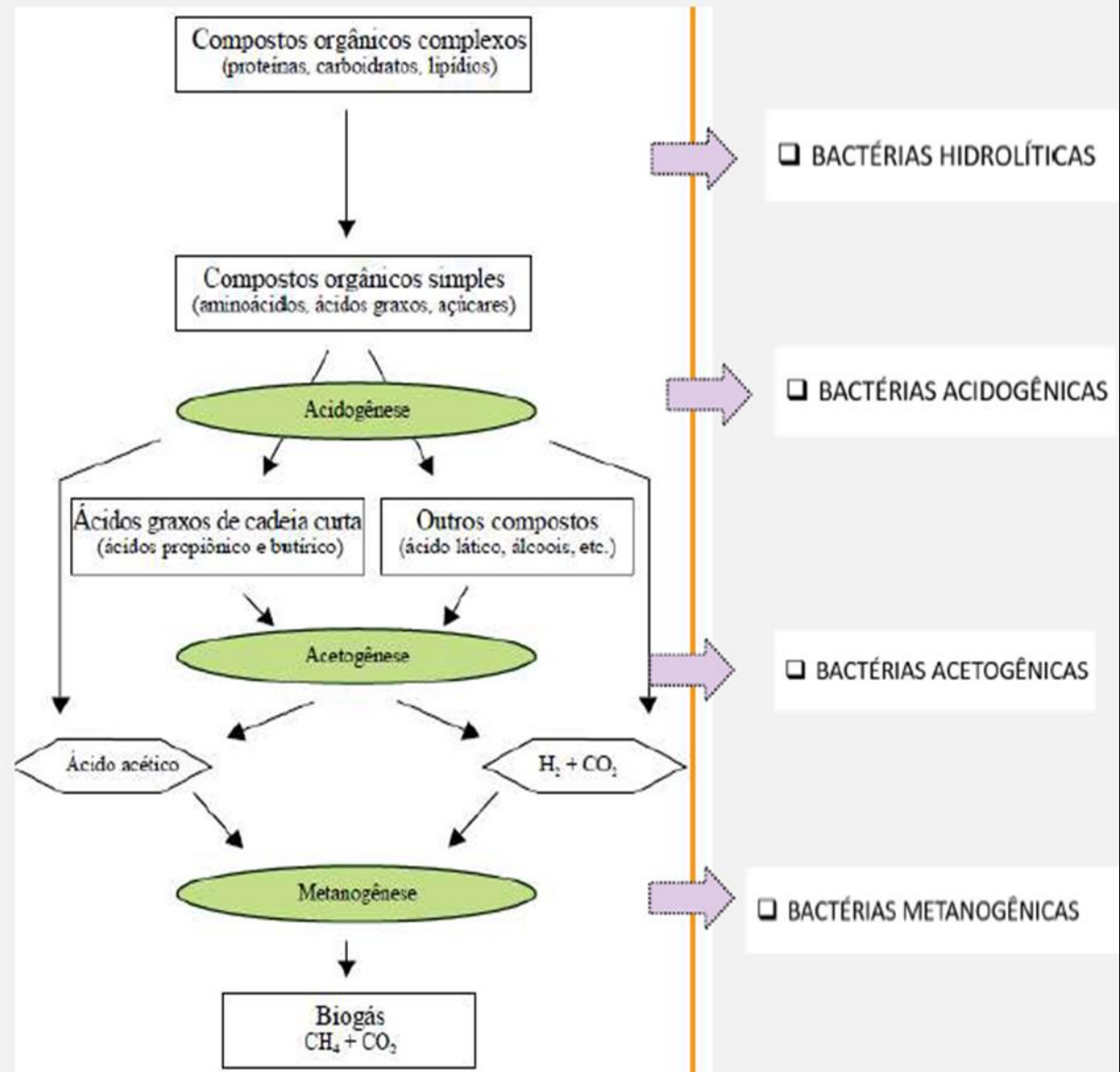
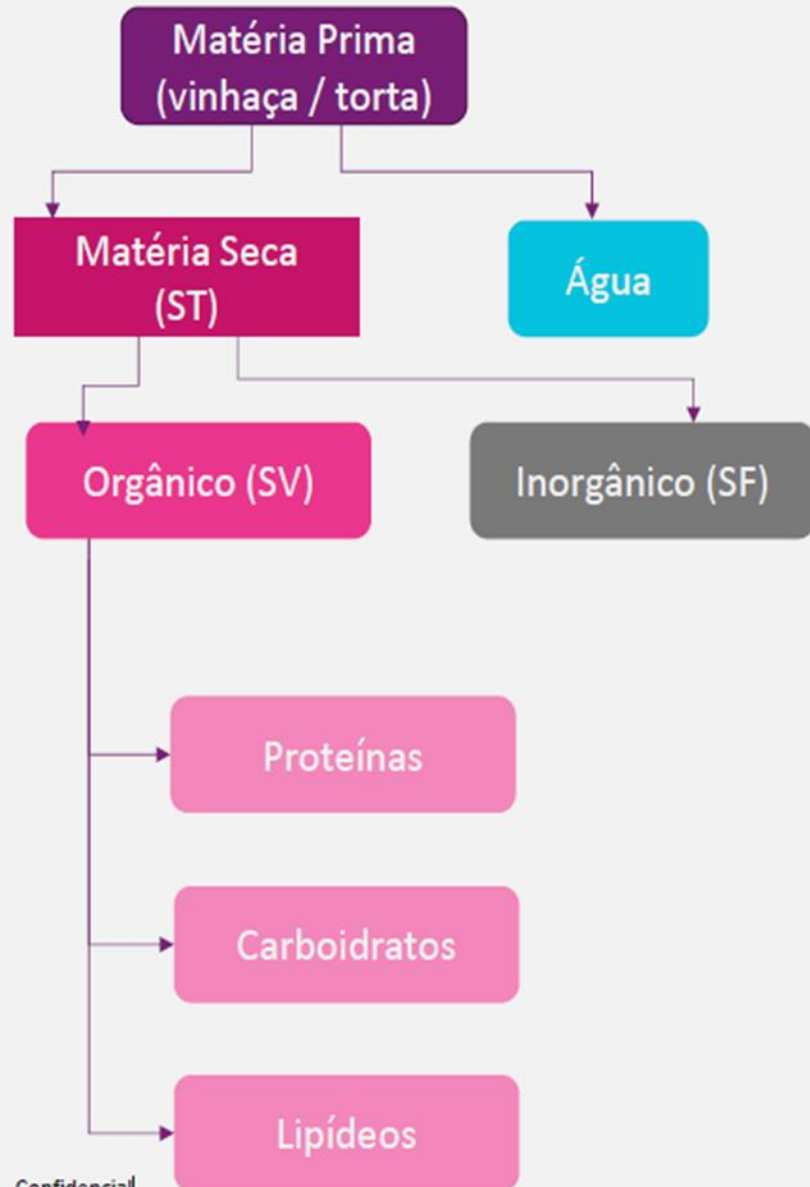
PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOMETANO

Objetivos

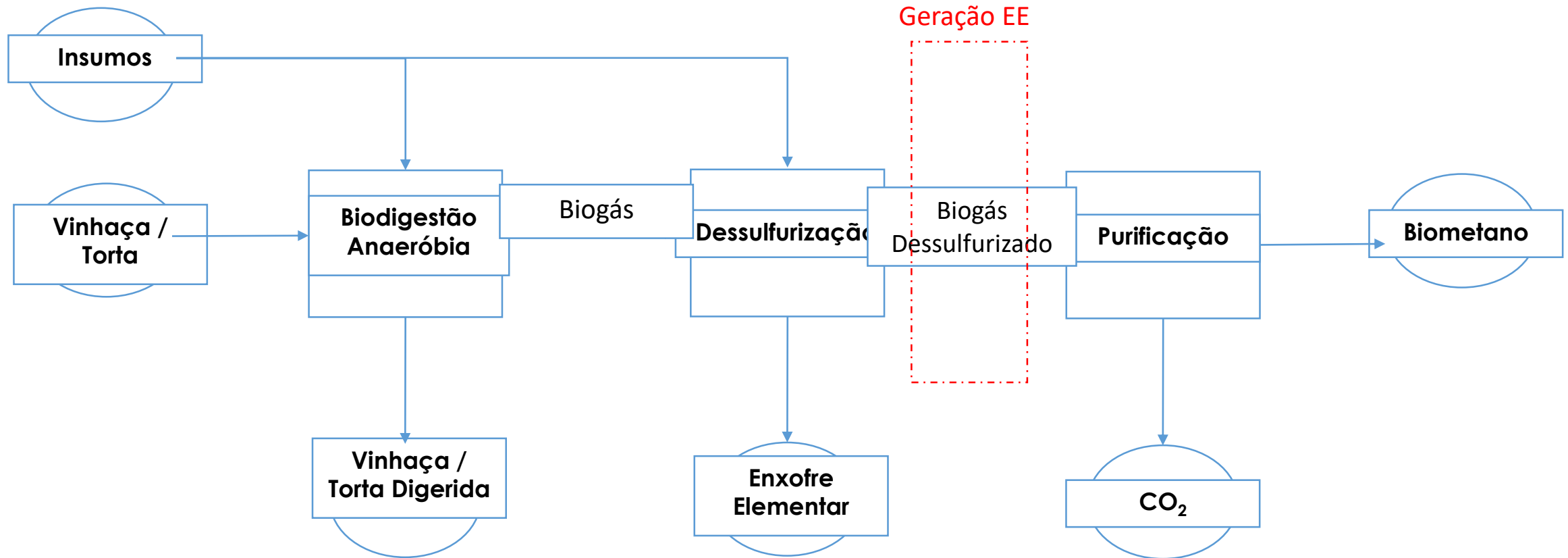
1. Utilização em motores diesel / gás (substituição do diesel)
2. Injeção na rede de gás natural
3. Geração de energia elétrica



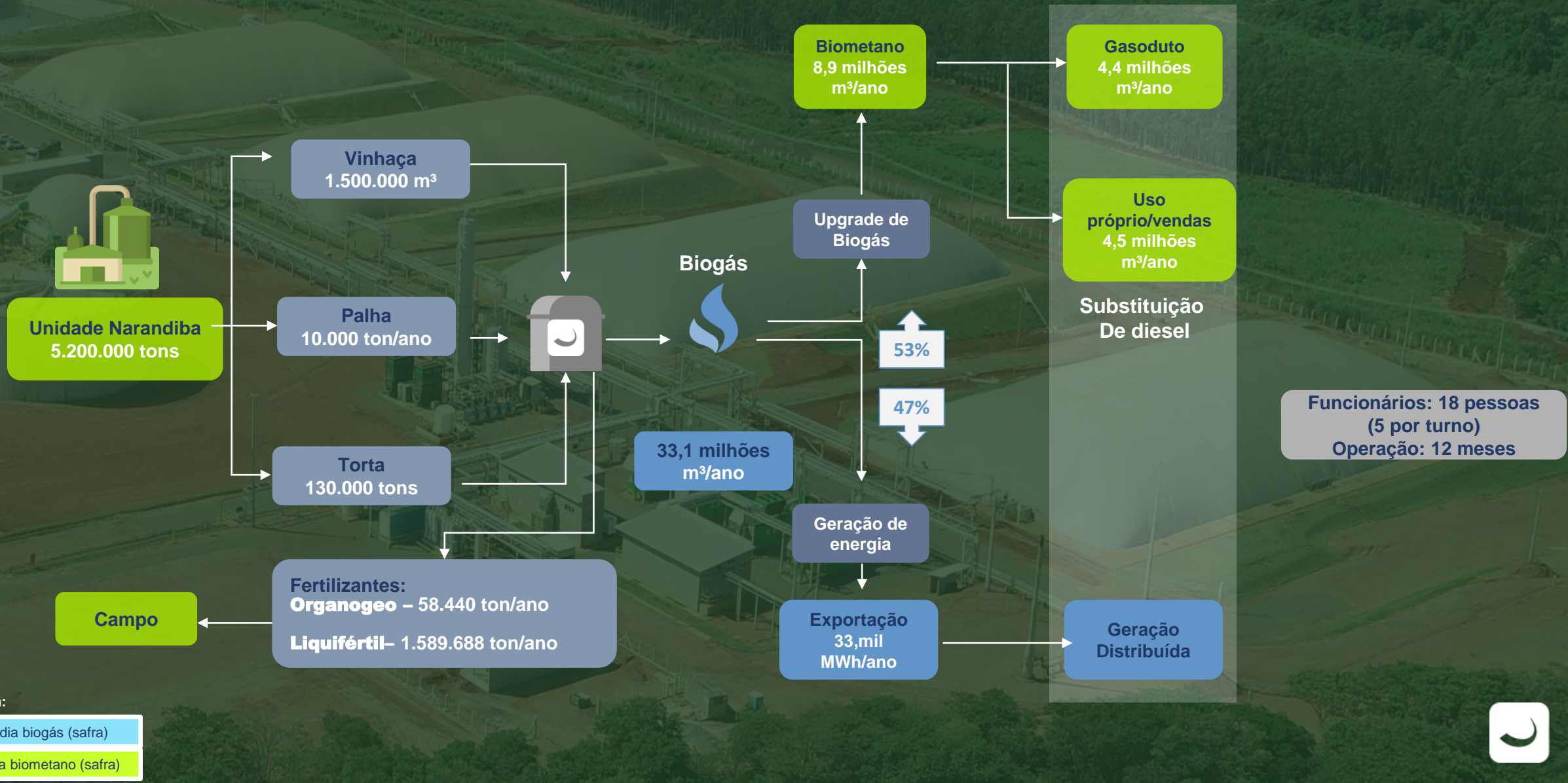
Princípios básicos - SV e produção de metano



FLUXOGRAMA DA GERAÇÃO DE BIOMETANO



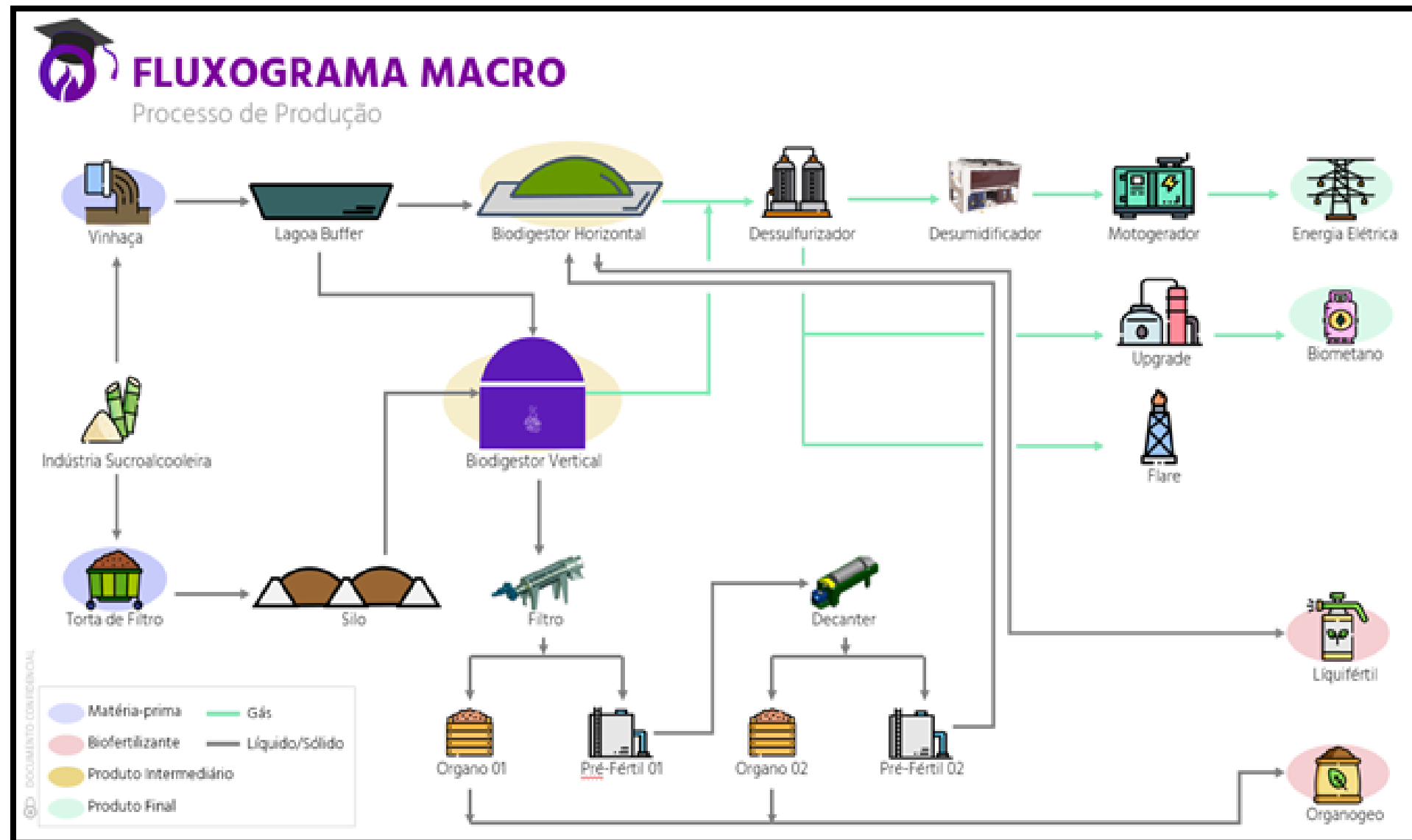
Biodigestão



EQUIPAMENTOS E PROCESSOS UTILIZADOS

PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOMETANO

Fluxograma Produção Biogás/Biometano



- **TIPOS DE BIODIGESTORES:**

- **LAGOA COBERTA**

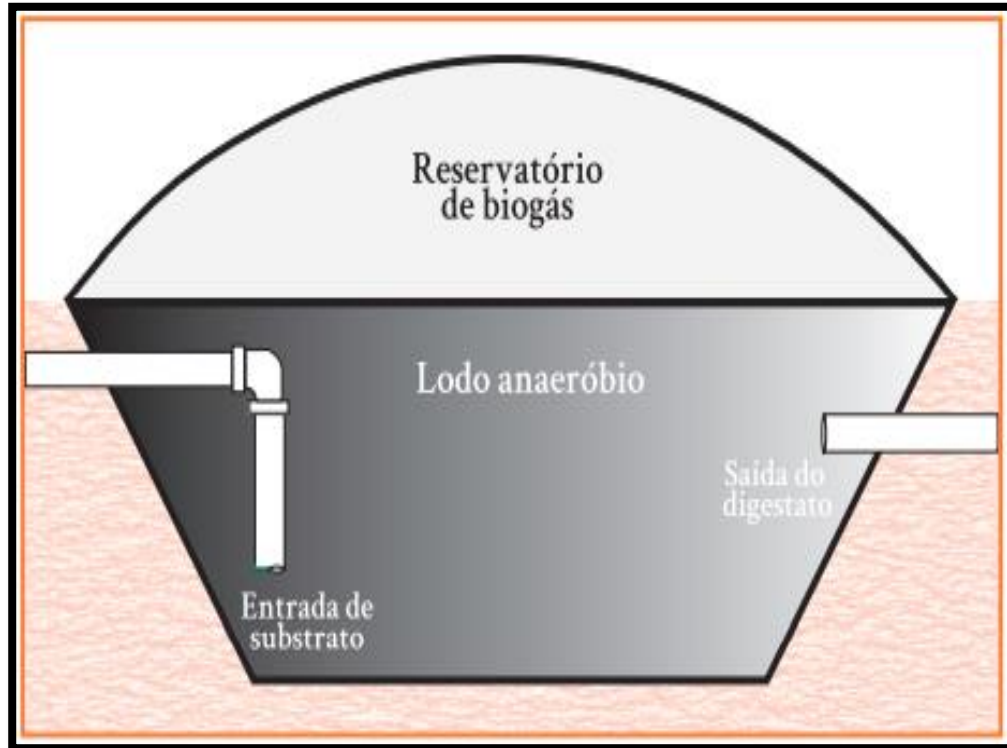
- **UASB: UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET**

- **IC: INTERNAL CIRCULATION (PATENTE PAQUES)**

- **BIODIGESTOR VERTICAL AGITADO MECANICAMENTE**

- **INDIANO/CHINÊS – BIODIGESTORES PRIMITIVOS**

DIGESTÃO ANAERÓBIA – Digestor de Lagoa Coberta - Vinhaça



Principais Características

- Facilidade de construção e operação
- Normalmente não possui sistema de aquecimento (mesófila – 20 a 45°C) ou agitação
- Alto tempo de detenção hidráulica (TDH), entre 15 e 20 dias
- Necessita grande área de instalação
- Necessário maior volume de inóculo (lodo)
- Menor perda de inóculo por arraste

Tipos de biodigestores em operação no Brasil

Sebigás Cótica - Raizen



Geo - Cocal



Zeg - Tereos



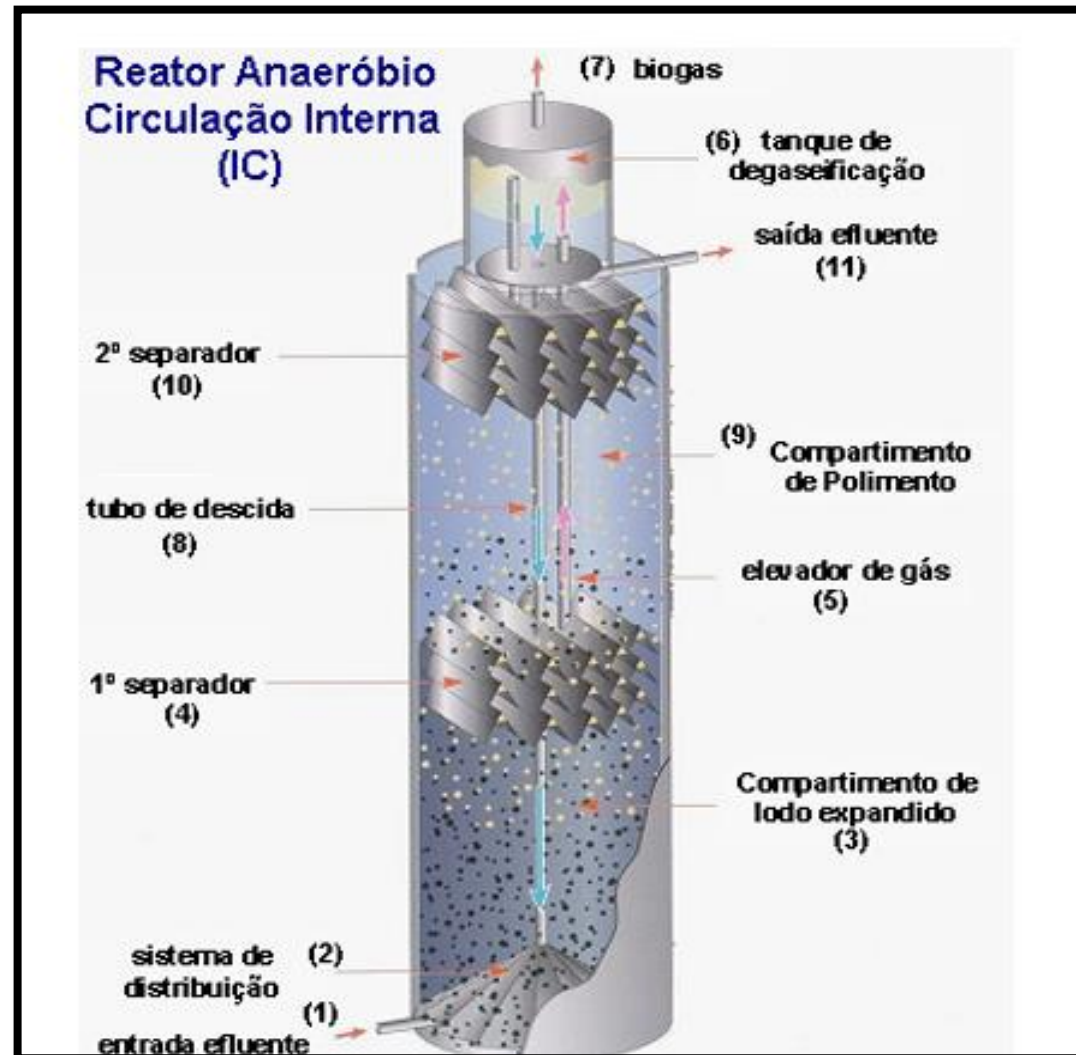
BIODIGESTORES VERTICAIS



BIODIGESTOR TIPO UASB – US. SÃO MARTINHO
VOLUME DO TANQUE – 5.000 m³

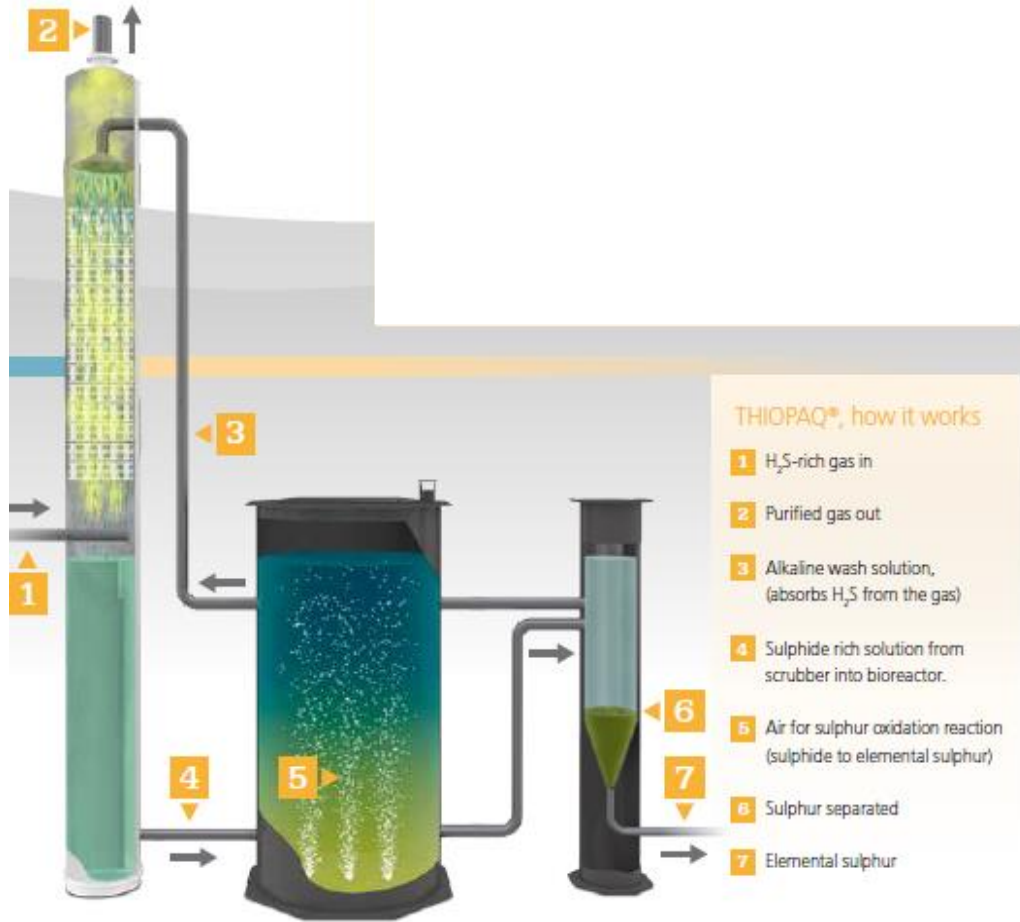


BIODIGESTOR PAQUES

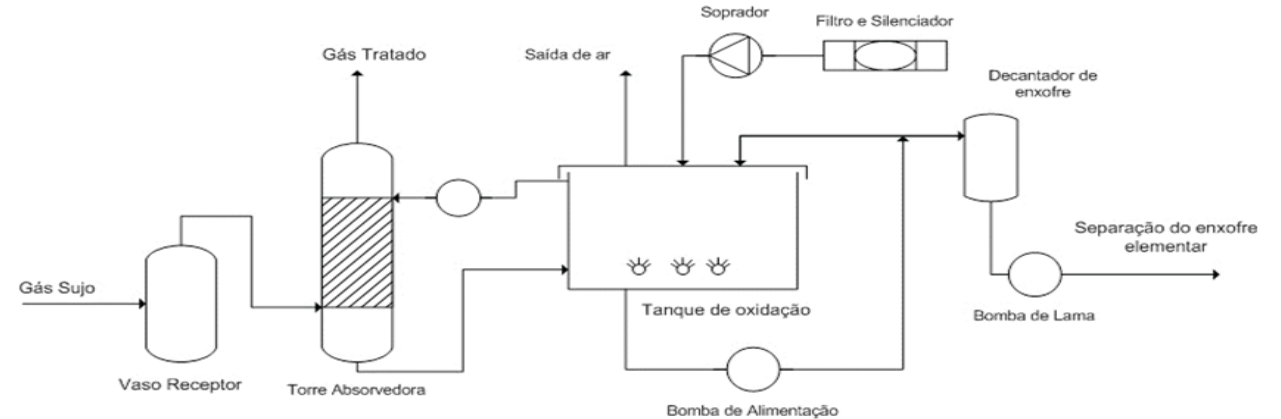


Dessulfurização – Sistemas disponíveis

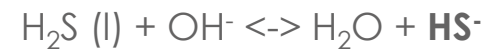
Thiopaq (Paques)



Sulferox (Shell/ZEG)



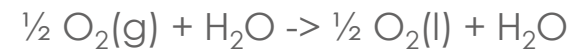
1. Etapa absorção do H₂S em solução alcalina, com formação do HS⁻



2. HS⁻ oxidado a enxofre elementar por um composto complexo de íon de ferro (quelato de ferro). O quelato evita a reação do Fe³⁺ com íon OH⁻ na solução alcalina, prevenindo a precipitação de Fe³⁺ como Fe(OH)₃ => Fe³⁺ é reduzido a Fe²⁺



3. Fe²⁺ é oxidado a Fe³⁺ na presença de ar (regeneração)



4. Enxofre elementar é removido por filtração da solução.

DESSULFURIZADOR - THIOPAQ



Dessulfurização

Thiopaq (Paques)



Sulferox (Shell/ZEG)

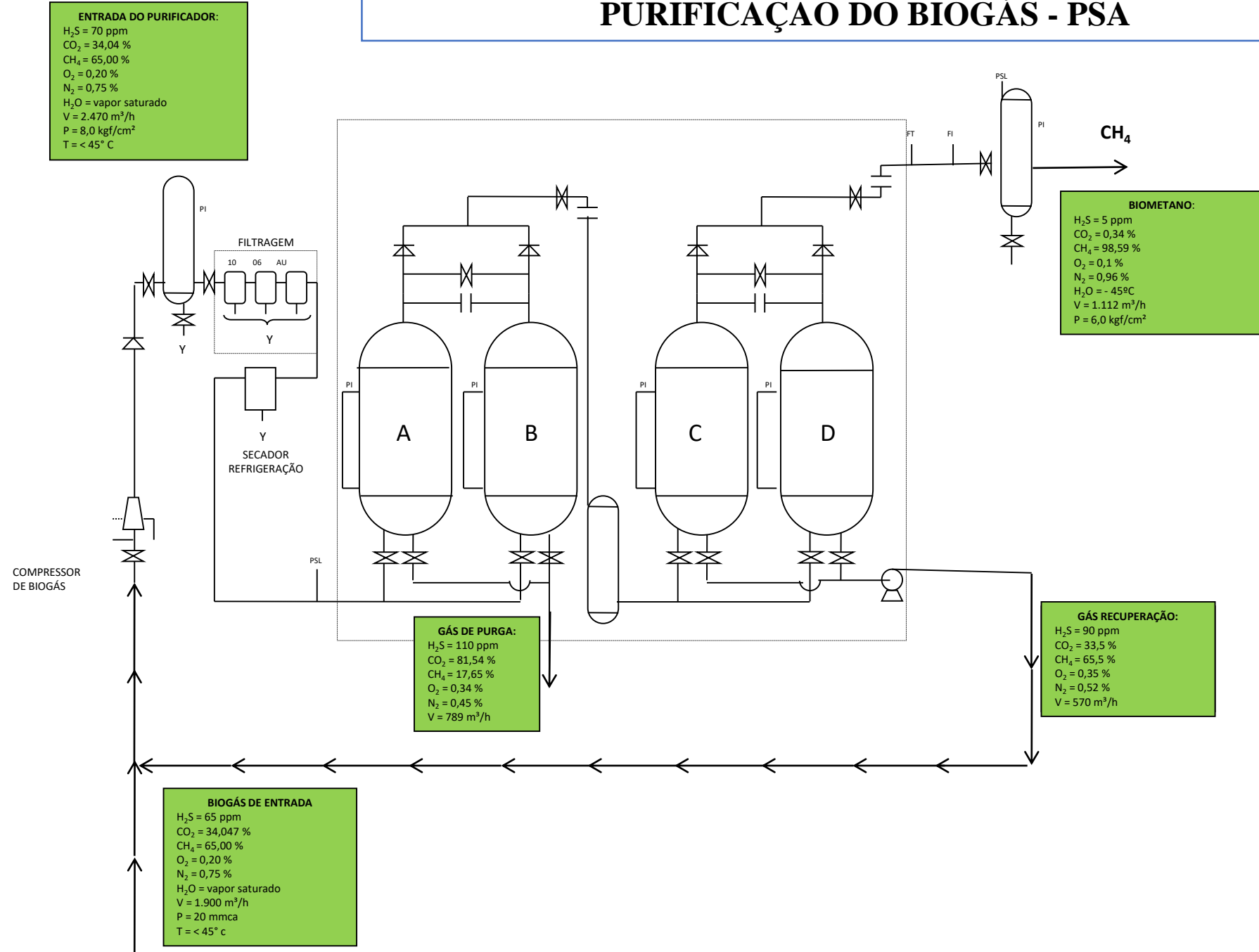


Geração de ENERGIA ELÉTRICA



- ❑ Equipamentos importados
- ❑ Rendimento de 38 a 40% - 450Nm³ biogás /MWh, 60% com aproveitamento da energia térmica dos gases
- ❑ Custo de manutenção elevado

PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS - PSA



Purificação – Remoção do CO₂

- ❑ A presença do CO₂ interfere diretamente no potencial energético do biogás por ser inerte em termos de combustão e ocupa volume
- ❑ Além da mistura de gases, o biogás também apresenta água (umidade) em sua composição, em concentrações médias de 6% quando a 40°C. Normalmente retirado no processo por condensação após etapa de resfriamento e separação

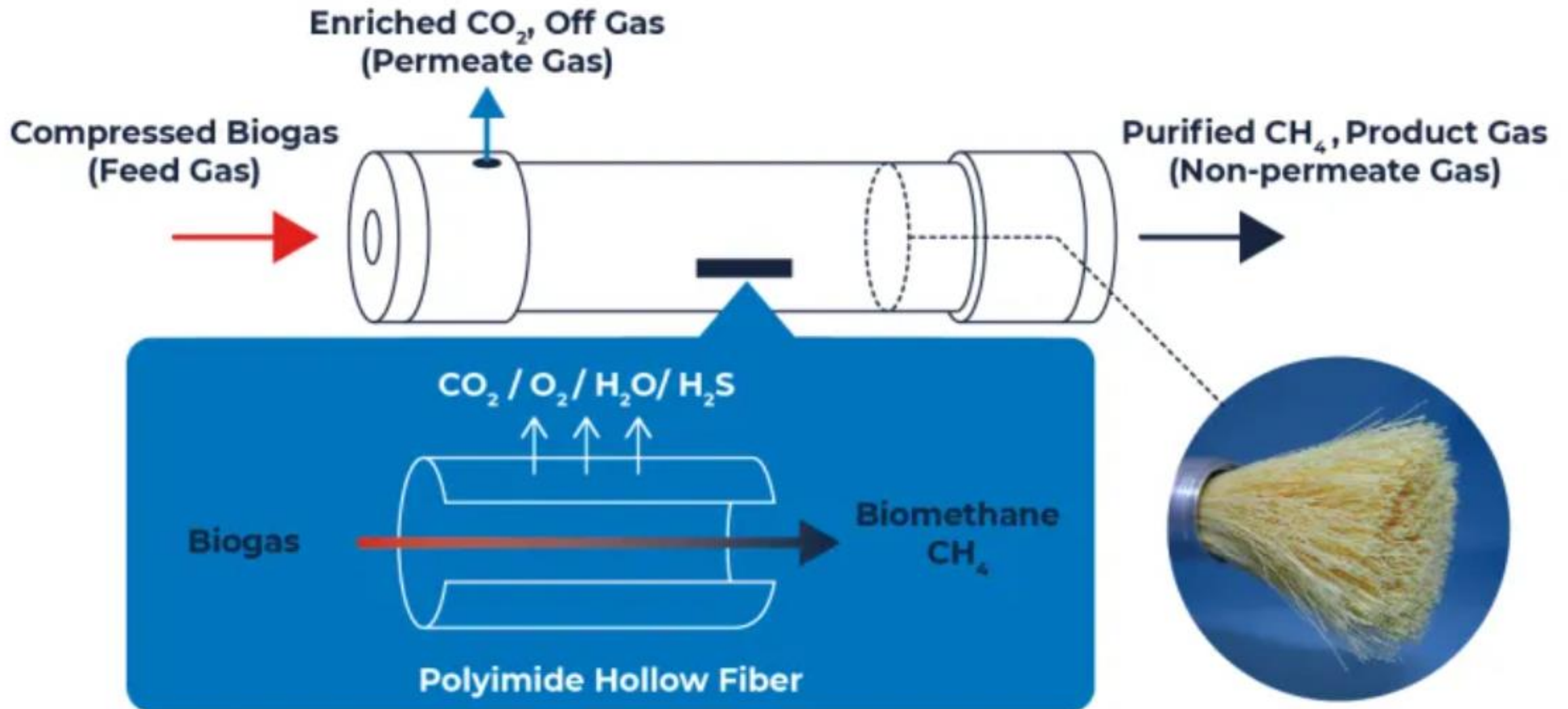
PSA (Pressure swing adsorption)



Membranas



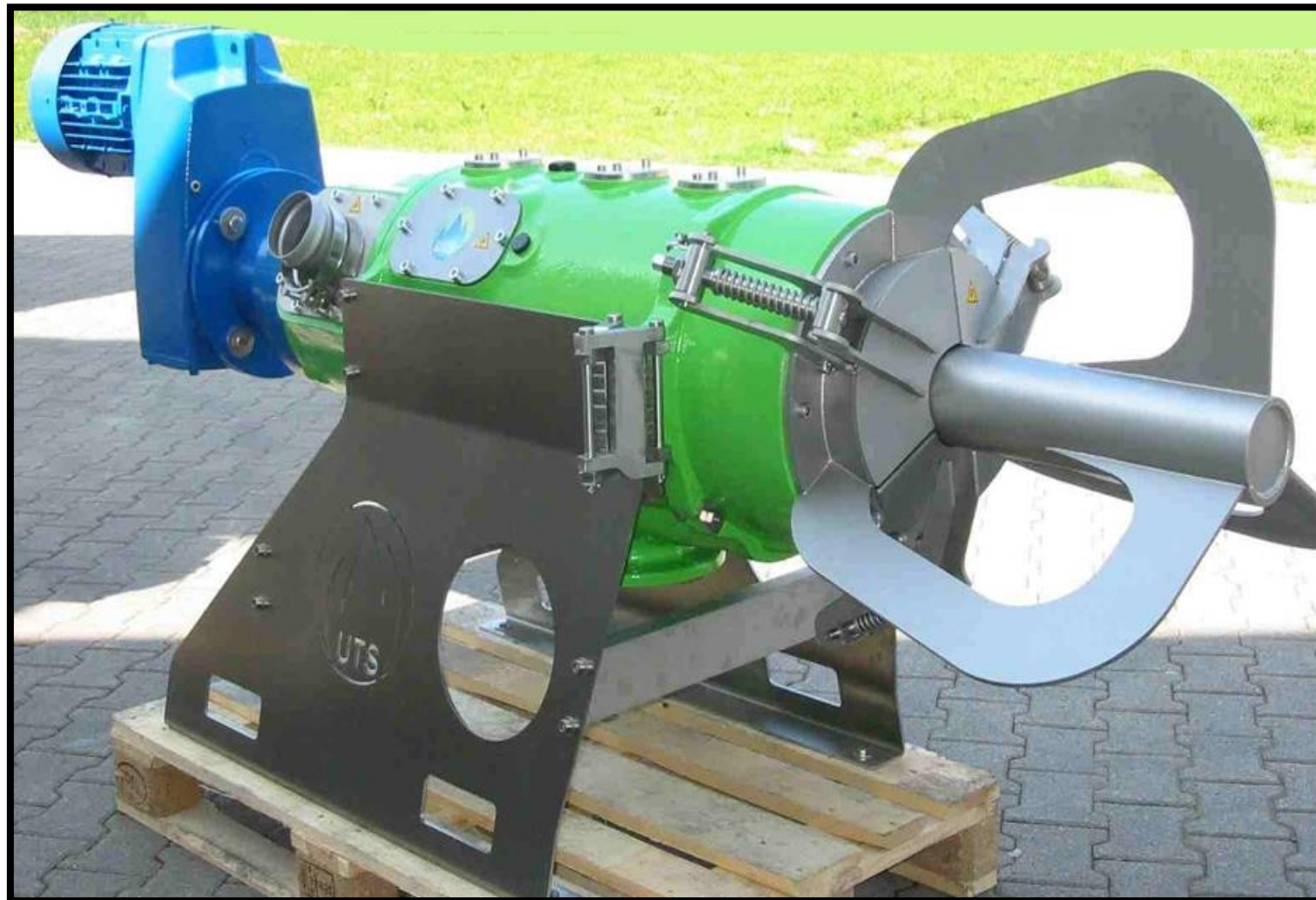
SEPARAÇÃO DE BIOMETANO POR MEMBRANA



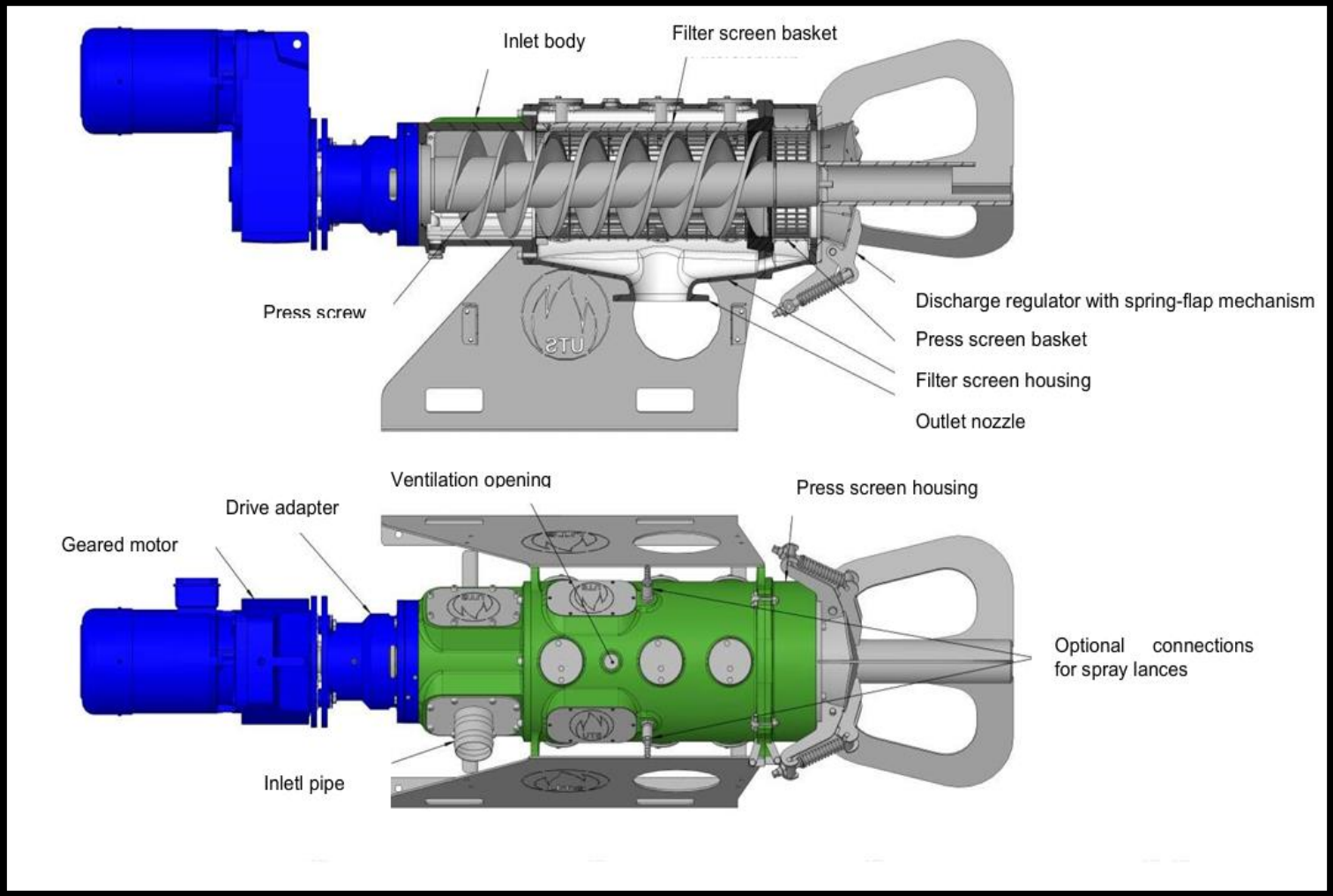
PLANTA DE BIOGÁS/BIOMETANO - COCAL



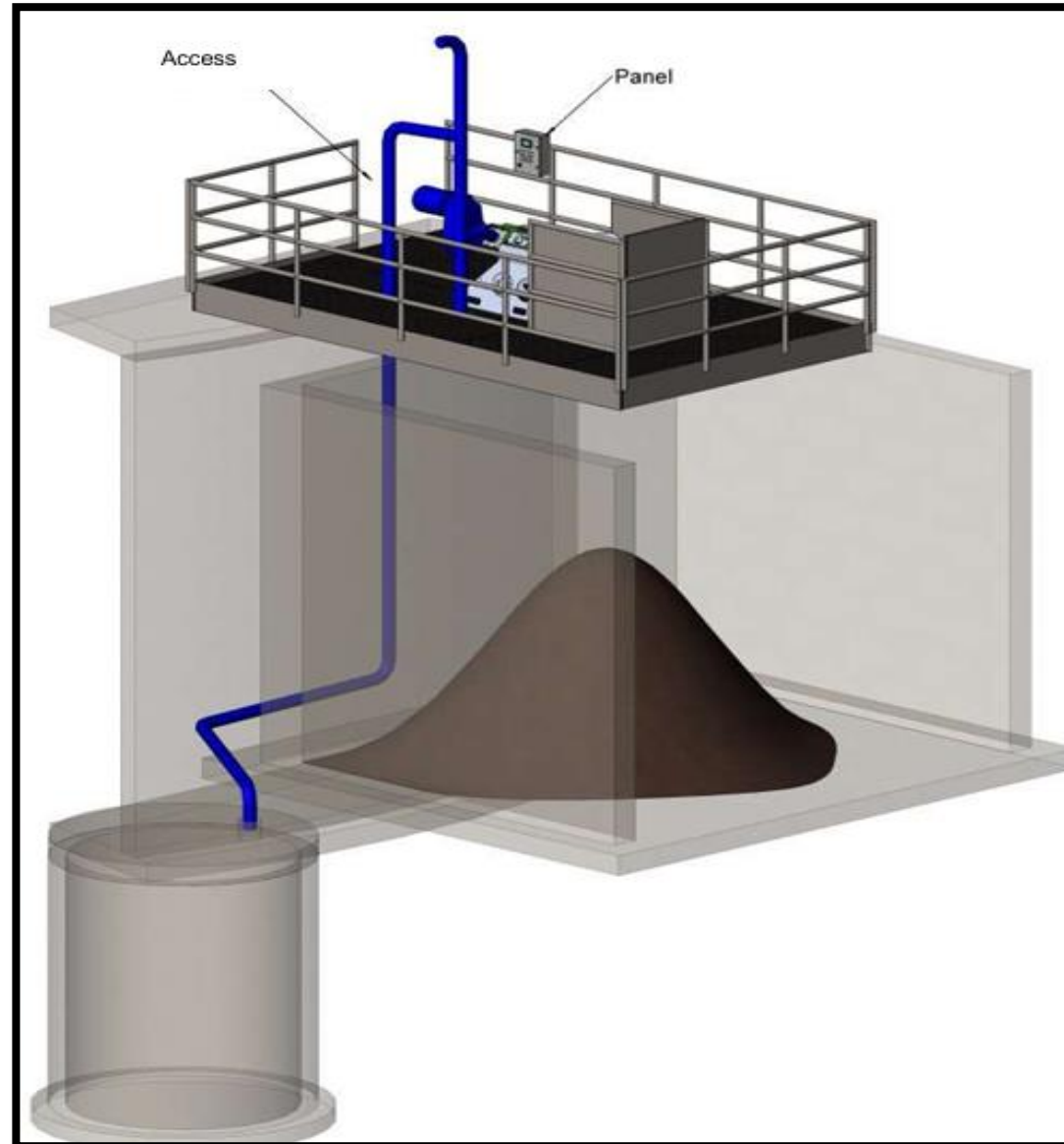
FILTRO DE DIGESTATO



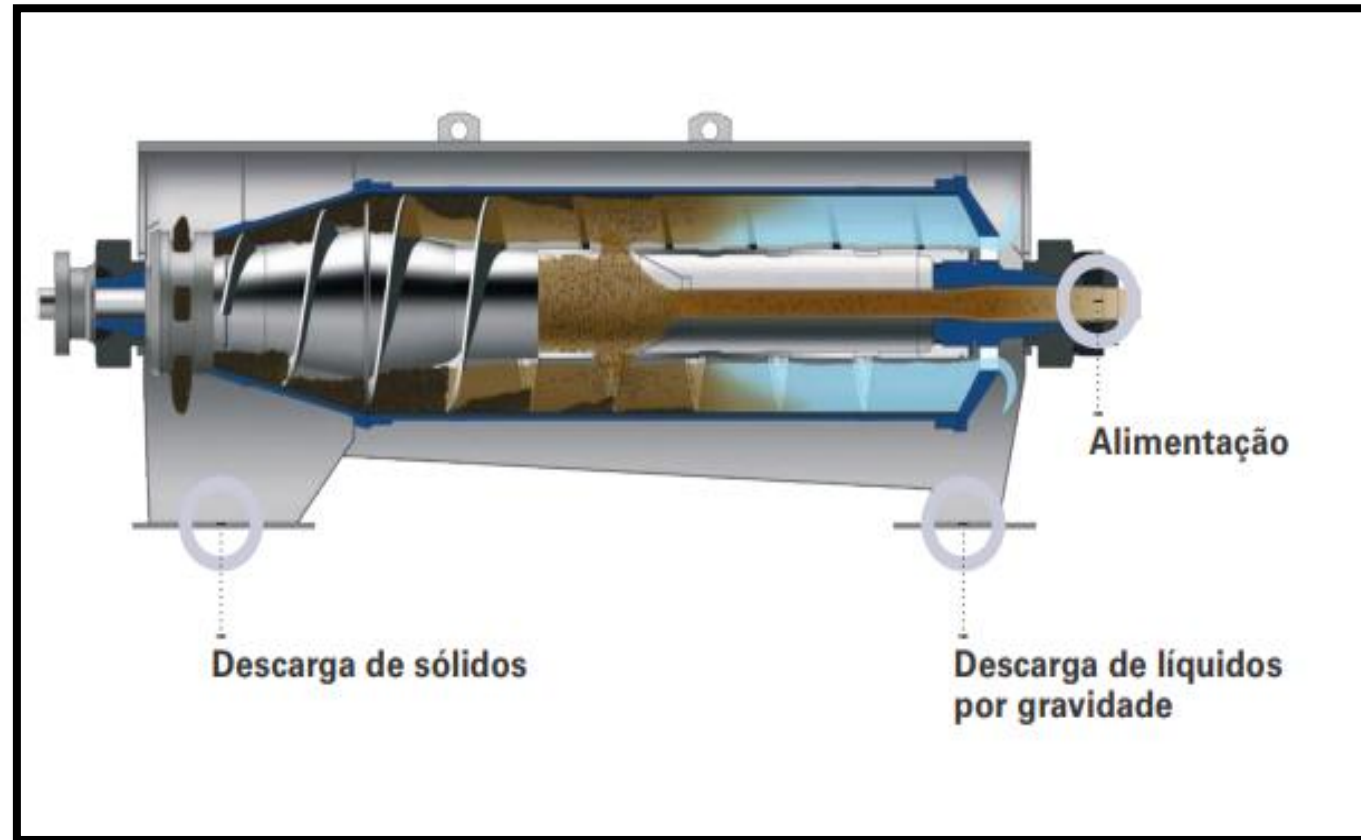
FILTRO DE DIGESTATO



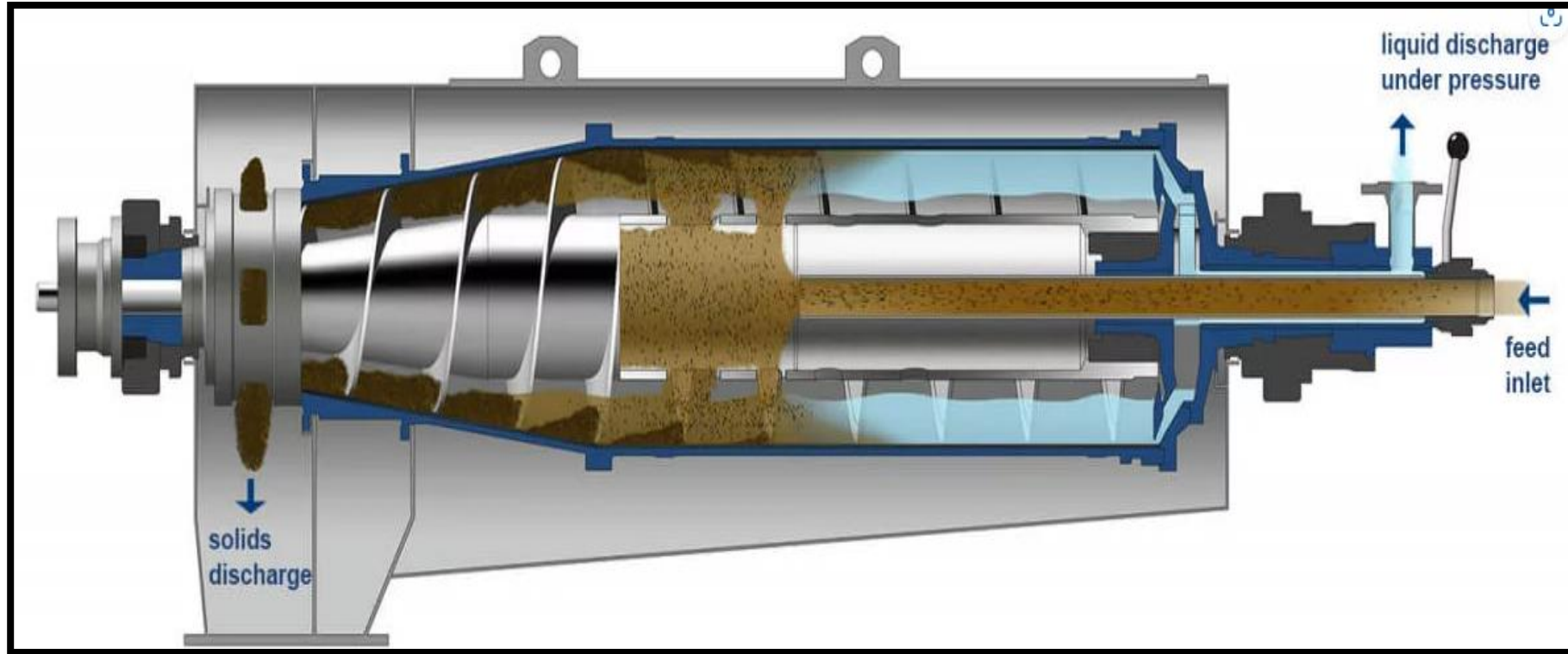
FILTRO DE DIGESTATO



DECANTER



DECANTER



**CARRETA COM CILINDROS PARA TRANSPORTE DE BIOMETANO – 250 Bar
CAPACIDADE 6 A 7 MIL Nm³**



Especificação do Biogás – Rede e Usos Industriais

Tabela de especificação do Biometano de produtos e resíduos agrossilvopastoris e comerciais

Característica	Unidade	Limite (2)			Método				
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	NBR	ASTM D	ISO	NF	NASA
Poder Calorífico Superior	kJ/m ³	34.000 a 38.400	35.000 a 43.000		15213	3588	6976		
	kWh/m ³	9,47 a 10,67	9,72 a 11,94						
Índice de Wobbe	kJ/m ³	40.500 a 45.000	46.500 a 53.500		15213		6976		
Metano, mín.	% mol.	90,0	90,0		14903	1945	6974		
Etano (3)	% mol.	anotar	anotar		14903	1945	6974		
Propano (3)	% mol.	anotar	anotar		14903	1945	6974		
Butano e mais pesados (3)	% mol.	anotar	anotar		14903	1945	6974		
Oxigênio, máx.	% mol.	0,8	0,8		14903	1945	6974		
CO ₂ , máx.	% mol.	3,0	3,0		14903	1945	6974		
CO ₂ + O ₂ + N ₂ , máx.	% mol.	10			14903	1945	6974		
Enxofre Total, máx.(4,5)	mg/m ³	70			15631	5504	6326-3 6326-5 19739		
Gás Sulfídrico (H ₂ S), máx.	mg/m ³	10			15631	4084 ? 07 4468 5504 6228	6326-3 19739		
Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (6)	°C	- 39	- 39	- 45	15765	5454	6327 10101-2 10101-3 11541		
Ponto de orvalho de hidrocarbonetos (7, 8)	°C	15	15	0	16338		23874		

❑ Obrigatória a instalação de cromatógrafo gasoso em linha, monitorando: CH₄, O₂, H₂S e CO₂

❑ **Concentração CH₄ > 96,5%** é a referência no Biometano (Poder Calorífico ~ 8.600Kcal/m³)

Poder calorífico em inconformidade com a RANP 8/2015: abaixo de 8.365 kcal/m³

Poder calorífico em conformidade com a RANP 8/2015: entre 8.365 e 10.277 kcal/m³

% CH ₄	PCS (kcal/m ³)
90	8.001,9
91	8.090,8
92	8.179,7
93	8.268,6
94	8.357,5
95	8.446,4
96	8.535,3
97	8.624,2
98	8.713,1
99	8.802,1
100	8.891,0

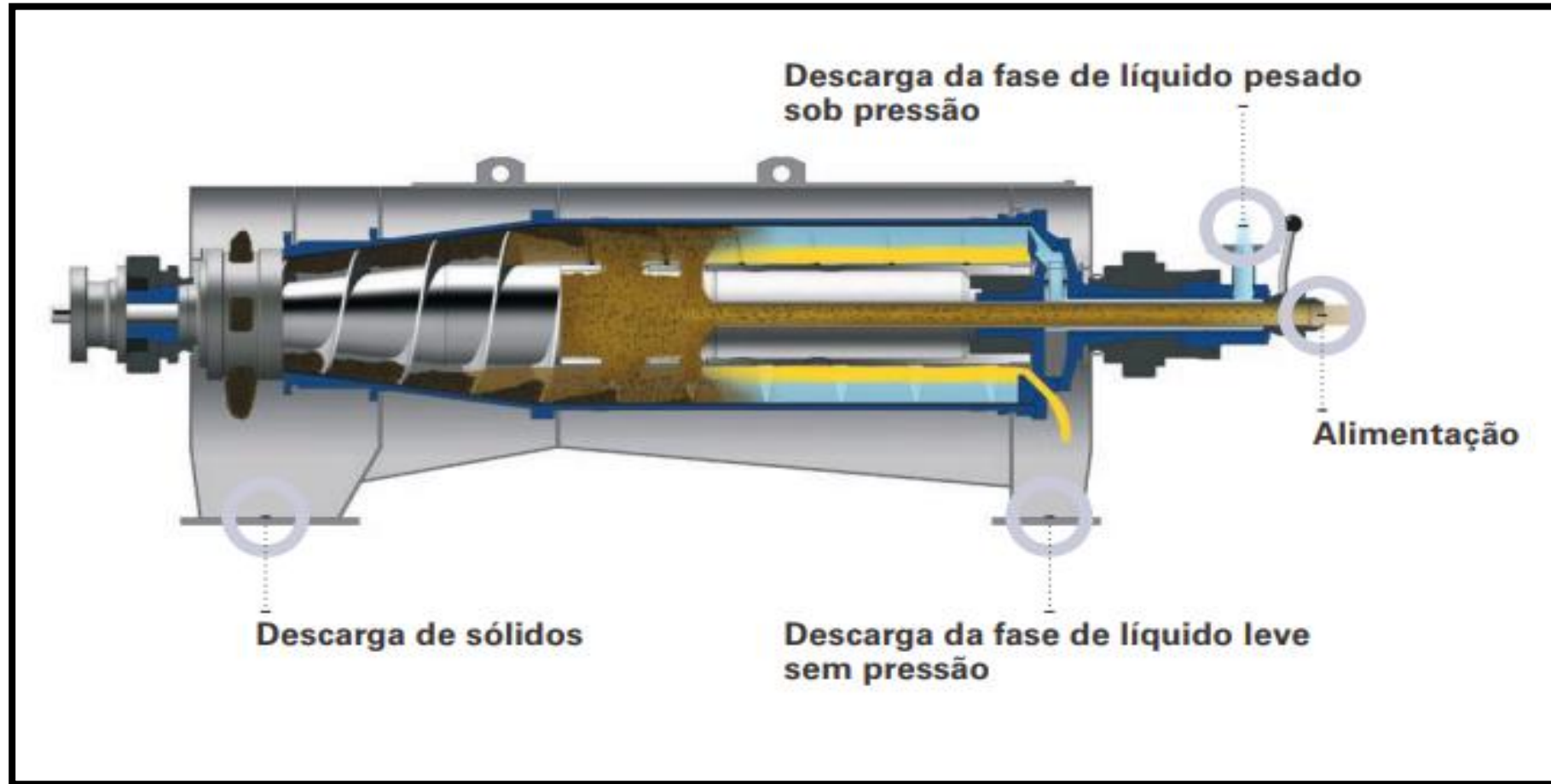
< Limite inferior RANP 8/2015 (8.365 kcal/m³)

PCS máximo (8.891 kcal/m³)

TRICANTER



TRICANTER





ETANOL DE MILHO

ETANOL DE MILHO

- **A INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO É UMA REALIDADE QUE VEIO PARA FICAR E ABRIU UMA ENORME OPORTUNIDADE DE NORMALIZAÇÃO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ETANOL AO LONGO DO ANO POR PRODUIZIR POR, PELO MENOS, 330 DIAS.**
- **É TAMBÉM UMA OPORTUNIDADE DE CRESCIMENTO RÁPIDO DA PRODUÇÃO DE ETANOL SEM O PLANTIO DE NOVAS ÁREAS DE CANA NAS USINAS E DESTILARIAS DE CANA JÁ EXISTENTES.**
- **É TAMBÉM OPORTUNIDADE DE APRENDIZADO DAS TECNOLOGIAS TÍPICAS DESTA INDÚSTRIA.**
- **EXIGE UMA OTIMIZAÇÃO DO BALANÇO TÉRMICO DAS USINAS E DESTILARIAS, POIS É PERFEITAMENTE VIÁVEL GERAR EXCEDENTES DE BAGAÇO QUE VIABILIZAM A OPERAÇÃO DA PLANTA DE ETANOL DE MILHO NA ENTRESSAFRA.**

ETANOL DE MILHO

- **A INTEGRAÇÃO COM USINAS/DESTILARIAS QUE PROCESSAM CANA DE AÇÚCAR É PERFEITAMENTE VIÁVEL, COM VÁRIAS SINERGIAS POSSÍVEIS:**
 - **USO DE ENERGIA TÉRMICA E ELÉTRICA DA PLANTA GERADORA DE VAPOR E ENERGIA ELÉTRICA EXISTENTE.**
 - **APROVEITAMENTO DOS RECURSOS ADMINISTRATIVOS JÁ EXISTENTES**
 - **APROVEITAMENTO DA ESTRUTURA DE MANUTENÇÃO JÁ EXISTENTE**
 - **APROVEITAMENTO DE TANQUES DE ARMAZENAGEM DE ETANOL JÁ EXISTENTES**
 - **CENTRO DE OPERAÇÕES INDUSTRIAIS E LABORATÓRIOS INTEGRADOS.**

MÓDULO TÍPICO DE PLANTA DE ETANOL DE MILHO INTEGRADA A USINAS E DESTILARIAS

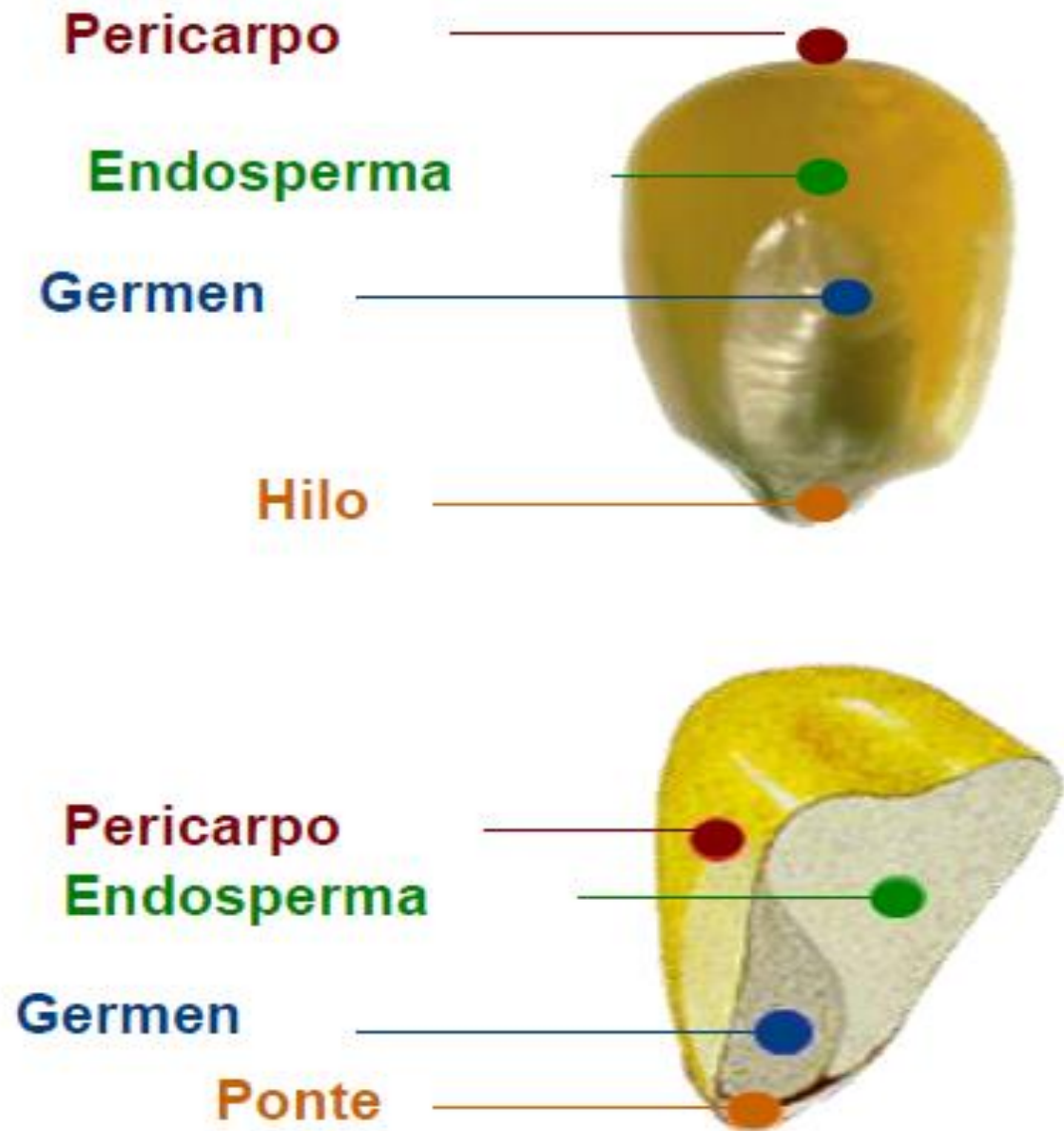
- **1.500 toneladas de milho/dia**
- **330 dias operação/ano**
- **495.000 ton. milho/ano**
- **645 m³/dia Etanol Hidratado**
- **212.850 m³/ano Etanol Hidratado**
- **456 toneladas de DDGS/dia**
- **150.480 toneladas/ano de DDGS**
- **24 toneladas de óleo/dia**
- **7.920 toneladas/ano de ÓLEO**

Matéria Prima – Milho / Rendimentos

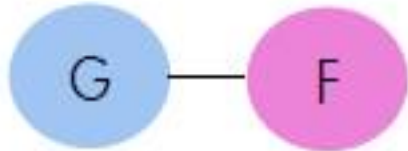


Estrutura do Grão de Milho

- **Endosperma**
 - 65-75% do grão
 - Fonte de amido
 - Fonte de proteína
- **Gérmem**
 - 5% do grão
 - Fonte de óleo
- **Pericarpo**
 - Capa exterior protetora do grão
 - 5% do grão
- **Ponte**
 - Por onde os grãos obtém os nutrientes para crescer.
- **Outros componentes**
 - Aproximadamente 15% de umidade
 - Aproximadamente 6% de cinzas e outros solúveis

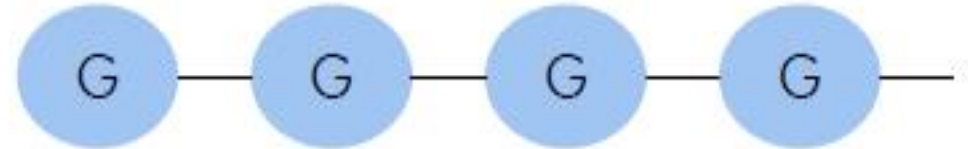


Diferença entre açúcares da cana e do milho



Sacarose = dissacarídeo

X



Amido = polissacarídeo

A levedura não produz enzimas capazes de quebrar o amido para convertê-lo em açúcares e etanol.

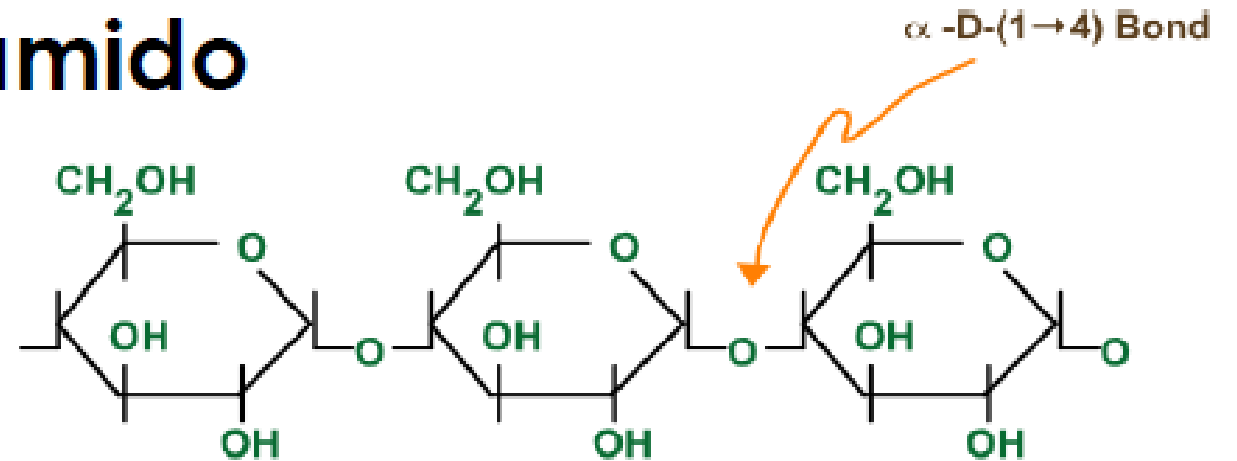
Estrutura molecular do amido

Glucose =Dextrose ($C_6H_{12}O_6$) MW = 180

Amilose

25% do amido

Um terminal redutor por molécula.

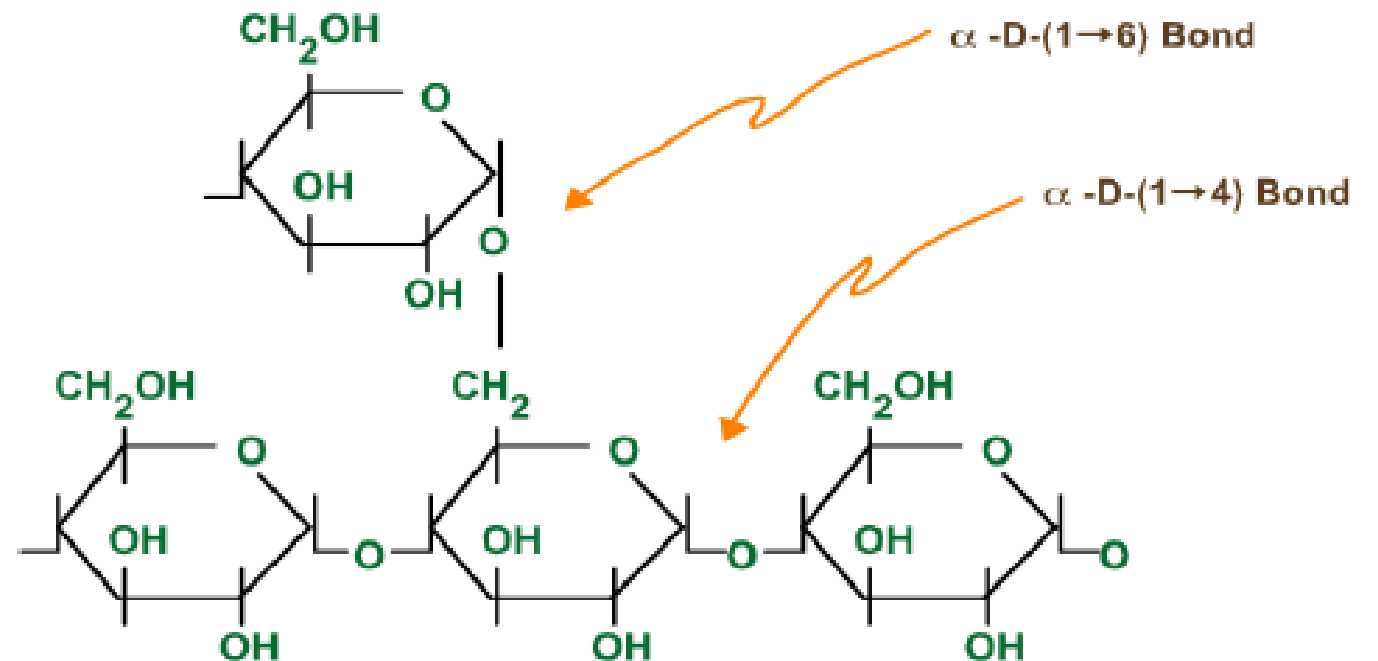


Amilopectina

75% do amido

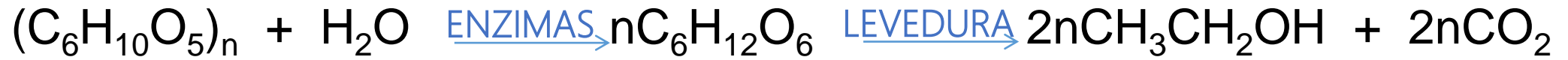
Contém 5 to 8% de ligações α 1,6.

Um terminal redutor por molécula.



Cada forma hexagonal representa uma unidade de glicose.

Estequiometria das Reações: Amido -> Etanol



AMIDO

ÁGUA

GLICOSE

ETANOL

DIÓXIDO
CARBONO

162

18

180

2x46 = 92

2x44 = 88

(PM monômeros)

Estequiometricamente:

1.000 Kg amido \Leftrightarrow 1.111 Kg glicose \Leftrightarrow 568 Kg etanol + 543 Kg CO₂

- Massa específica etanol - 0,7894 Kg/l
- Teor alcoólico hidratado - 95,5%v/v
- **Rendimento processos - 93%**

Então: **1t amido** \Leftrightarrow 568 / 0,7894 / 0,955 x **0,93** = **701 litros de hidratado**

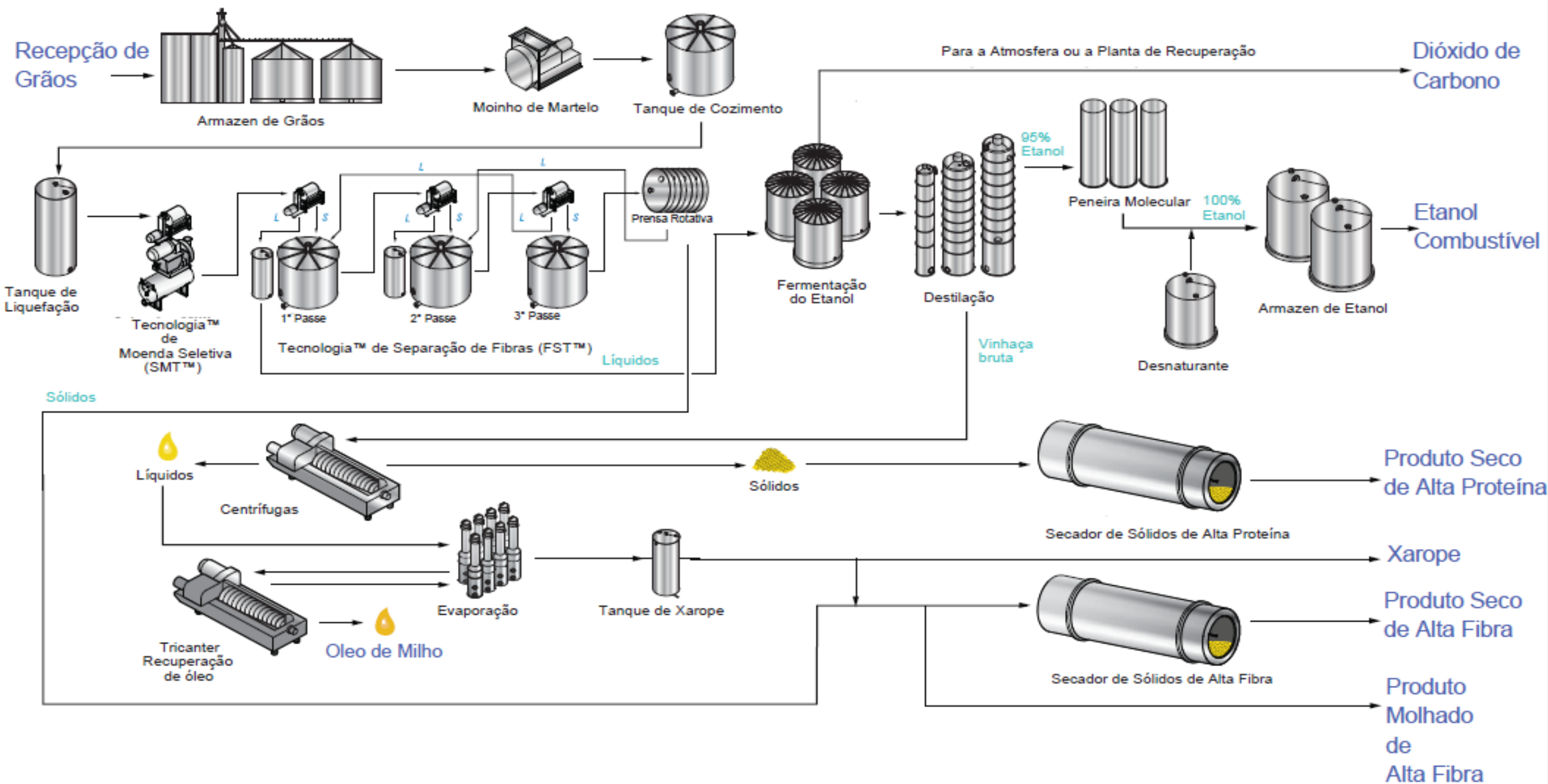
Composição Padrão do Milho

	Milho Padrão	Base Seca
Amido	- 63,0%	73,26%
Proteína	- 7,5%	8,72%
Óleo	- 3,5%	4,07%
Açúcar	- 1,0%	1,16%
Fibra / Cinzas	- 11,0%	12,79%
Água	- 14,0%	

Produtos & Coprodutos

- **1 tonelada de milho** pode produzir:
 - **Etanol hidratado** - $(630 \text{ Kg amido} + 10 \text{ Kg açúcar}) \times 701/1000 = \underline{\underline{448 \text{ l}}}$
 - **DDGS** - $(75 \text{ Kg proteína} + 35 \text{ Kg óleo} + 110 \text{ Kg fibra e cinzas} + 50 \text{ Kg açúcar que sobrou e levedura produzida no processo}) = 270 \text{ Kg MS}$ ou **300 Kg DDGS com 10% de umidade**
 - Retirando **16 Kg de óleo** => **284Kg DDGS** com 10% umidade
 - Rendimento dos processos: 93,00%
- Estes são os produtos que todas as plantas de etanol e milho normalmente produzem.

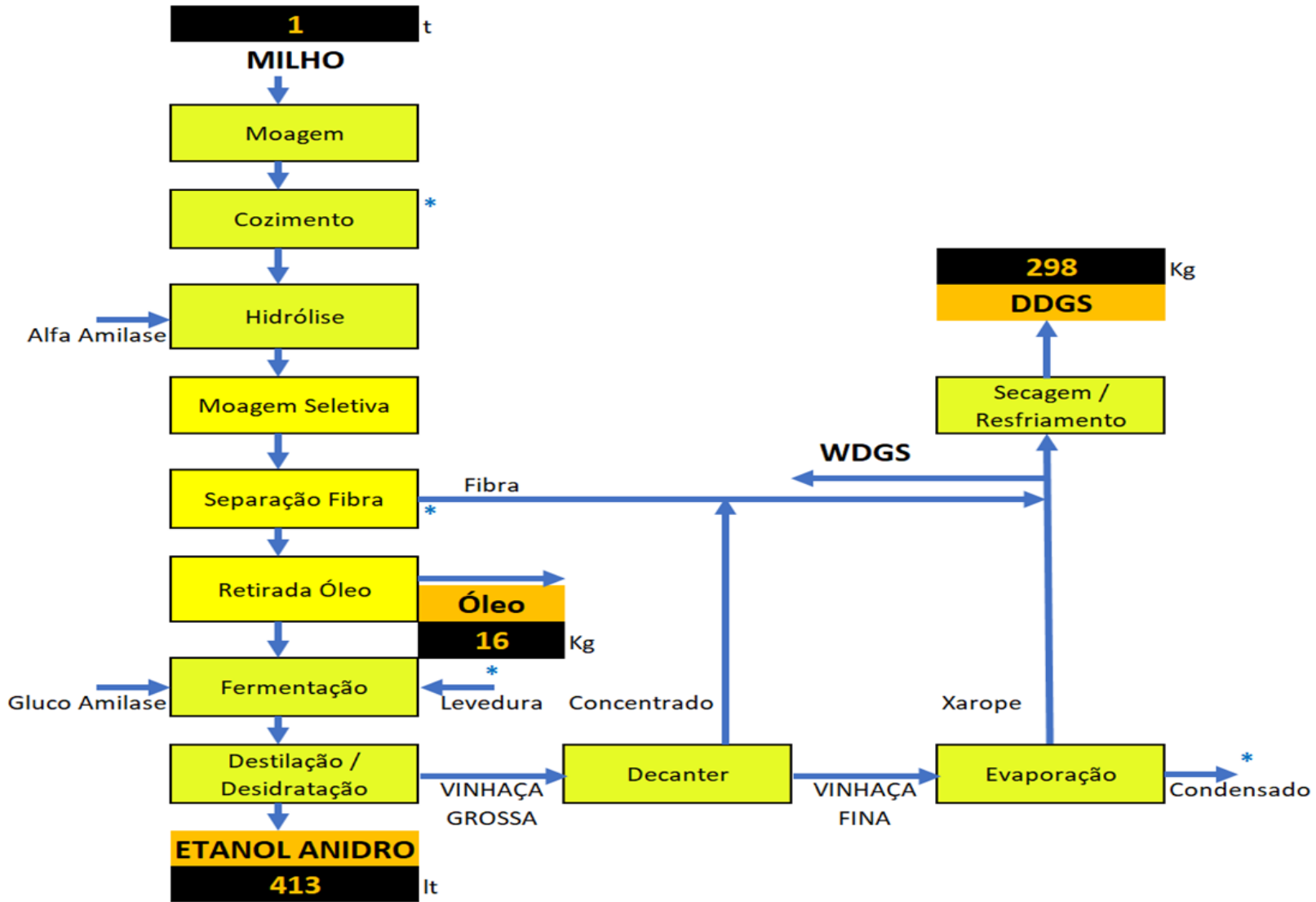
FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ETANOL DE MILHO



Insumos

- **Alfa Amilase** 0,30Kg/t milho
- **Gluco Amilase** 0,35Kg/t milho
- **Levedura** 0,05Kg/t milho
- **Ureia** 2,30Kg/t milho
- **Antimicrobiano** 0,0031Kg/t milho
- **Nutrientes** 0,02Kg/t milho
- **Ácido Sulfúrico** 0,10Kg/t milho

ETANOL MILHO - UBV - PROJETO F1



MOEGA ALIMENTADORA DE MILHO AOS MOÍNHOS



MOÍÑO DE MILHO



MOÍNHOS DE MILHO – VISTA DA TELA



Misturador Farinha/Vinhaça



COZIMENTO & LIQUEFAÇÃO

Aproximadamente 3h

90 a 92°C / pH – 4,8 a 5,0

Adição da enzima **Alfa Amilase** que faz a primeira quebra das cadeias de amido (redução de viscosidade)

Aquecimento com VG2

Recebe recirculação da vinhaça fina, retirada antes do evaporador – cerca de 50% da vinhaça produzida.

COZIMENTO



LIQUEFAÇÃO



SGT (Selective Grind Technology) – Moagem Seletiva

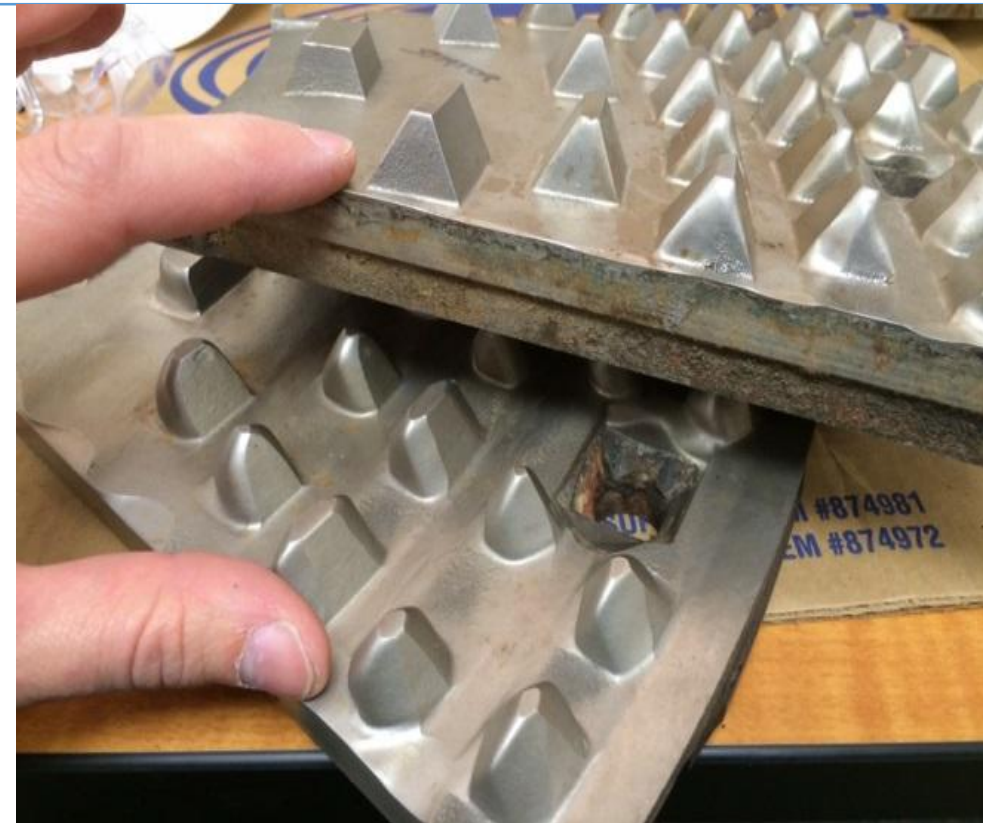
Moagem da suspensão de milho moído, úmida, aumentando a exposição do amido

Maior rendimento em etanol – 3 a 5%

Reduz consumo de enzimas

Maior rendimento em óleo - > 30%

Reduz amido no DDGS



SGT™ Dewatering and Milling



Paddle Screen

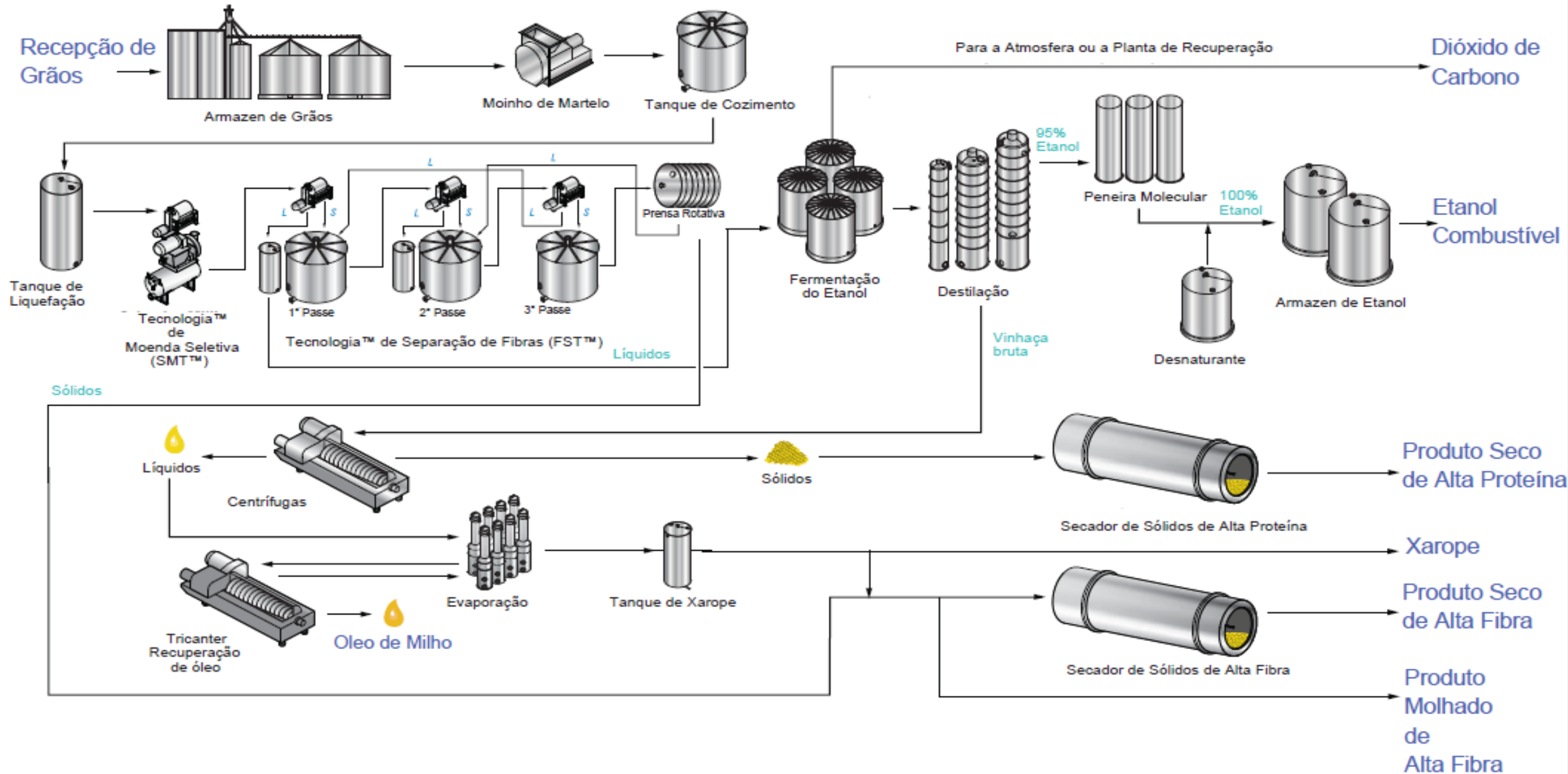


Rotary Disc Mill

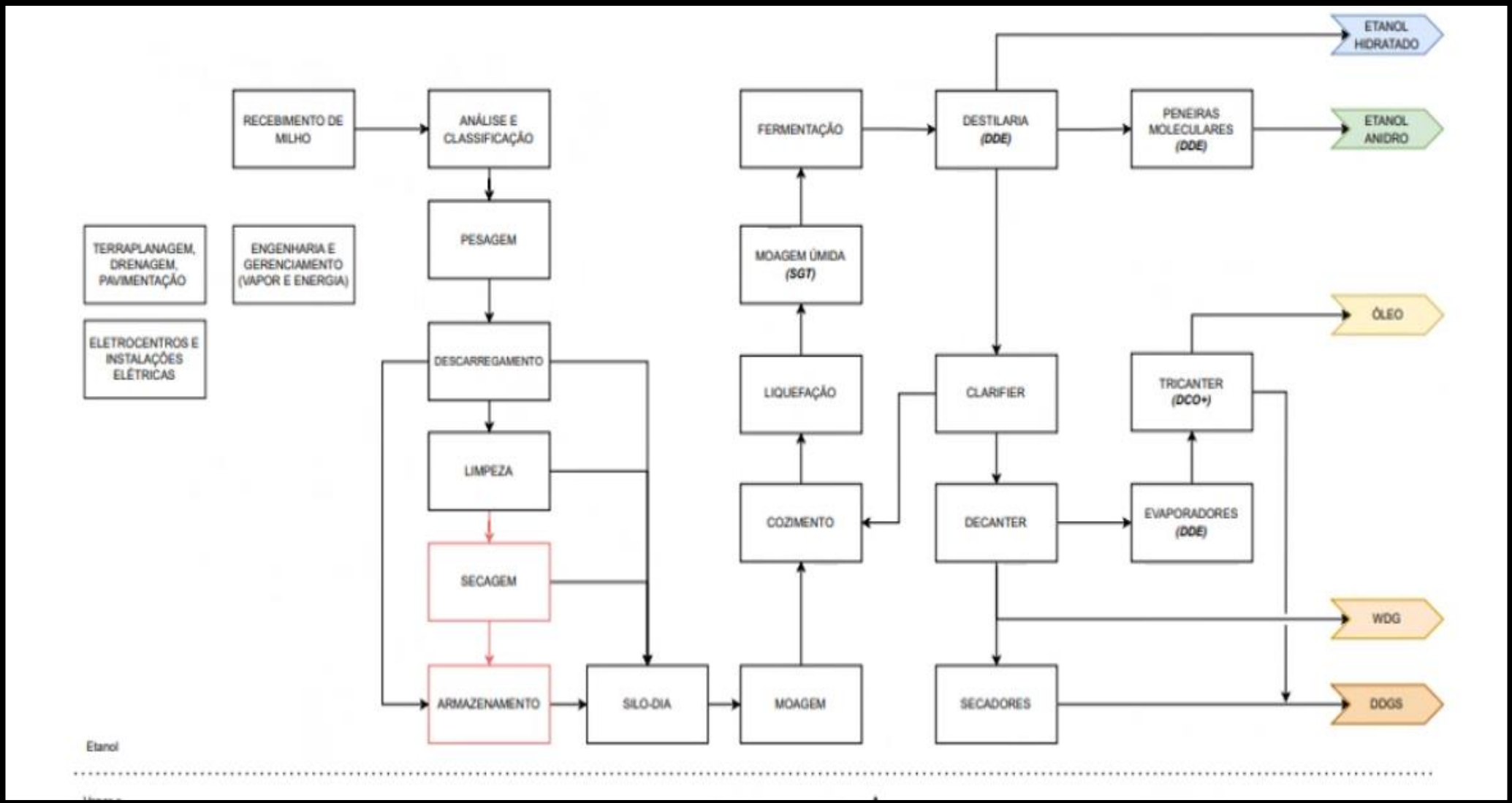
SEPARADORES DE FIBRA – PADDLE SCREENS



FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ETANOL DE MILHO



FLUXOGRAMA

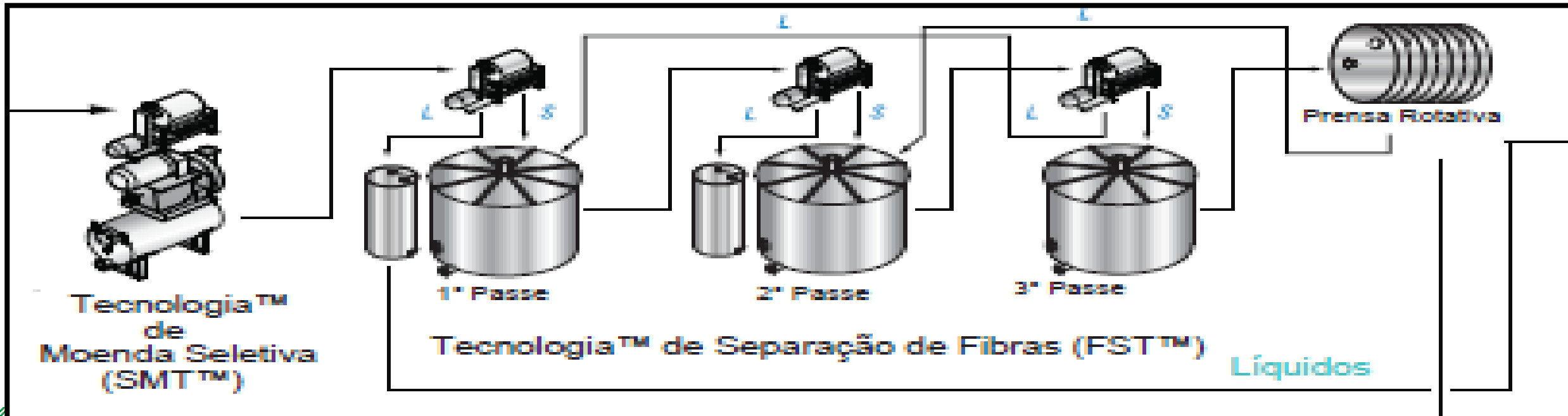


Separação de Fibras

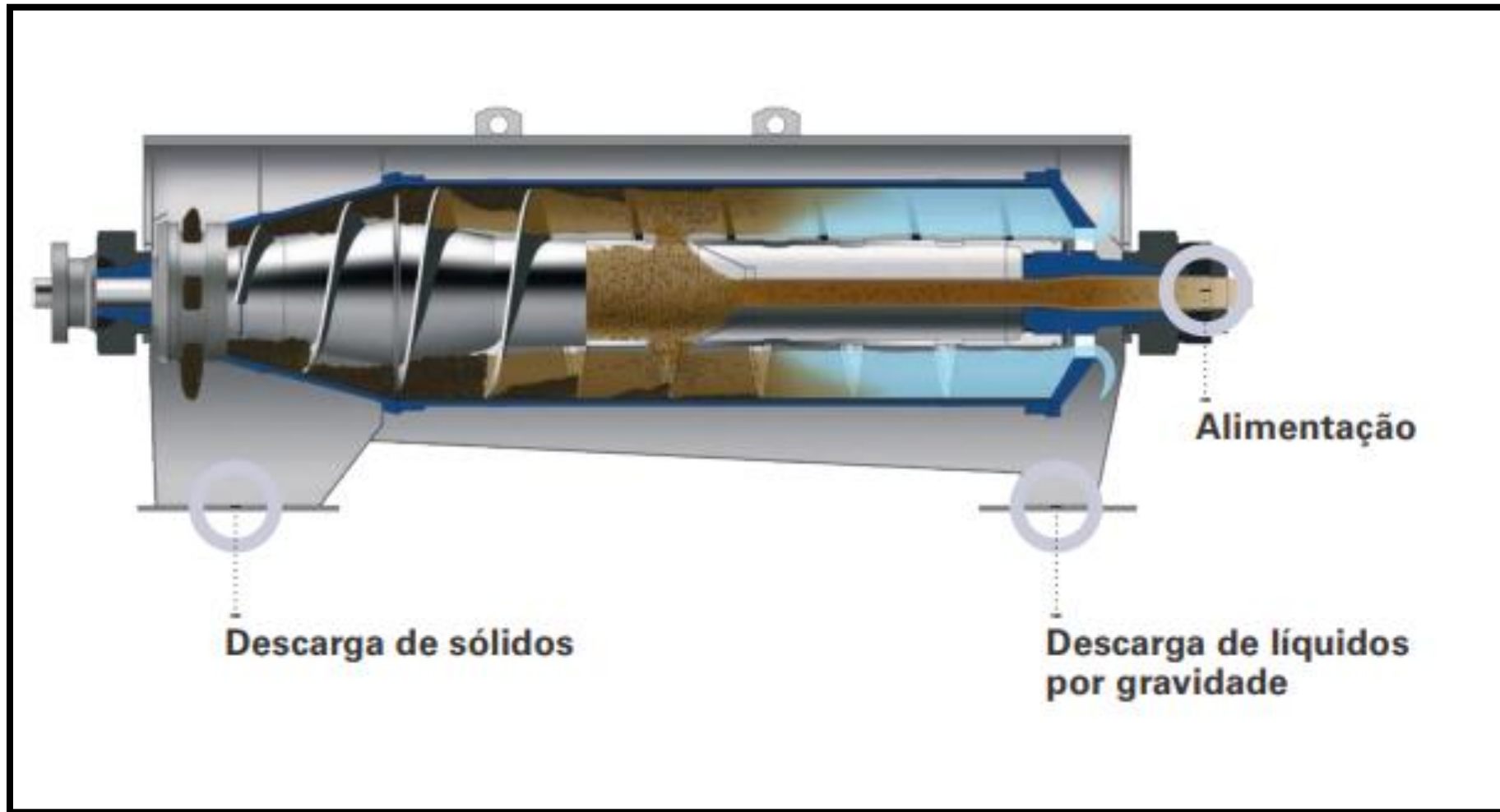
FBP (Fiber By-Pass System) – Separação das fibras antes da fermentação –

Vantagens:

- Fermentadores e coluna A da destilação com projeto mais simples – material e configuração
- Menor risco de infecções
- Maior capacidade de fermentação ou dornas menores no projeto
- Maior rendimento fermentativo
- Menor consumo de insumos
- Primeiro passo para secar a fibra separadamente (permite DDGS com alto teor de proteína)
- Reduz consumo de vapor na destilaria



CENTRÍFUGA DECANTER



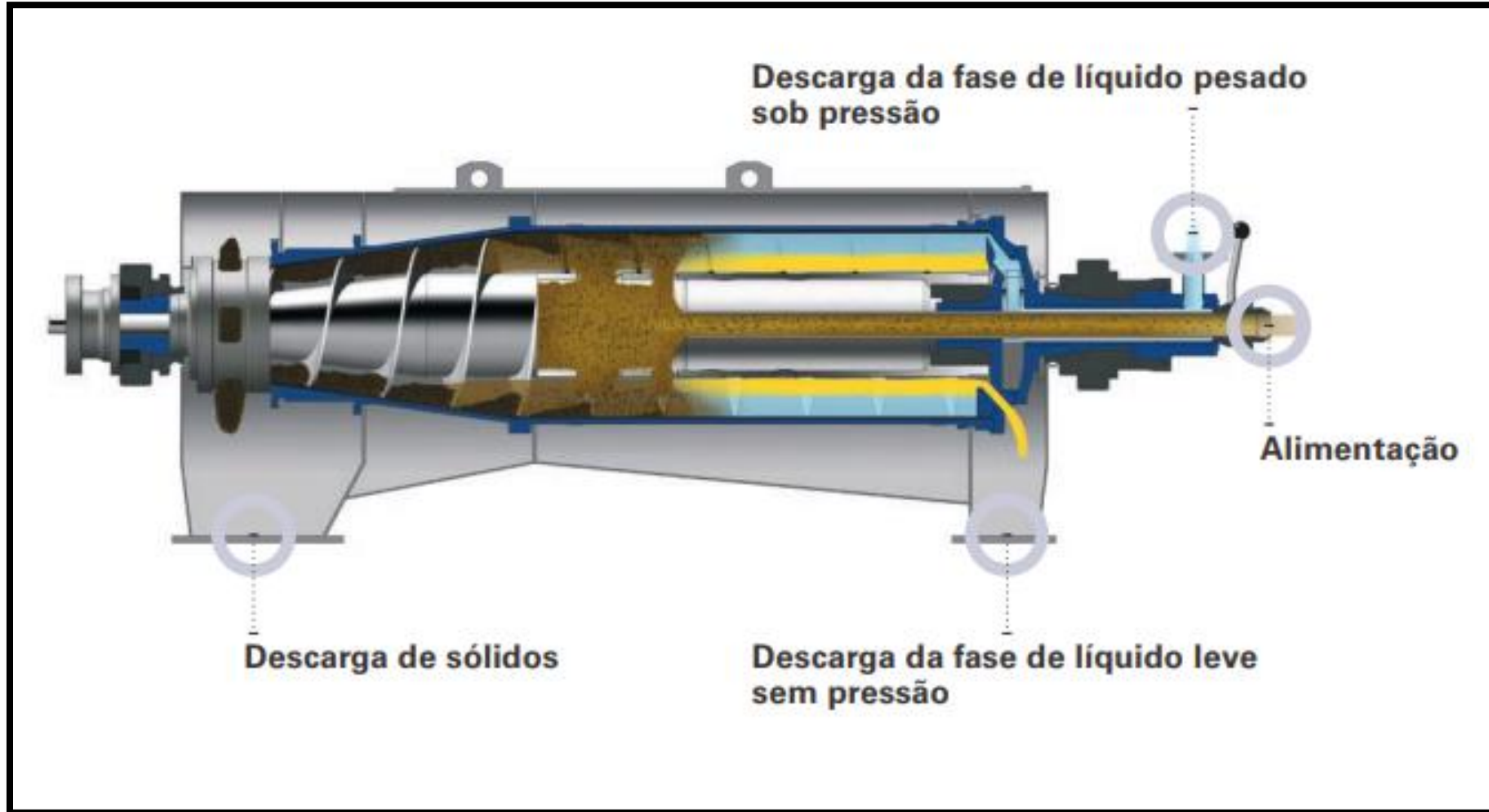
CENTRÍFUGA DECANTER – VISTA EXTERNA



DECANTER



CENTRÍFUGA TRICANter



Separação de óleo antes da fermentação:

(decanter / centrífuga purificadora) - Tryton

Maior quantidade de óleo – 16 a 18 kg/ton. de milho

Óleo de melhor qualidade – baixa acidez e baixo conteúdo de Free Fatty Acids (ácidos graxos livres)

Vendido para produção de biodiesel, alimentação animal ou indústria de refinação de óleo de milho para uso humano.



SEPARADORA DE ÓLEO ANTES DA ALIMENTAÇÃO DAS DORNAS



CENTRÍFUGA CONCENTRADORA DE OLEO



**ARMAZENAGEM LÍQUIDA DA LEVEDURA EM
ISOTAINER COM BOMBA DE DOSAGEM**



Liquid Yeast dosing &
Storage

FERMENTAÇÃO EM BATELADA ALIMENTADA

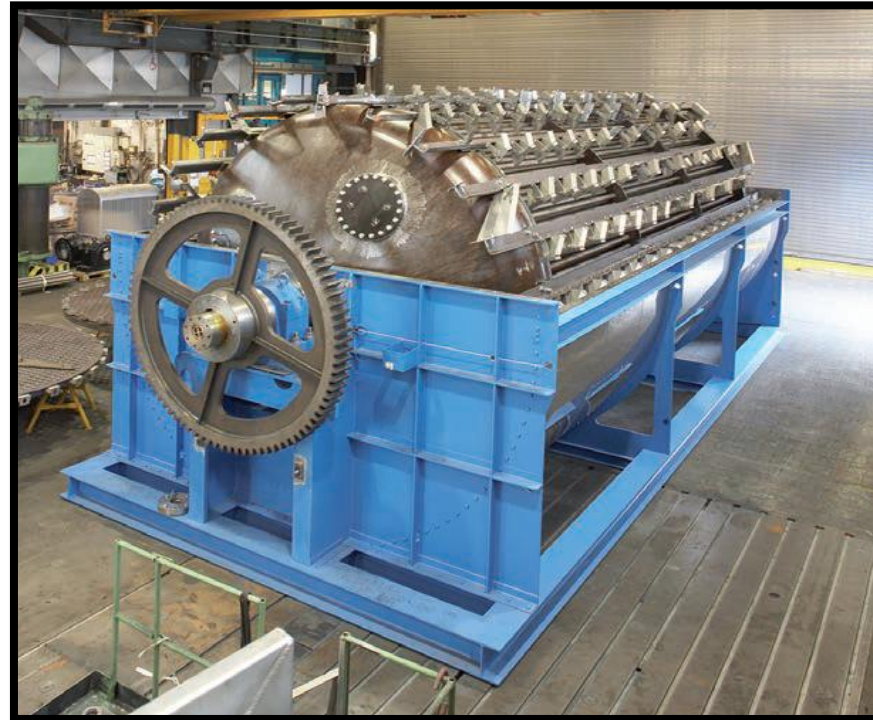
- **Fermentação em Batelada**
- **Duração: 50 a 60 horas**
- **Temperatura: 32 a 34°C**
- **pH – 4,8 a 5,0**
- **A enzima Gluco Amilase é alimentada com o mosto. Faz a última quebra das ligações entre as moléculas de glicose, ainda ligadas**
- **Sacarificação e Fermentação simultâneas**
- **Não há reciclo de fermento. Fermento produzido simultaneamente.**
- **Propagação de fermento realizada em equipamento dedicado – Propagador.**
- **Teor alcoólico final do vinho: 15 a 18%v/v**
- **Dornas com fundo cônico, em aço carbono revestido com epoxi, agitação por bombeamento.**
- **Resfriamento do mosto realizado por sistema convencional, com água resfriada de torre e complementado por sistema com água gelada (Chiller).**

DORNAS DE FERMENTAÇÃO



SECADOR – PRODUÇÃO DO DDGS

- Utiliza VE – vapor de escape – 1,5 barg
- Seca WDGS – Wet Distillers Dried Solids que é composto por todos os resíduos sólidos do processo: Fibras, levedura e xarope.
- Reduz a umidade de 60% para 10% de umidade
- Rotativo, com feixe tubular interno e dotado de aletas que movimentam a mistura úmida até a secagem desejada.
- O vapor circula internamente no feixe tubular.



SECADOR – PRODUÇÃO DO DDGS



- **DESTILAÇÃO**

- Destilação integrada à evaporação da vinhaça
- Apenas colunas A e B para a produção de hidratado
- Coluna A sob vácuo.
- Peneira molecular para desidratação
- Utiliza VE
- Os condensadores da coluna A são os corpos do evaporador tipo Falling Film.

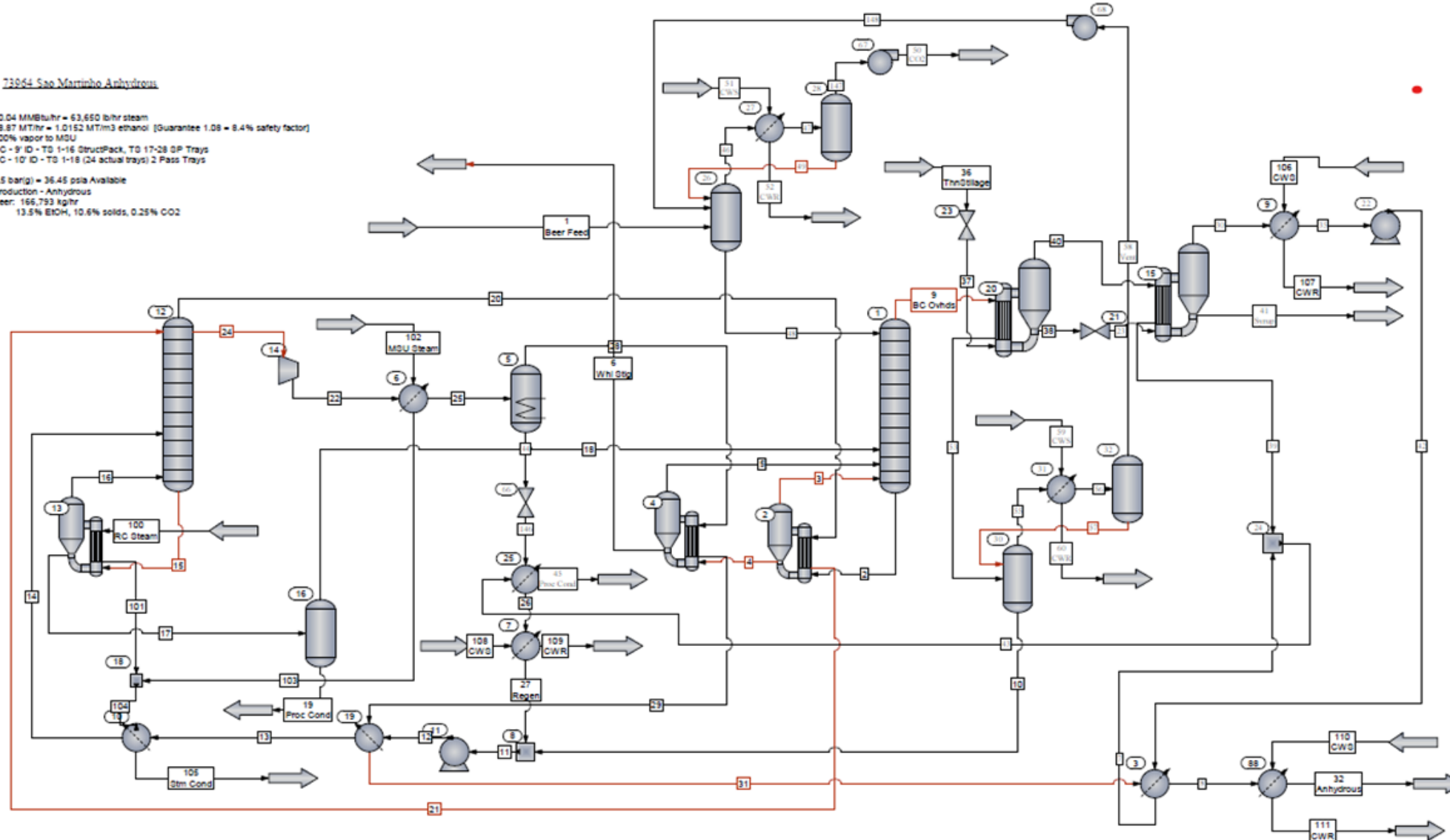
- **EVAPORAÇÃO DA VINHAÇA**

- Sistema em 3 efeitos
- Utiliza energia da destilação. Os condensadores do flegma são os corpos da evaporação.
- 100% do condensado recirculado no processo
- O evaporador é do tipo Falling Film.

FLUXOGRAMA – DESTILARIA/EVAPORADOR DE VINHAÇA

73864 Sao Martinho Anhydrous

60.04 MMBtu/hr = 63,650 lb/hr steam
 28.87 MT/hr = 1.0152 MT/m³ ethanol (Guarantee 1.08 = 8.4% safety factor)
 100% vapor to MOU
 RC - 9' ID - TD 1-16 StructPack, TD 17-28 0P Trays
 BC - 10' ID - TD 1-18 (24 actual trays) 2 Pass Trays
 1.5 barg = 36.46 psia Available
 Production - Anhydrous
 Beer: 166,793 kg/hr
 13.5% EtOH, 10.6% solids, 0.25% CO₂



Anhydrous Product:
 99.4% EtOH
 OG = 0.792 @ 68 deg F
 22,522.5 kg/hr @ 8500 hrs/yr
 63.8 MMGPY = 28,437 m³/hr

DESTILARIA E EVAPORADOR DE VINHAÇA INTEGRADO



PLANTA DE ETANOL E MILHO USINA BOA VISTA
SÃO MARTINHO



LEVEDURAS

LEVEDURA E SUAS FORMAS DE PRODUÇÃO/UTILIZAÇÃO

- **LEVEDURA SECA INATIVA -LIS**
- **LEVEDURA AUTOLISADA**
- **PAREDE CELULAR**
- **EXTRATO DE LEVEDURA**

LEVEDURA ÍNTEGRA SECA - LIS

- É o produto mais comum produzido a partir do creme de leveduras obtido por 'sangria', após a centrifugação das leveduras contidas no vinho.
- Embora simples, é um processo que exige cuidados cada vez maiores quanto à assepsia e ao teor de proteína.
- Devido à alta oferta no mercado, levedura com teor de proteína abaixo de 38%, tem preço e procura, menores.
- O aumento do teor de proteína tem de ser feito por processo bem controlado:
- As etapas são:
 - Lavagem do creme por diluição e centrifugação.
 - Recuperação da água alcoolizada.
 - Passagem por tanques em série nos quais a levedura é submetida a stress térmico e tempo de residência – em torno de 6 horas.
- Após este tratamento há a fase de secagem por spray-dryer.

LEVEDURA ÍNTEGRA SECA - LIS

- Ingrediente de alto valor nutritivo
 - Alto conteúdo proteico
 - Excelente balanço de aminoácidos
 - Elevada concentração de vitaminas do Complexo B
- Palatabilizante
- Efeitos profiláticos (ação como antibiótico natural)
- Melhora a conversão alimentar

LEVEDURA AUTOLISADA

- Produto obtido de autólise da célula da levedura e que congrega as qualidades do “extrato de levedura” somadas às da “parede de levedura”.
- Alta disponibilidade dos micronutrientes.
- Acentuada característica de palatilizante.
- Acentuada disponibilidade dos nucleotídeos
- Aumenta a conversão alimentar pela ação das enzimas (glucanases e proteases) e nucleotídeos.
- Atuação como antibiótico natural e rico em fibras funcionais:
 - Pela ação das glucanas e mananas que agem no intestino do animal sequestrando bactérias patogênicas.
- É produzida pelo mesmo equipamento que prepara a levedura para ser secada. Neste conjunto de tanques a levedura é submetida a um processo osmótico pelo qual o conteúdo da célula é extraído. O líquido resultante, que é uma suspensão de levedura esvaziada em seu conteúdo, é enviado ao spray-dryer para secagem.

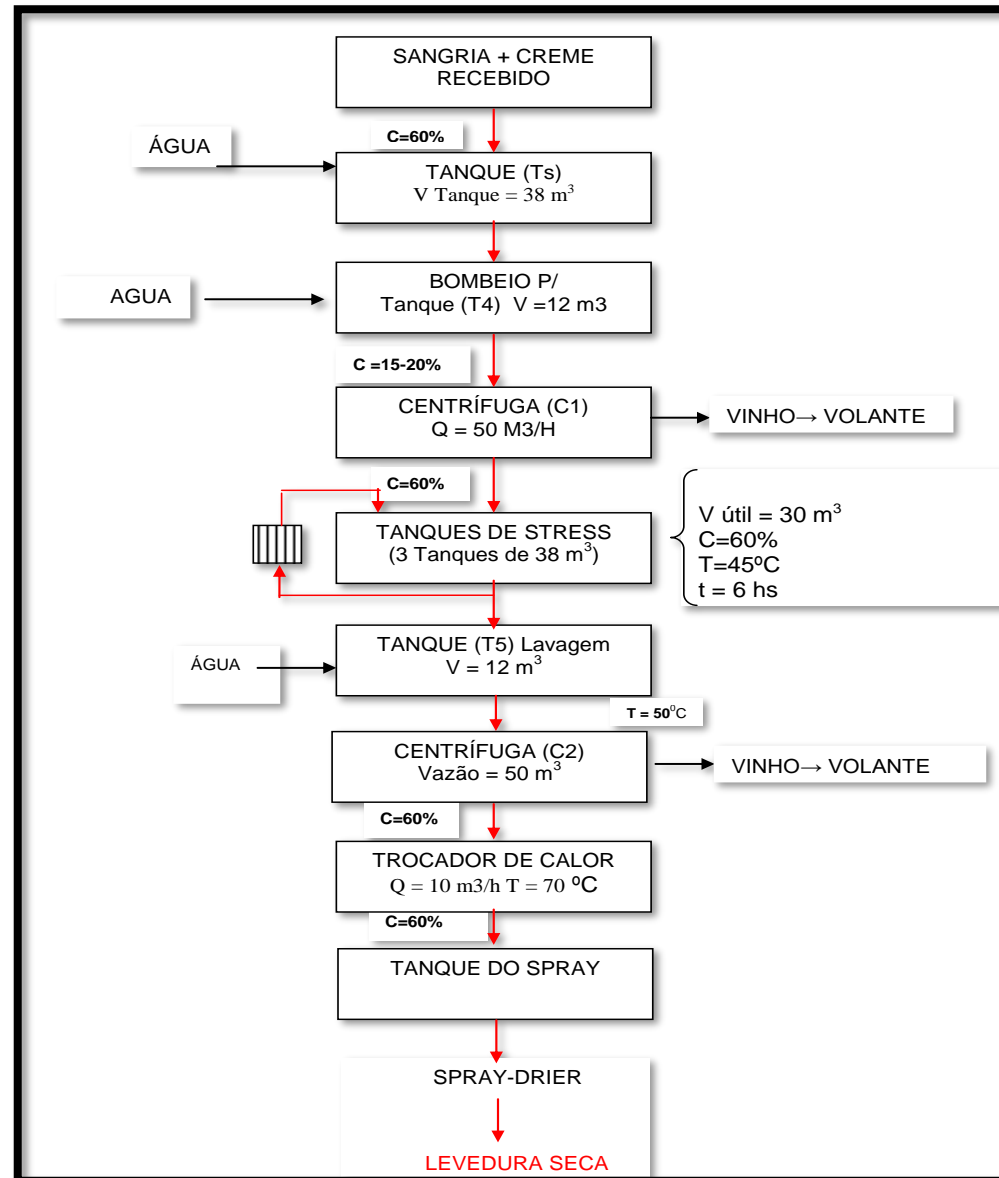
PAREDE CELULAR

- Produto obtido através de separação via centrífuga, da suspensão que contém a parede celular e o extrato da levedura autolisada.
- É rica em Glucanas e Mananas, que são fibras funcionais
- Atuação como antibiótico natural pela ação das Glucanas e Mananas que agem no intestino do animal sequestrando bactérias patogênicas.
- Aumenta a conversão alimentar pela ação das enzimas que contém.
- O teor de proteína tem de ser menor que 33%.

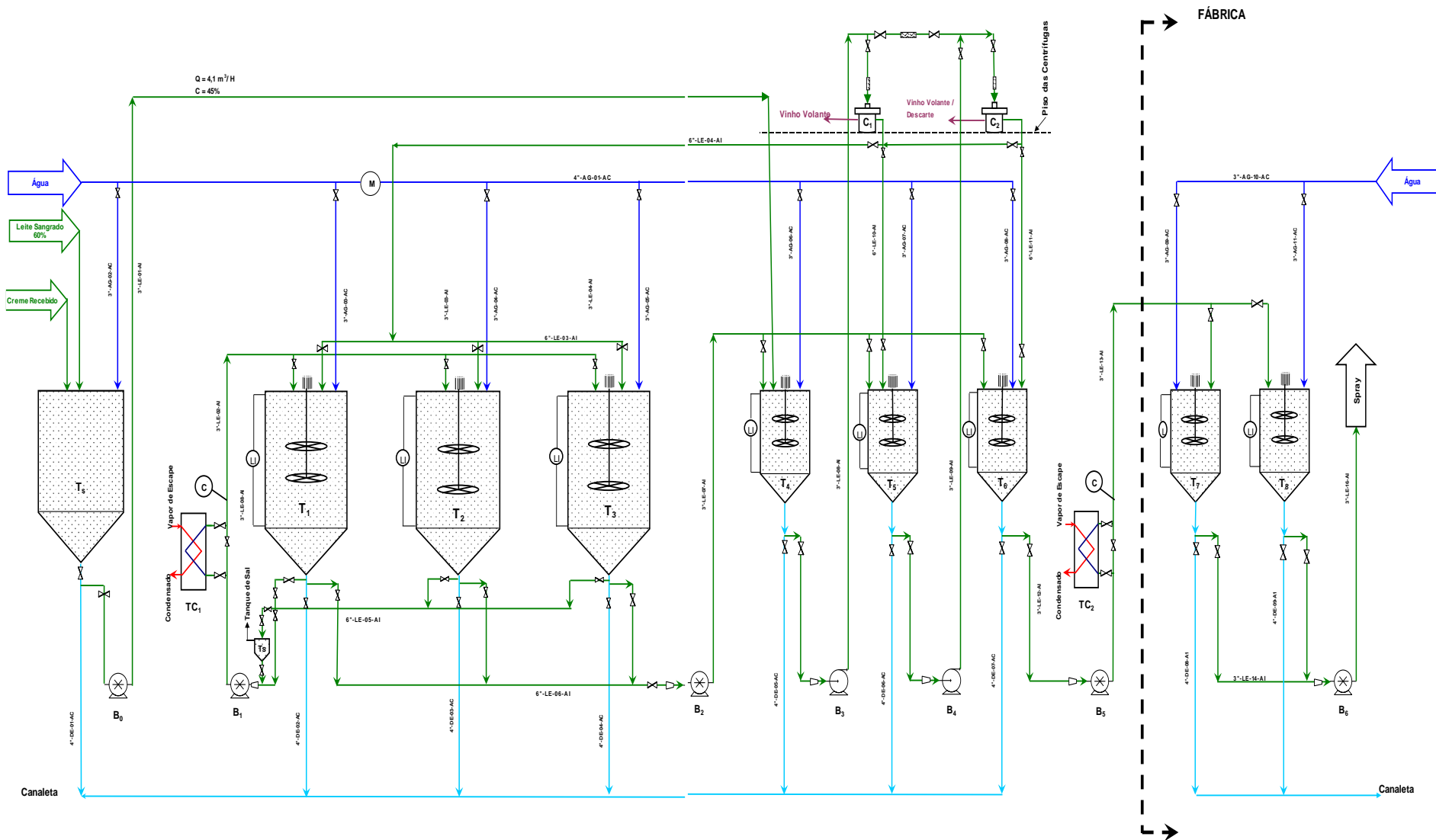
BENEFÍCIOS DA SEPARAÇÃO DE LEVEDURAS

- É um subproduto da produção de etanol
- Contribui para uma fermentação saudável
- **Quanto 'sangrar'**: a partir da concentração de leveduras no mosto em fermentação, que se quer manter nas dornas da fermentação, define-se a quantidade que será 'sangrada'. Em condições normais, podem ser 'sangradas' entre 20 a 25 gramas de levedura secas / litro de etanol. Não há mal em 'sangrar' além destas quantidades.
- Mantem controlada a concentração celular desejada na dorna de fermentação.
- Reduz tendências de floculação e de infecções na fermentação. Redução no consumo de dispersantes e antiespumantes.
- Redução de incrustações nos aparelhos de destilação.
- Redução da carga orgânica do vinhoto.
- Aumento da receita industrial pela comercialização de levedura seca.

FLUXOGRAMA - LIS



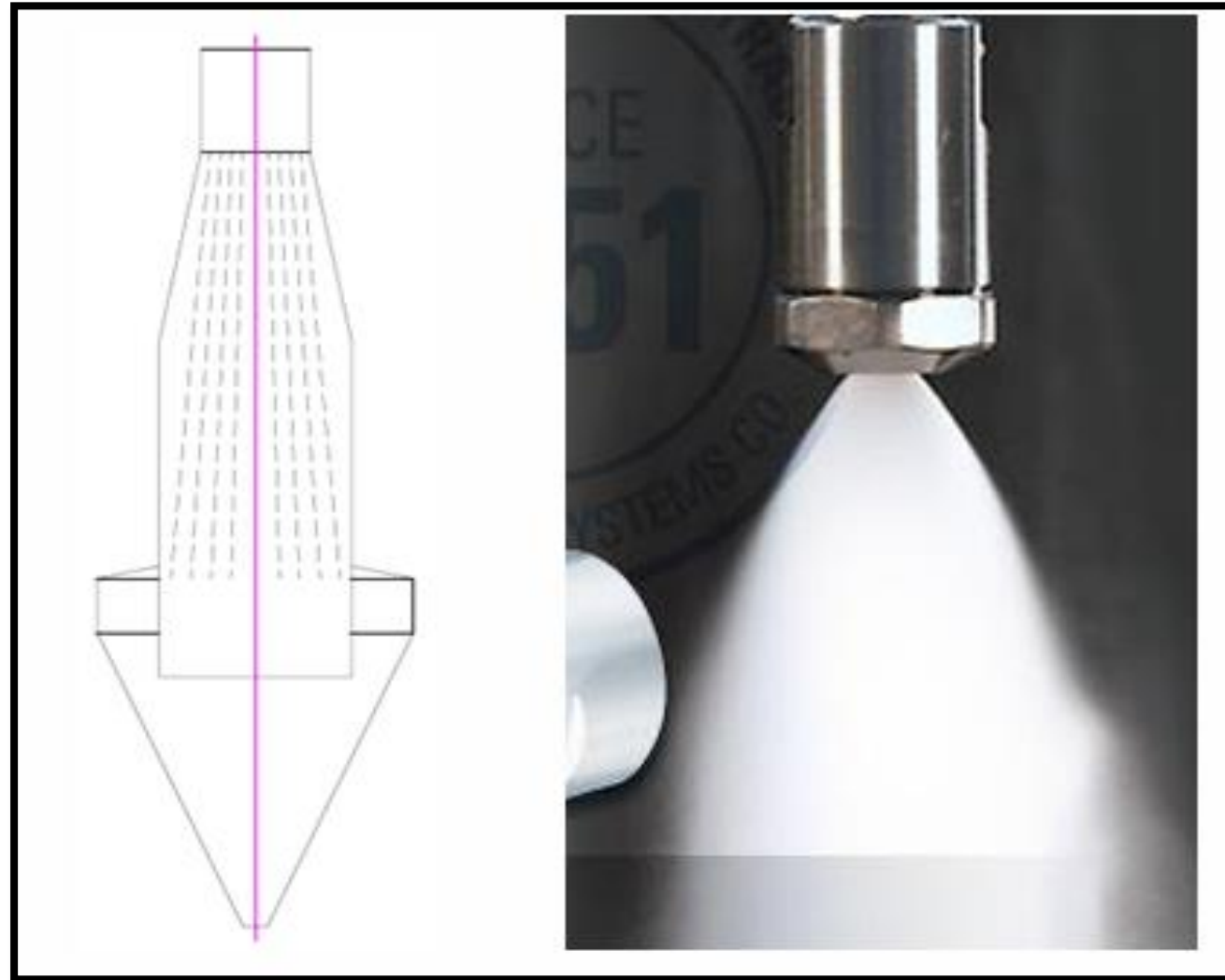
FLUXOGRAMA – LEVEDURA SECA, LEVEDURA AUTOLISADA E PAREDE CELULAR



SPRAY – DRYER COM BICOS ATOMIZADORES



SPRAY – DRYER - BICOS ATOMIZADORES



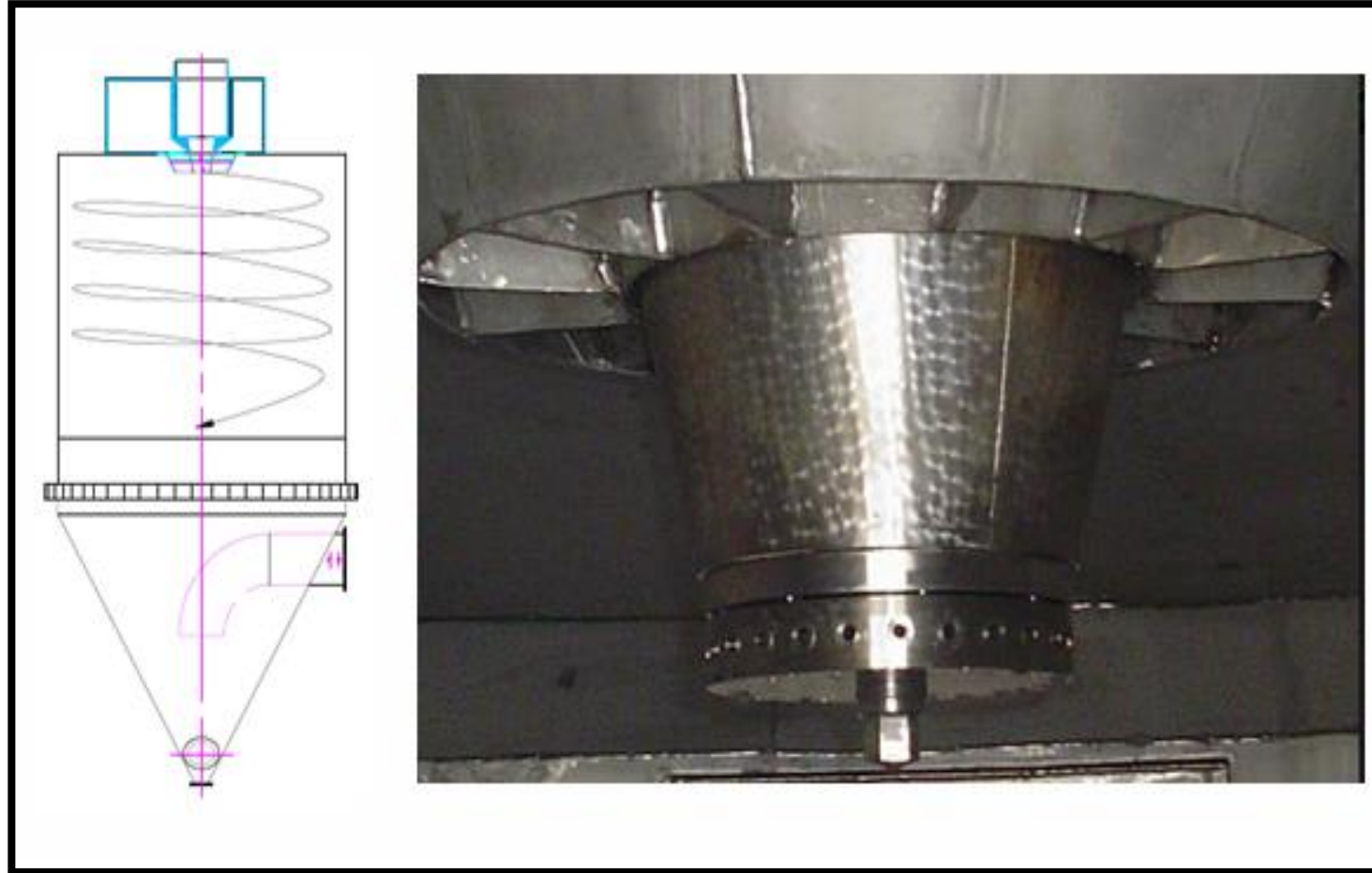
SECADOR DE BICO ASPERSOR

- LEVEDURA INATIVA SECA: Seca com bom rendimento de secagem
- LEVEDURA AUTOLISADA: Seca com bom rendimento de secagem
- PAREDE CELULAR DE LEVEDURA: Seca com bom rendimento de secagem
- EXTRATO DE LEVEDURA: Seca bem, sofrendo pequenas variações no rendimento de secagem conforme a umidade ambiente.

SPRAY DRYERS COM DISCO ATOMIZADOR



SPRAY – DRYER - DISCO ATOMIZADOR



SECADOR DE DISCO ATOMIZADOR

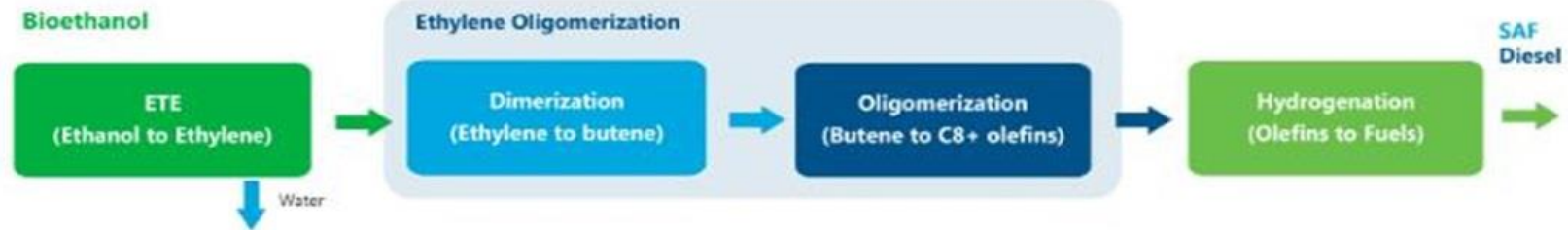
- LEVEDURA INATIVA SECA: Seca com bom rendimento de secagem
- LEVEDURA AUTOLISADA: Seca, porém com certa dificuldade, grudando nas paredes
- PAREDE CELULAR DE LEVEDURA: Seca, com rendimento de secagem superior à levedura autolisada, porém inferior à levedura inativa seca.
- EXTRATO DE LEVEDURA: Não seca

SUSTAINABLE AVIATION FUEL - SAF

- **CONSUMO MUNDIAL DO COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO – 450 BILHÕES DE LITROS**
- **PRODUÇÃO ATUAL DE SAF - 1,8 BILHÃO DE LITROS A PARTIR DE UCO – USED COOKING OIL**
- **PRODUÇÃO DE SAF PODE CHEGAR A 2% DA DEMANDA MUNDIAL EM 2030.**
- **VÁRIAS TENTATIVAS DE VIABILIZAR A PRODUÇÃO DE SAF A PARTIR DO ETANOL.**
- **OS PROCESSOS ATÉ AGORA CONHECIDOS EXIGEM ETANOL COM ESPECIFICAÇÕES DE QUALIDADE QUE O ETANOL COMBUSTÍVEL PRODUZIDO NO BRASIL NÃO ATENDE.**
- **PRECISA SER CERTIFICADO QUANTO À PEGADA DE CARBONO E DEMAIS EXIGÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE.**

SUSTAINABLE AVIATION FUEL – SAF - LUMUS

Lummus ETJ (Ethanol to Jet) Process



Only licensor with large-scale EtE unit in operation

10+ years of **commercial experience**



3 **commercial units** in operation

Thirty-seven years experience

High conversion and selectivity



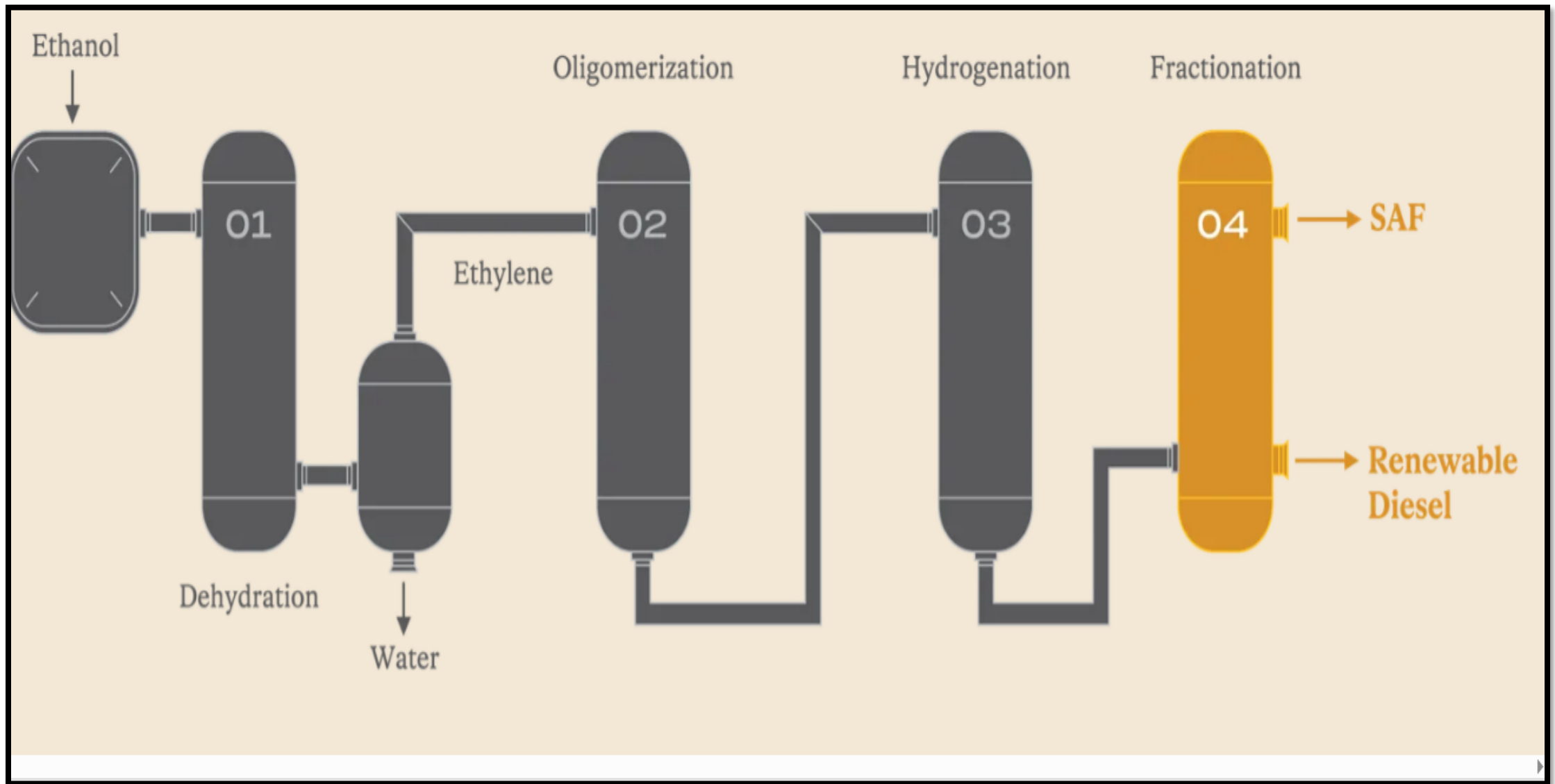
Only licensor with **commercialized catalyst** producing C8+ product in operation



Lummus / CLG extensive hydrotreatment experience applied to treatment of Heavy Oligomers

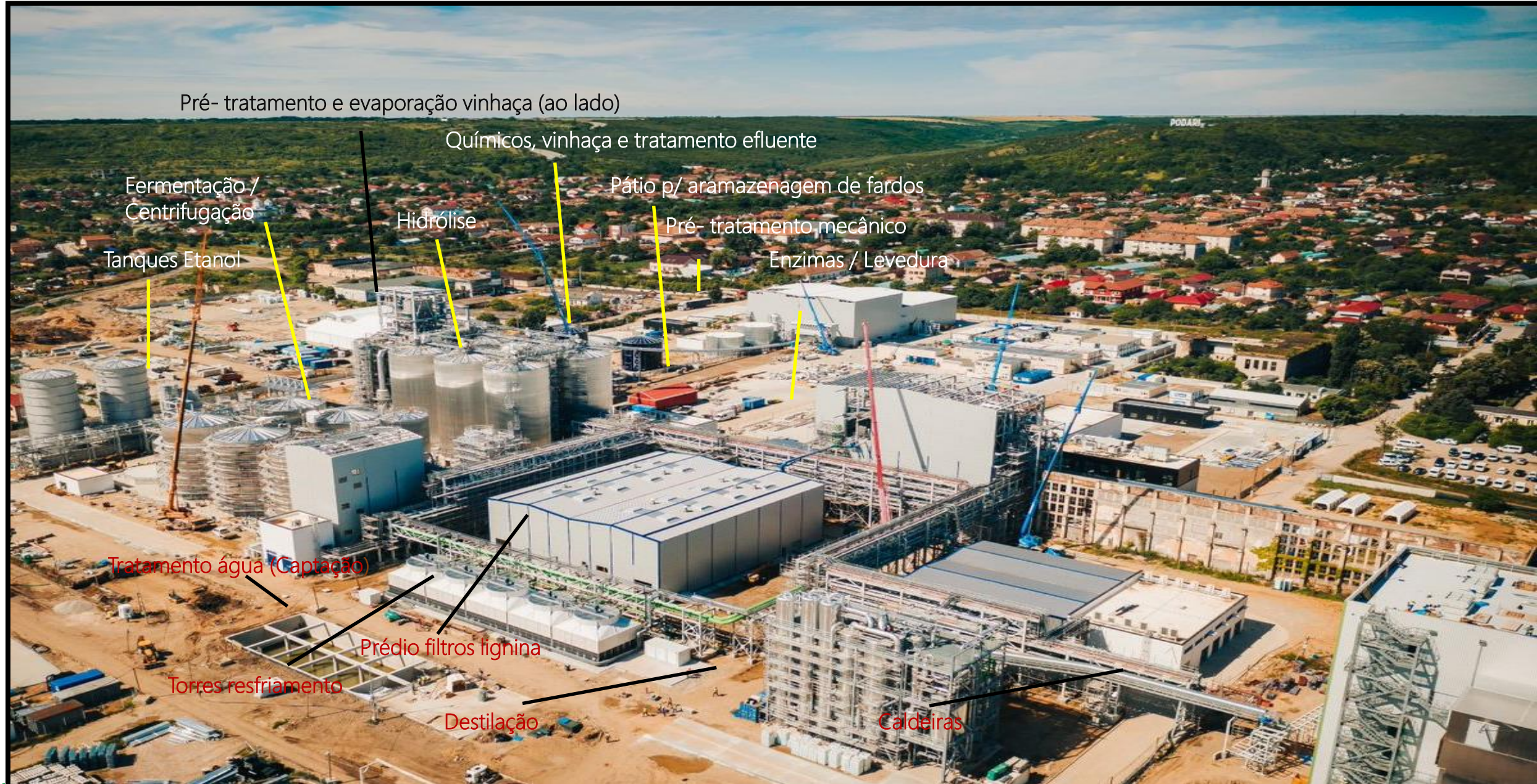


SUSTAINABLE AVIATION FUEL – SAF - LANZAJET



E2G

Planta Projeto Sunliquid - Podari - Romênia



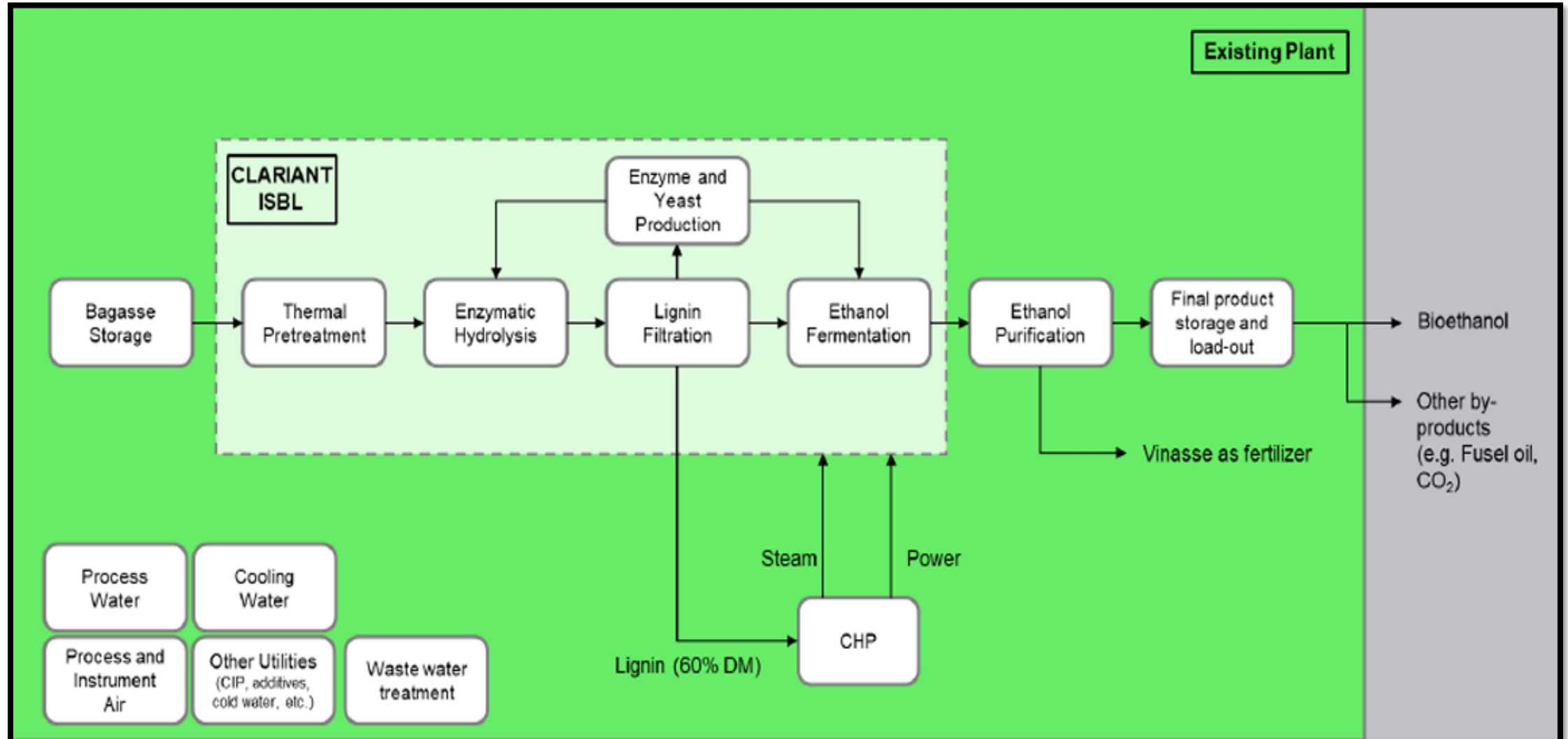
- **Planta de E2G projetada e construída pela Clariant, em Podari, cidade da Romênia.**
- **Previsão de plena operação em 2022, com comissionamento iniciado em 2021.**
- **O E2G seria produzido usando a palha de trigo e de outros cereais, tais como arroz e assemelhados.**
- **Capacidade para produzir 63 milhões de litros/ano, processando 250 mil toneladas de palha de trigo.**
- **A foto inserida no slide anterior mostra uma belíssima obra de engenharia, de projeto e de construção.**
- **Infelizmente não resistiu às dificuldades que o processo de produção de E2G carrega e encerrou definitivamente as atividades em 2023.**

- **Várias tentativas têm sido feitas, entre elas:**
 - **Granbio – Alagoas**
 - **Grupo Mossi – Ghissolfi – Crescentino – Itália**
 - **DuPont – Iowa - EUA: esta planta ficou pronta, mas a DuPont não produziu um litro sequer de etanol. A planta foi vendida para uma empresa alemã que produz derivados de biomassa, para outros fins.**
 - **Raizen – plantas em Piracicaba (Usina Costa Pinto) e em Guariba (Usina Bonfim)**
- **Todas contribuem com o desenvolvimento de novas tecnologias, mas pagam um preço muito alto que não é suportável para a maioria das usinas/destilarias, como investimento.**

- **Além das dificuldades técnicas ainda não bem resolvidas, o custo de uma planta com capacidade para produzir 85 milhões de litros em 330 dias), segundo a Raizen, custaria 1,1 bilhão de reais.**
- **Como comparação, uma planta de etanol de milho que produza 218 milhões de litros de etanol em 330 dias, incluindo armazenagem de milho para 90 dias de produção, custaria o mesmo 1,1 bilhão de reais.**
- **E esta planta de etanol de milho ainda entregaria 120 mil toneladas de DDGS e 8 mil toneladas de óleo de milho.**
- **Entre as dificuldades técnicas não bem resolvidas estão:**
 - **Produção própria das enzimas.**
 - **Uso obrigatório de levedura geneticamente modificada**
 - **Dependência de energia elétrica e térmica da planta que produz açúcar e etanol.**
 - **Alto volume de vinhaça devido ao baixo teor alcoólico na fermentação – em torno de 5°GL.**

- **Por isso, incomoda ouvir que o E2G é mais sustentável que o E1G.**
- **Esta afirmativa talvez seja válida para a origem dos projetos de E2G, Europa, Estados Unidos. A biomassa disponível nestas regiões, pode ser classificada como resíduo, pois é muito difícil a utilização da palha de cereais para a geração de energia em grande escala.**
- **Assim, caso o E2G fosse técnica e economicamente viável, sendo autosuficiente em energia, este etanol seria tão sustentável quanto o E1G. Porém, as premissas não se realizaram, mas alguém criou uma certificação para o E2G, segundo critérios, que por incrível que pareça, ninguém, dos nossos meios acadêmicos principalmente, teve a coragem de desmistificar esta questão e surgiu o E2G mais sustentável que o E1G.**
- **Aqui no Brasil, uma planta ‘stand alone’ de E2G não sairia sequer do papel, por absoluta falta de energia gerada por ela, além do problema sério que é o uso racional da vinhaça.**
- **Porém, se há alguém que pague mais pelo E2G porque alguém certifica que ele é mais sustentável, bom para quem conseguir produzi-lo e vendê-lo por um preço que consiga pagar o investimento.**

FLUXOGRAMA PROCESSO E2G - CLARIANT



Muito obrigado!

***Ericson Marino,
Ribeirão Preto, 23/10/2024.***