STAB
Regional Sul

Produção de Biogás e geração de energia a partir da vinhaça

Nivaldo Dias – Engenharia de Aplicação e Vendas

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Líder global em tratamento biológico de efluentes & gás

Uma empresa familiar fundada em 1960,
20% ações pertence a S. Klatten

> 60
PAÍSES
Presença Mundial

> 400
Colaboradores

> 2900
Referências Mundiais

Presença mundial através de uma rede de escritórios e parceiros regionais

ETHANOL

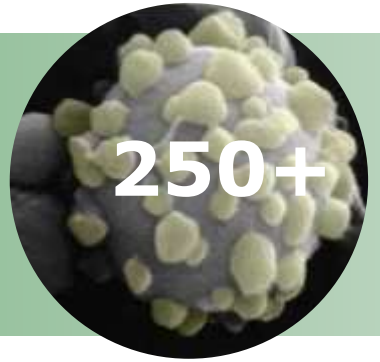
revitalising resources

PAQUES

Paques utiliza biotecnologia natural para tratar efluentes e biogás (gás)

Referências em reatores anaeróbios

Referências em remoção de nitrogênio



Referências em dessulfurização de biogás (gás)

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Paques introduziu inovações tecnológicas e as converteu em aplicações industriais de alta qualidade

nós inventamos praticamente tudo o que vendemos

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Paques tem 106 referências anaeróbias e mais de 30 anos de experiência nas indústrias de Etanol

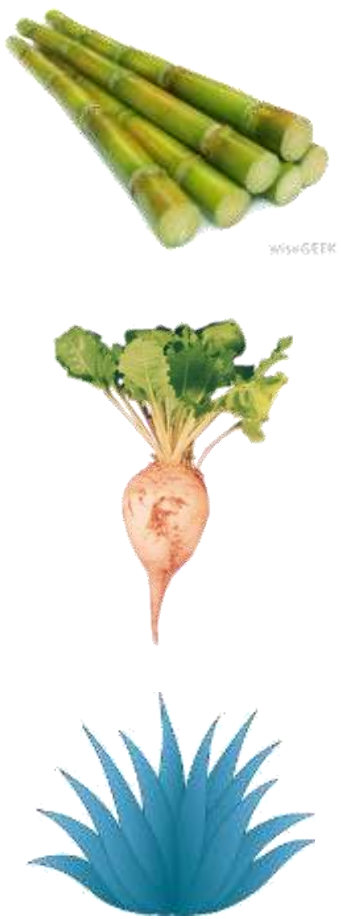
ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

As referências da Paques incluem vários tipos de matérias primas incluindo os últimos desenvolvimentos (celulose, gás residual)

Culturas de amido



Culturas de açúcar

Biocombustíveis avançados

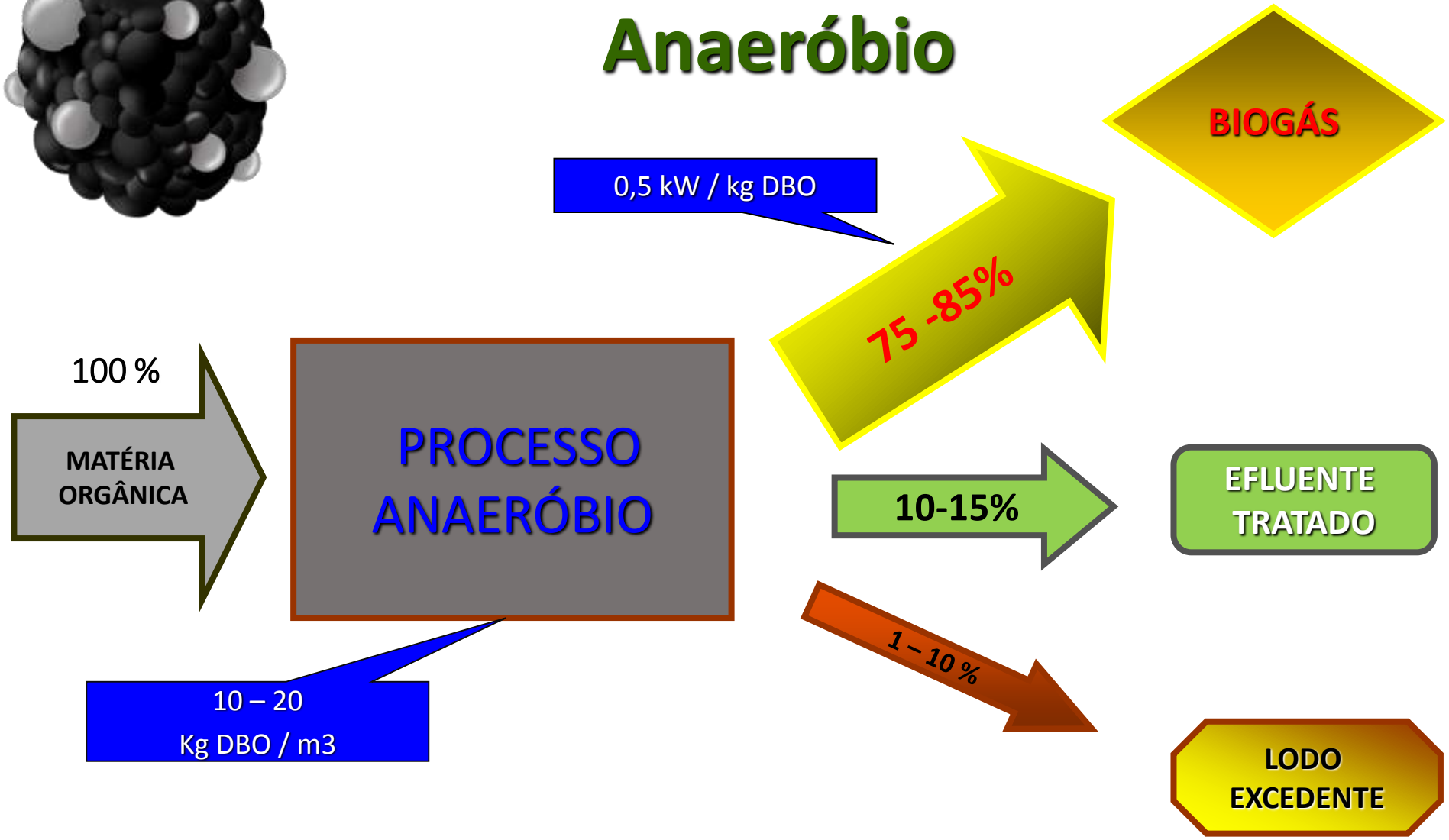
ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Processos Biológicos

Anaeróbio



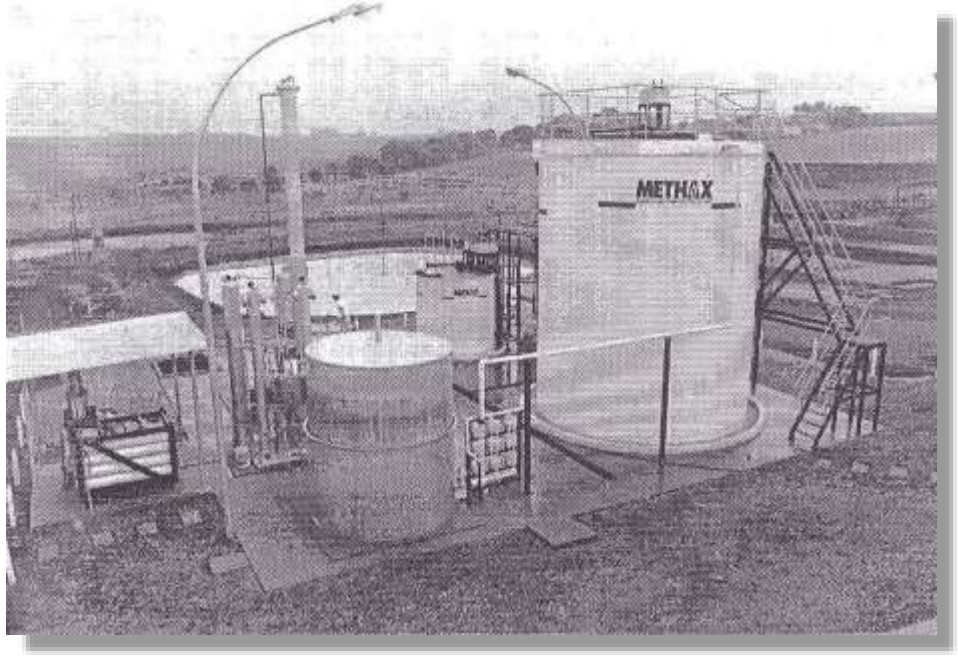
ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Primeiras experiências da Paques na indústria de etanol com reatores UASB tratando vinhaça no Brasil

1984



1986

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

A Produção de Biogás foi um sucesso e utilizando como combustível na frota em substituição do diesel/etanol

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

As experiências da Paques na indústrias de Etanol são desde pequenas fabricas de bebidas de destilados até grandes bio-refinarias

Bebidas de etanol de frutas

Produção: 0.2~0.3 MI Litros / ano

Carga em DQO : **2.5 ton/dia**

1993

Etanol de 2a. Geração (Cellulose)

Produção: ~80 MI Litros / ano

Carga em DQO: **250 ton/dia**

2012

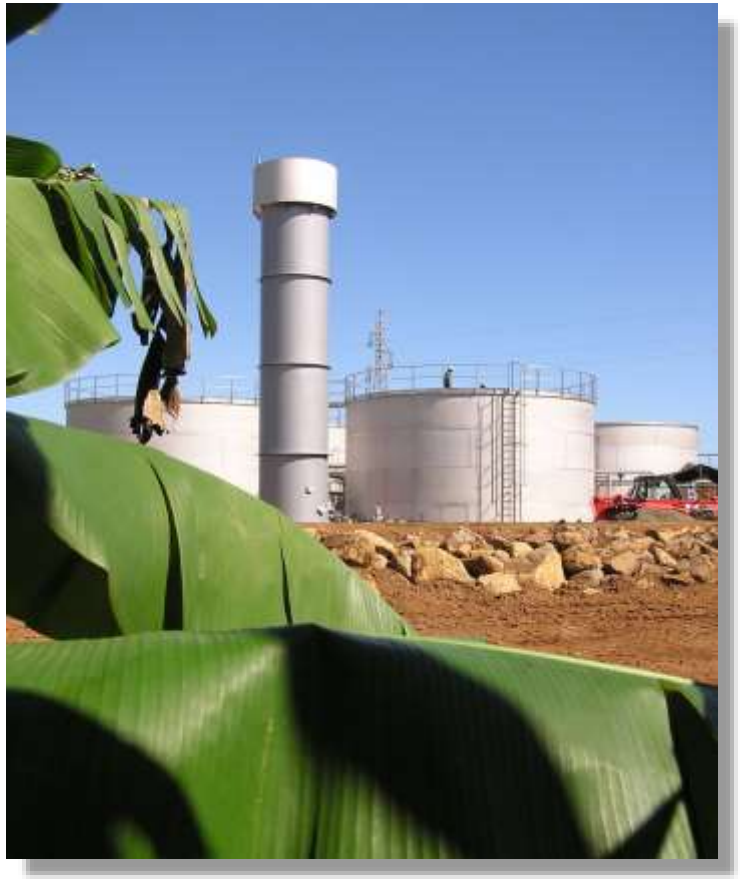
ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Paques tem experiências com diferentes tipos vinhaças de cana-de-açúcar

2007



ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Paques tem experiências com vinhaça / condensado de etanol 2G geração e tem 3 referências instaladas, além de realizados vários estudos em planta piloto

ETHANOL

2012, Italy
2G Stillage

2015, Finland
2G condensate

2013, America
2G stillage

revitalising resources

PAQUES

Opções para Produção de Biogás a partir do tratamento Anaeróbio da vinhaça de destilarias de etanol:

- Destilarias (100% Etanol): Vinhaça de Caldo;
- Usinas Mistas (Açúcar / Etanol);
- Etanol a partir do Melaço;
- Etanol de 2ª Geração.

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Reator ICX de alta taxa

- Tecnologia avançada com biomassa granular → alta concentração de biomassa → alta capacidade de conversão → Alta TA & baixo TRH → Tanques pequenos / pouca area → **baixo CapEx**
- TA aplicação tipica: ~15 kg DQOS/m^3.r.dia*
- Retenção de biomassa maior que do tempo de retenção hidráulica devido a separação de biomassa em reator.
- Produz biomassa granulada que pode ser **vendida**
- Reator robusto com ótima performance devido a alta concentração e atividade das bacterias metanogenicas.
- Reator com baixa manutenção: sem partes móveis no interior, os internos de plástico têm uma longa vida útil
- Sem acúmulo de material inerte devido a alta intensidade de mistura e sistema de extração de biomassa.

*** Tipica TA para vinhaça; em outras industrias a TA pode chegar até 30 kg DQO/m3.r.d**

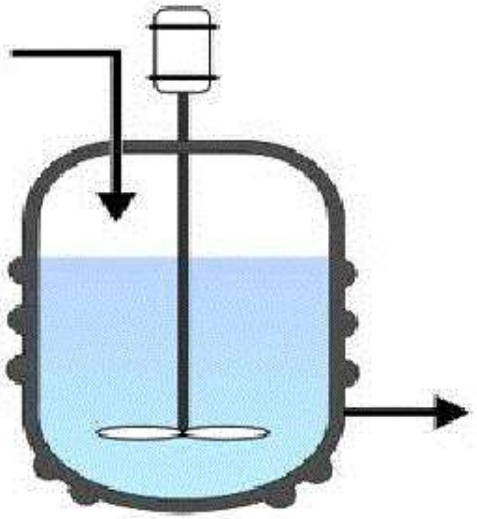
ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

CSTR (baixa taxa)

- Sistema de baixa taxa de aplicação
- A biomassa consiste em bactérias livres para movimentar → baixa concentração de bactérias → baixa capacidade de conversão → baixa TA longo TRH → tanques grandes / maiores áreas → **maior CapEx**
- Normalmente aplicado para efluentes com alta concentração de SST conversíveis *
- TA típica: ~ 3 kg DQOS / m3.r.dia
- Normalmente não tem sistema interno de retenção de biomassa → tempo de retenção de biomassa = TRH
- Em caso de acumulação de sólidos inertes ou precipitação (dimensionamento), a limpeza / manutenção periódica é necessária
- Dispositivos de mistura internos difíceis de manter

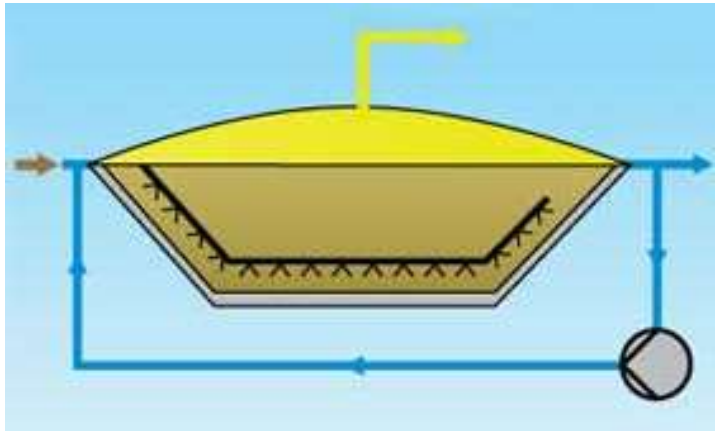


* **SST na vinhaça é principalmente levedura que é pobre para degradar via anaeróbia → gás limitado a partir dos sólidos (SSV)**

ETHANOL
revitalising resources
PAQUES

Sistema de baixa taxa (Lagoa)

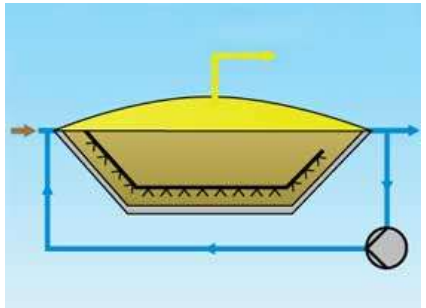
- Sistema de baixa tecnologia
- A biomassa consiste em bactérias livres no meio → baixa concentração de bactérias → baixa capacidade de conversão → baixa TA e longo TRH → grande necessidade de área devido à altura limitada do reator.
- TA típica: ~ 3 kg SCOD / m3.r.dia (faixa: 1 ~ 5)
- Não tem sistema interno de retenção de biomassa
- O material inerte se acumulará, mas não poderá ser removido facilmente: a cobertura da lagoa não pode ser aberta *
- Risco de ruptura da lona em altas cargas de vento → risco de vazamento de grandes volumes de biogás inflamável e tóxico
- Membrana / revestimento de vida limitado
- Riscos durante a operação com alto volume de gás, emissões de H2S tóxicos, perda de biogás, riscos de explosão.

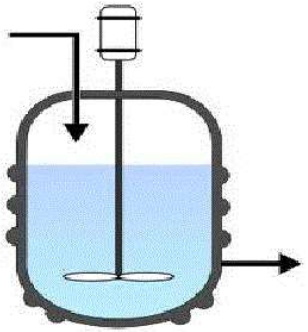


* O SST na vinhaça é principalmente levedura que é pobre em conversão anaeróbia, pouco degradável e pode acumular

ETHANOL
revitalising resources
PAQUES

Comparativo das Opções





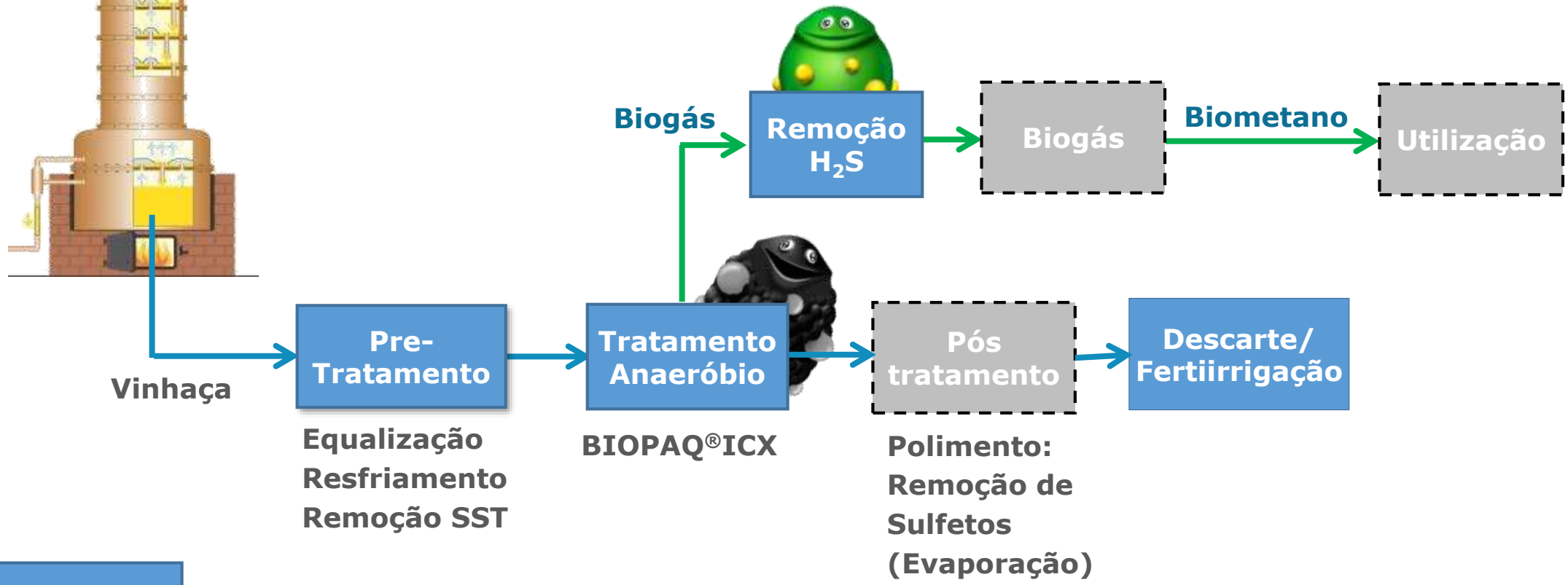
	ICX	Lagoa	CSTR
Taxa de Aplicação	alta	baixa	baixa
Típica TA (kg DQOm^3.r.d)	~15	~3	~3
Típico TRH (dias)	1,5~4	> 20	> 20
Volume Reator / Area	pequeno	grande	grande
Tipo de Biomassa	Granulado	suspenso	suspenso
Separadores Internos	sim	não	não
CAPEX	baixo	baixo	alto
Remoção de Solidos	Fácil	Difícil	Moderado
Estanqueidade (gas)	++	+/-	++
Manutenção	Fácil	Moderado	Mais difícil

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Biogás (Biometano) em destilarias



Tratamento Básico

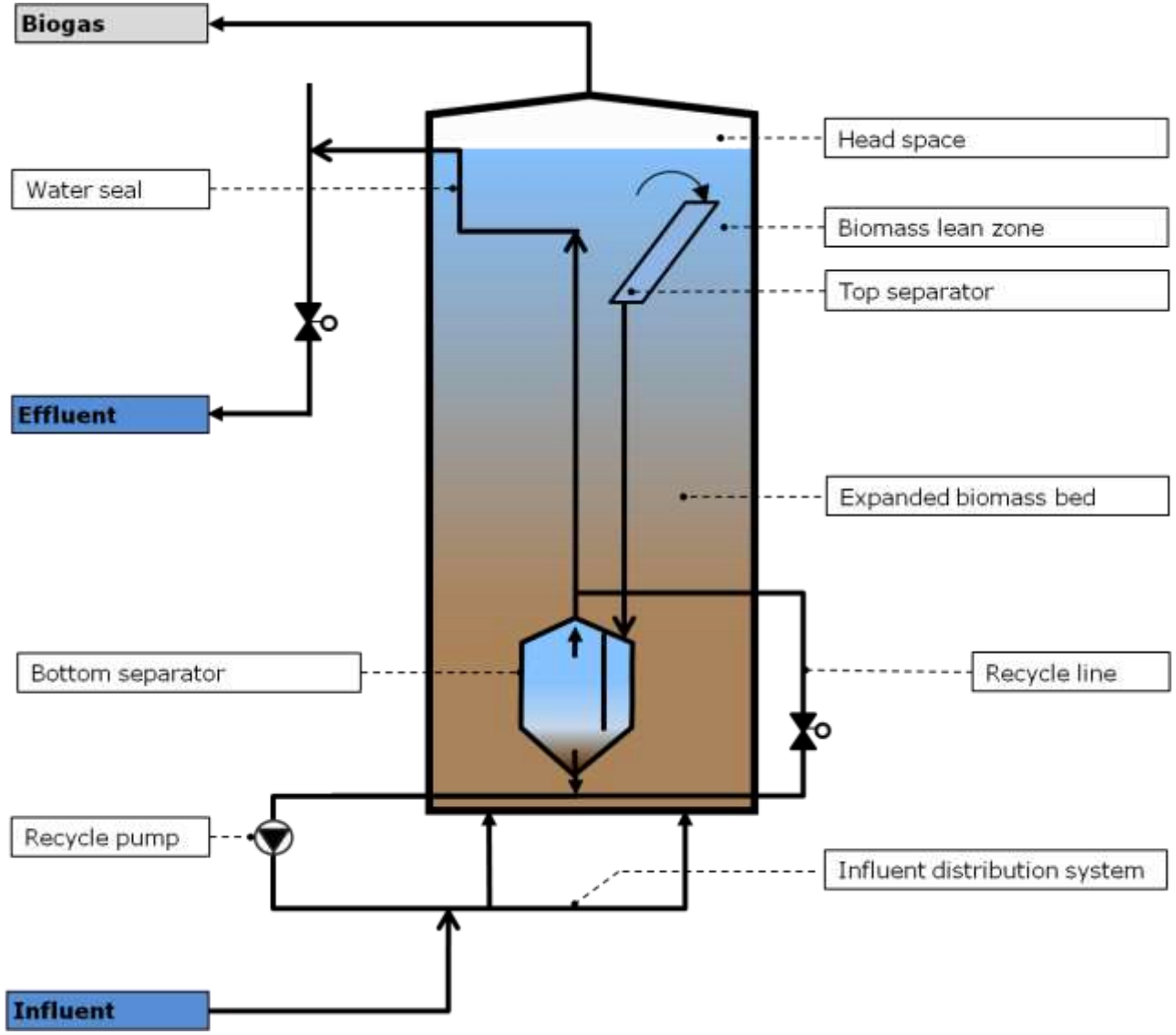
Projetos Especificos

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

O BIOPAQ®ICX é a última tecnologia anaeróbia desenvolvida



revitalising resources

Copyright by PAQUES bv, The Netherlands. All rights reserved.

Reator BIOPAQ®IC

- Alta Taxa (20-30 kg DQO/m^3.d)
- Ocupa pouco espaço
- Baixo tempo de retenção hidráulica
- Ótima retenção de lodo: Dois estagios de separação
- Internos em plástico (polipropileno) sem problemas de corrosão ou manutenção
- **Mais de 700 referências no mundo.**

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

BIOPAQ®ICX:
Reator de demonstração no Grupo São Martinho
Usina Iracema –Iracemápolis / SP

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

PAQUES

THIOPAQ®
Desulfurização do biogás

Paques:
Líder em
tratamento
biológico de
efluentes e
gás

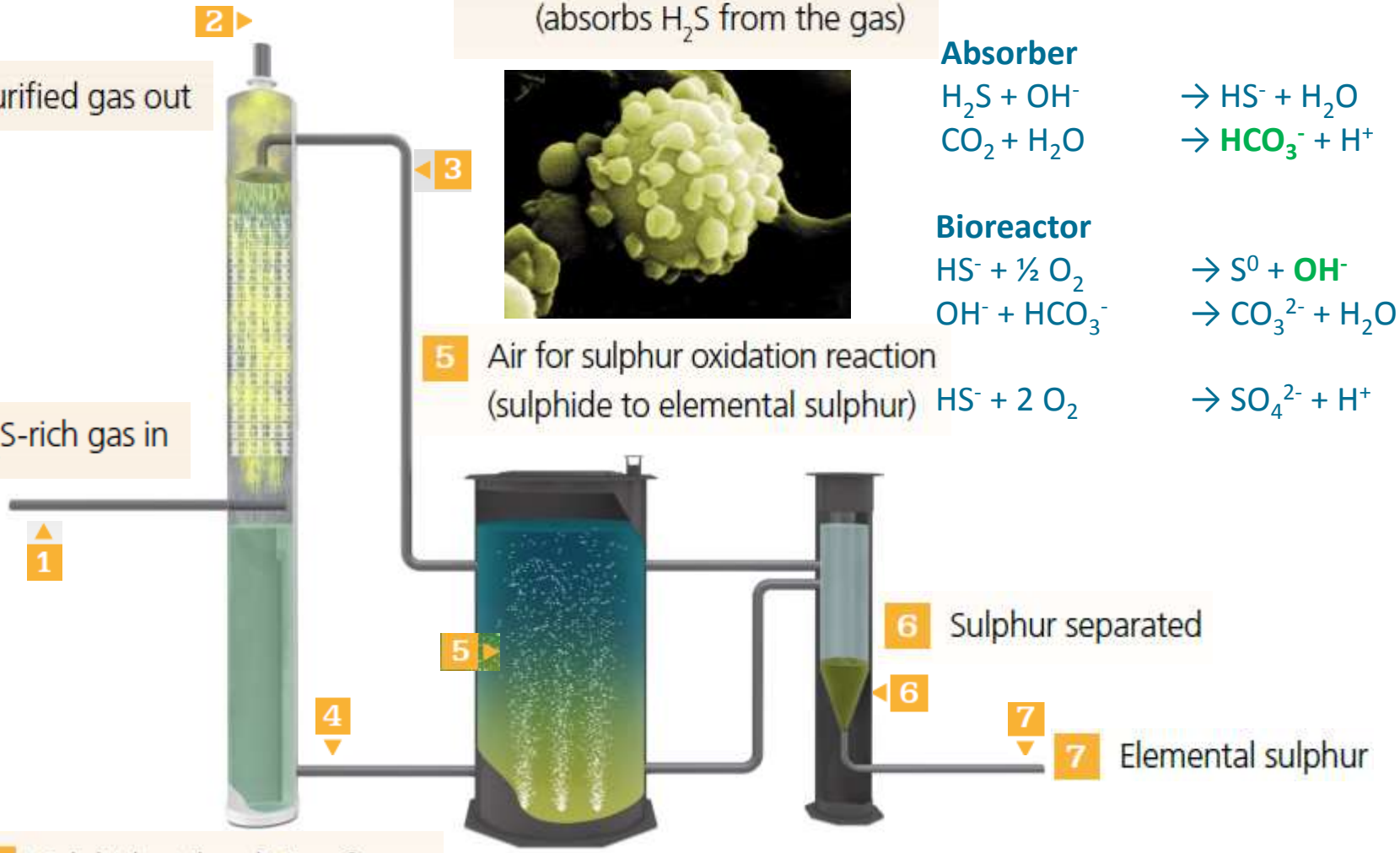
O H_2S precisa ser removido antes que o (bio) gás possa ser utilizado

Dependendo do uso do (bio) gás, diferentes ações estão presentes para atingir a concentração desejada de **H_2S** no gás tratado.

Uses	Required H_2S
Boiler to produce hot water	< 1000 ppm
Gas Engine	< 250 ppm
Natural gas quality	< 3.5 ppm
Carbon Steel piping for biogas transport	< 4 ppm

O **H_2S** é corrosivo para os equipamentos e, quando queimado, forma SO_2 tóxico que, por sua vez, resulta em chuvas ácidas.

Funcionamento do THIOPAQ®



Absorber

$H_2S + OH^- \rightarrow HS^- + H_2O$

$CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H^+$

Bioreactor

$HS^- + ½\ O_2 \rightarrow S^0 + OH^-$

$OH^- + HCO_3^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$

$HS^- + 2\ O_2 \rightarrow SO_4^{2-} + H^+$

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

THIOPAQ® tem uma aplicação no mundo todo

THIOPAQ® é aplicável para e grandes instalações, em uma ampla gama de vazão de gás e carga de enxofre.

Scrubber

Bioreactor

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

THIOPAQ BACARDI – Porto Rico

Biogás a partir da biodigestão anaeróbia da vinhaça

5.000 Nm³/h

5.000 ppmV H_2S

H2S outlet ≤ 80 ppmV

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

THIOPAQ® referências

Aterro Sanitário
ECOFOR (Caucaia, CE – Brasil)

12.500 Nm^3/h,
1.000 ppm H_2S

H2S outlet ≤ 25 ppmv

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Projeto Biogás a partir da vinhaça

Vazão Biogas: 11.550 Nm3/h

H_2S Out ≤ 80 ppmV

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Energia a partir do Biogás

250 Nm³ Biometano (96% CH_4) **= 1 MW**

400 Nm³ Biogás (60% CH_4) **= 1 MW**

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Biogás e seus usos

COMPARATIVO ENERGÉTICO

COMBUSTÍVEL	PCI (Kcal/kg)	DENSIDADE (Kg / Nm^3)	EQUIVALÊNCIA 1 Nm^3 de CH_4
METANO (95 %)	11.350	0,775	-
ALCOOL	7.090	0,789	1,57 litros
DIESEL	10.000	830	1,0 litros
GASOLINA	10.600	735	1,1 litros
GLP	10.000	585	1,5 litros
OLEO COMBUSTÍVEL	10.500	880	0,95 litros
GAS NATURAL	11.440	0,775	0,96 m^3

BAGAÇO DE CANA = 1800 Kcal/kg

ETHANOL
revitalising resources
PAQUES

Produção de Energia

250 Nm^3 Biometano (96% CH_4) **= 1 MW**

ou

400 Nm^3 Biogás (60% CH_4*) **= 1 MW**

*** Característica típica do Biogás de biodigestão anaerobia da vinhaça**

ETHANOL
revitalising resources
PAQUES

Produção de Energia a partir do Biogás

0,75 MWH – Motogerador Jenbacher (GE)

ETHANOL
revitalising resources
PAQUES

Produção de Vapor a partir do Biogás

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Energia a partir do Biogás

Green Create – África do Sul

2 x 0,75 MWH

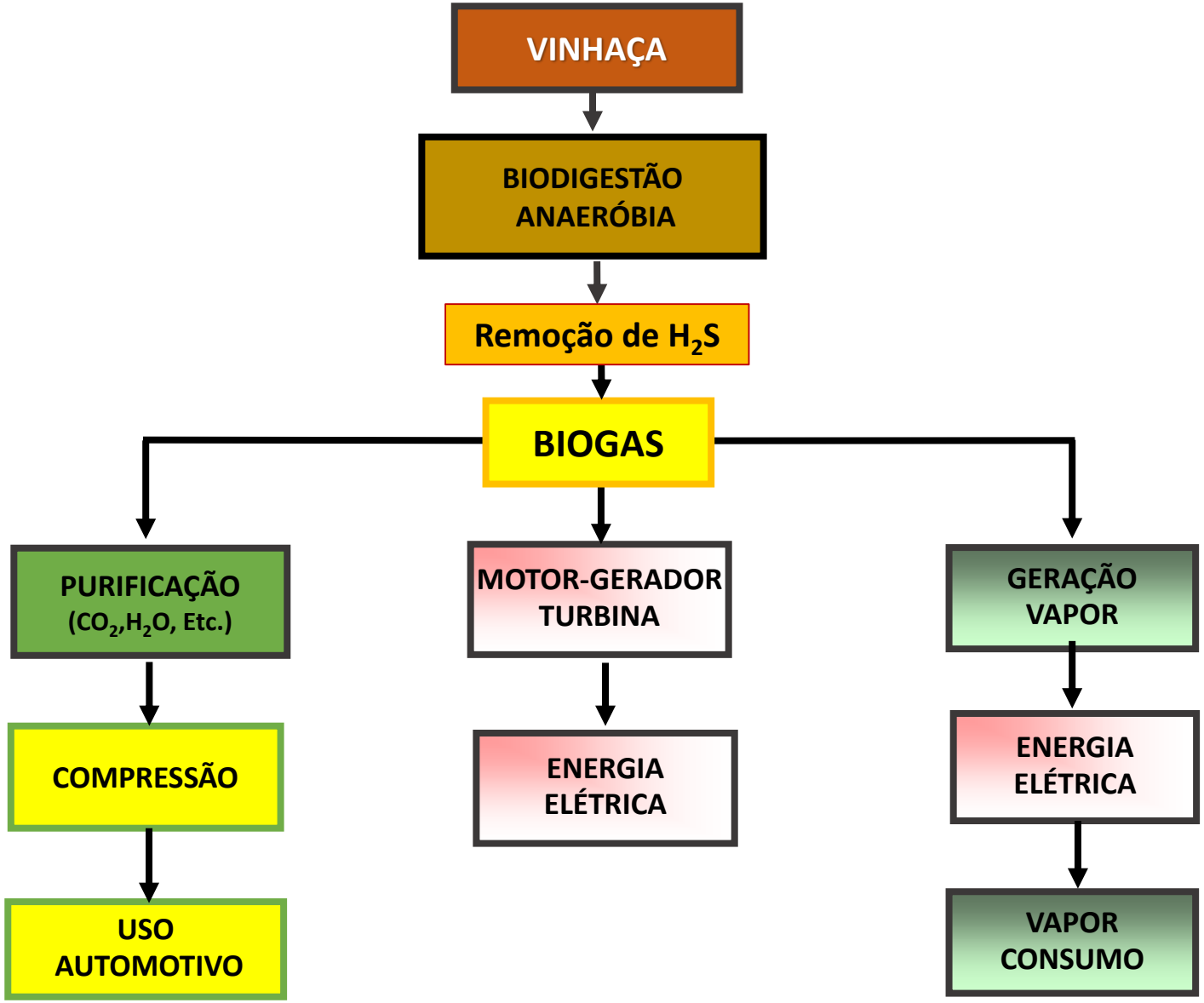
Motogerador MTU

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Biogás e seus usos



ETHANOL

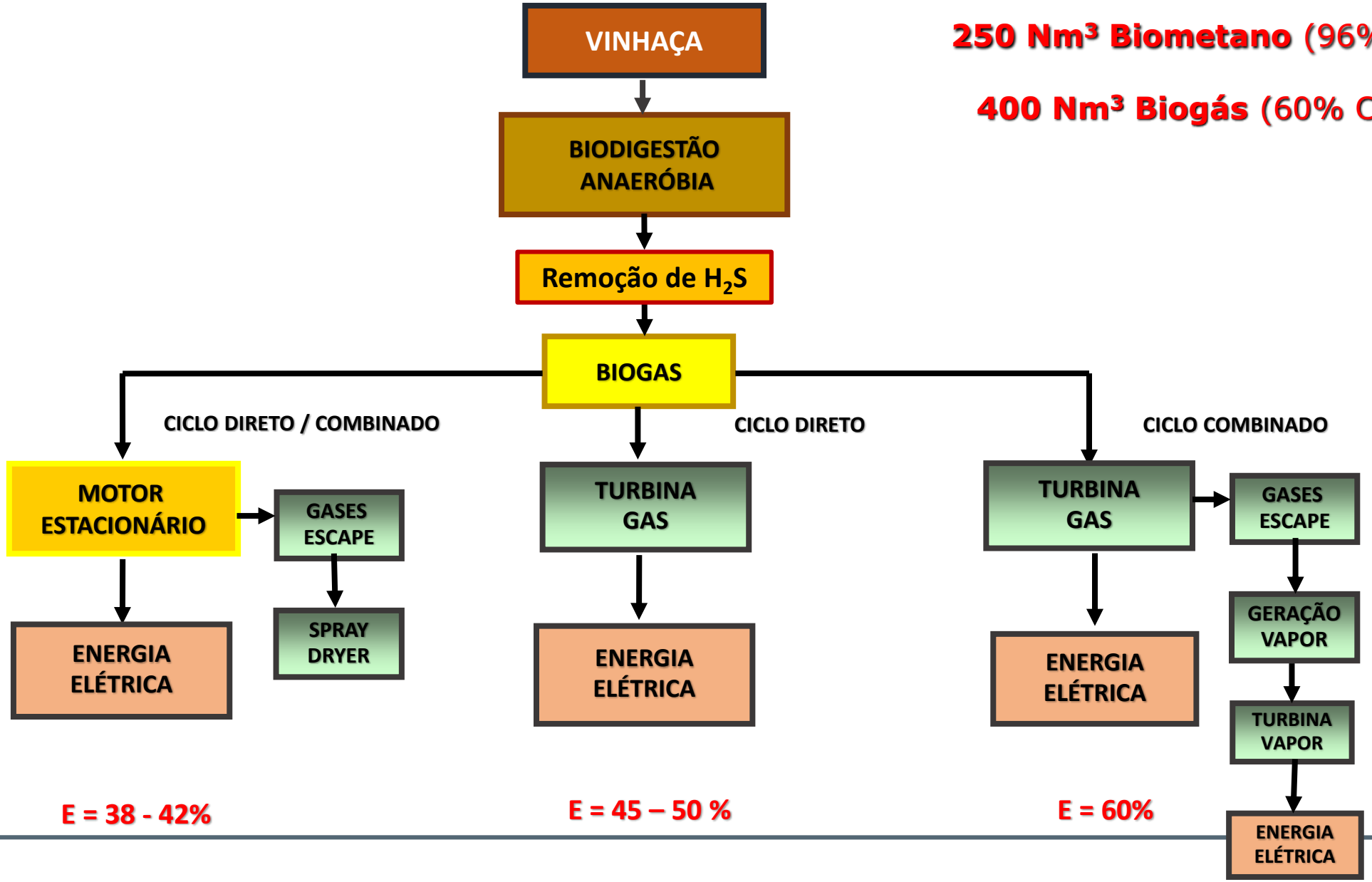
revitalising resources

PAQUES

Opções para Produção de Energia

250 Nm³ Biometano (96% CH_4) = 1 MW

400 Nm³ Biogás (60% CH_4) = 1 MW



ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

Produção de Biogás / Biometano a partir da Vinhaça e suas aplicações:

Produção de Etanol
1.200 m³/d

Produção de Vinhaça
14.500 m³/d
100% (CO*, K,N,P)

REATOR BIOPAQ®
(PROCESSO ANAERÓBIO)

Vinhaça Biodigerida (Saída do Reator)
14.500 m³/d
30% (CO*), 100% (K,N,P)

Fertirrigação

Biometano
65.000 Nm³/dia
Biogas
100.000 Nm³/dia

OU

Como combustível em Caldeiras
Receita e Economia de bagaço para venda
(300 ton/dia)
TIR 8 - 9 Safras

OU

Como combustível para motores estacionários
Receita e Economia de electricidade para venda
250 MWh/dia
TIR 4 – 5 Safras

OU

Como combustível para veículos
Receita e Economia de de Diesel para venda
65.000 L /dia
TIR 2 - 3 Safras

*CO: Carga Orgânica

ETHANOL

revitalising resources

PAQUES

OBRIGADO

Questions?

Nivaldo Dias – Engenharia de Aplicação e Vendas
+55 19 3429 0607 (direto)
e-mail: nivaldo.dias@paques.com.br

paques.com.br

revitalising resources

PAQUES