Aproveitamento Energético de Resíduos e Biomassa

Eng° Rogério C. Perdoná

ODEBRECHT
Agroindustrial

ODEBRECHT Agroindustrial

Rogério Carlos **Perdoná**

Graduação

Engenharia Elétrica – Escola de Engenharia de Lins – 1987 a 1992.

Pós-graduação

Especialização em Gestão e Tecnologia Industrial no Setor Sucroalcooleiro – USP/ESALQ – 2003 e 2005.

Experiência profissional

- ✓ **Usina Santa Adelaide: 19/04/1993 a 13/11/1998**
- ✓ **Grupo Zilor: 11/01/1999 a 02/02/2010**
- ✓ **Odebrecht Agroindustrial – 02/02/2010**

Agenda

ODEBRECHT
Agroindustrial

01. Apresentação Odebrecht Agroindustrial

02. Poder Calorífico

03. Rendimentos típicos de caldeiras

04. Alternativas de processos de geração elétrica com caldeiras de alta pressão

05. Investimentos e retornos alcançados com o incremento de energia elétrica exportado à rede

06. Visão de futuro

07. Comentários finais

01. Apresentação Odebrecht Agroindustrial

ODEBRECHT
Agroindustrial

Foco dos Negócios

ODEBRECHT
Agroindustrial

A **Odebrecht Agroindustrial**, Empresa do Grupo Odebrecht, atua na produção e comercialização de etanol, açúcar e energia, destinados ao mercado interno e externo.

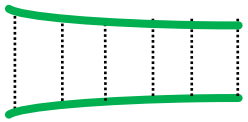
A **Odebrecht Agroindustrial**, tem como objetivo tornar-se uma das Empresas líder no setor, com investimentos já realizados de R$ 8 bilhões em 9 unidades Agroindustriais, em 4 Estados (SP, MT, MS e GO), visando moagem acima de 40 MM de toneladas de cana, 3 bilhões de litros de álcool e 2.700 GWh de energia elétrica.

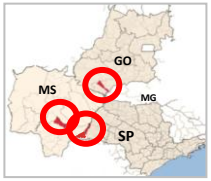
Atualmente esta implantando uma unidade em Angola, em parceria com sócios locais.

Novas Fronteiras

ODEBRECHT
Agroindustrial

AREAS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA





Aprovado
3 greenfields
(17,5 MMt)

2ª Aquisição
(Eldorado)

BNDES

Brenco

M&A com
Brenco

Alto Taquari
start up

Água
Emendada
start up

Jul/07 | Sep/07 | Oct/07 | Mar/08 | Sep/09 | Mar/10 | Aug/10 | Oct/10 | Oct/11 | Nov/11 | Jan/12

1ª Aquisição
(Alcidia)

Novo
Investidor

sojitz

Start up de
3 greenfields

BUILT IN 13 MONTHS

Morro
Vermelho
start up

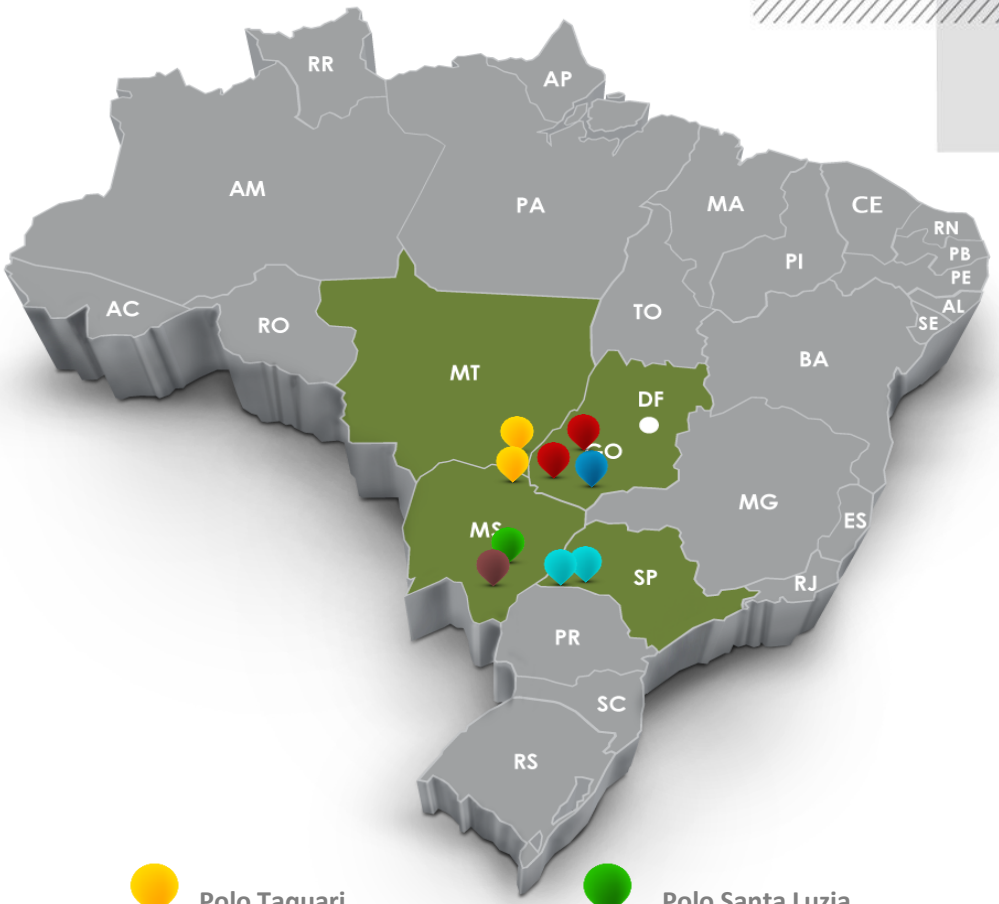
Costa Rica mil
start up

Suporte para
Biocom
(Angola)

Novas Fronteiras

ODEBRECHT
Agroindustrial

9	Unidades operando
6	Polos de Produção
4	Estados Brasileiros
40,8	MM t de capacidade de moagem Na maturidade
3 bilhões	litros de etanol na maturidade
700	mil t de açúcar na maturidade
2.700	GWh exportados na maturidade
15.200	Integrantes



Polo Taquari
Polo Santa Luzia
Polo Araguaia
Polo São Paulo
Polo Goiás
Polo Eldorado

02. Poder calorífico

Resíduos como combustível para a caldeira

ODEBRECHT
Agroindustrial

Tabela comparativa

ODEBRECHT
Agroindustrial

Poder Calorífico Inferior

- Comparativo de poder calorifico de alguns possíveis combustíveis

COMBUSTÍVEL	PCI
Álcool de cana	5.500 kcal/l
Aparas vinilo	6.300 kcal/kg
Bagaço de cana (20% ÁGUA)	3.200 kcal/kg
Bagaço de cana (50% ÁGUA)	1.800 kcal/kg
Bambú (10% água)	3.700 kcal/kg
Borra de café	1.570 kcal/kg
Carvão de babaú	7.000 kcal/kg
Carvão mineral - Cambuí/PR	6.200 kcal/kg
Carvão mineral - Charqueadas/ RS	3.100 kcal/kg
Carvão mineral - Mina do leão/ RS	4.200 kcal/kg
Carvão mineral - Tubarão/ SC	4.500 kcal/kg
Carvão vegetal	7.500 kcal/kg
Casca de árvore	2.200 kcal/kg
Casca de algodão	3.000 kcal/kg
Casca de amêndoa dendê	4.800 kcal/kg
Casca de arroz (12% água)	3.300 kcal/kg
Casca de babaçu	4.000 kcal/kg
Casca de cacau (8% água)	3.900 kcal/kg
Casca de café	3.800 kcal/kg
Casca de cajú	4.700 kcal/kg
Casca de côco	4.000 kcal/kg
Casca de eucalípto	3.750 kcal/kg
Casca de tanino úmido (68% água)	800 kcal/kg
Casca de soja	3.300 kcal/kg
Cavaco (eucalípto)	4.300 kcal/kg
Cavacos de pinho	2.500 kcal/kg
Coque de gás	5.400 kcal/kg

COMBUSTÍVEL	PCI
Coque de lenha	7.600 kcal/kg
Coque metalúrgico	7.200 kcal/kg
Fibras de palmeira (48% de água)	2.000 kcal/kg
Fibras de palmito	3.800 kcal/kg
Filme polietileno	5.600 kcal/kg
Gás de água	4.000 kcal/Nm³
Gás de água carburetado	6.000 kcal/Nm³
Gás de alto forno	700 kcal/Nm³
Gás de biodigestor (biogás)	5.000 kcal/Nm³
Gás de coqueira	4.300 kcal/Nm³
Gás de gasogênio	1.260 kcal/Nm³
Gás de nafta	4.220 kcal/Nm³
Gás GLP (50%)	11.025 kcal/kg
Gás natural	9.065 kcal/Nm³
Lascas de madeira	3.300 kcal/kg
Lenha (40% água)	2.400 kcal/kg
Lenha (sêca) (12% água)	3.680 kcal/kg
Madeira de caixotes	3.800 kcal/kg
Madeira muito sêca	4.800 kcal/kg
Madeira pinho (sêca ao ar)	3.500 kcal/kg
Madeira verde	2.500 kcal/kg
Óleo combustível 1A	9.750 kcal/kg
Óleo combustível 1B	9.940 kcal/kg
Óleo combustível 2A	9.550 kcal/kg
Óleo combustível 2B	9.920 kcal/kg
Óleo combustível 3A	9.500 kcal/kg
Óleo combustível 3B	9.870 kcal/kg

COMBUSTÍVEL	PCI
Óleo de algodão	8.050 kcal/l
Óleo de amendoim	8.000 kcal/l
Óleo de babaçú	7.770 kcal/l
Óleo de soja	8.125 kcal/l
Óleo diesel	8.620 kcal/l
Palha de amendoim (12% água)	3.100 kcal/kg
Palha de trigo (20% ÁGUA)	3.200 kcal/kg
Papel	4.200 kcal/kg
Piche alcatrão	8.600 kcal/kg
Pó de linho	4.000 kcal/kg
Pó de madeira fino (sêco)	4.000 kcal/kg
Pó de madeira grosso (sêco)	4.200kcal/kg
Pó de tabaco	2.300 kcal/kg
Querosene	8.300 kcal/l
Recortes de couro (14% ÁGUA)	4.400 kcal/kg
Resíduos de juta	3.800 kcal/kg
Restos de borracha	4.000 kcal/kg
Sementes de girassol (9,5% água)	4.300 kcal/kg
Serragem de pinho (40% água)	2.000 kcal/kg
Serragem sêca (20% água)	3.500 kcal/kg
Serragem + Cepilho (sêco)	4.600 kcal/kg
Sisal (11% água)	3.400 kcal/kg
Sobra de serraria (pinho)	4.160 kcal/kg
Tecido nailon	7.300 kcal/kg
Trapos de pano	4.200 kcal/kg
Turfa (sêca ao ar) (25 à 6% água)	3000 - 5000 kcal/kg

03. Rendimentos típicos de caldeiras

Cronologia Evolutiva do Setor Energético em Usinas

ODEBRECHT
Agroindustrial

Biomassa: Potencial a ser Explorado no Brasil

ODEBRECHT
Agroindustrial

Características da Biomassa:

- Custo baixo e alta disponibilidade (bagaço e palha);
- Oportunidade de complementação com diversas biomassas (sorgo, madeira, capim elefante, etc);
- Grande oportunidade para tornar mais “limpa e sustentável” a matriz energética Brasileira.
- Não suscetível à oscilações de preço
- Elimina o passivo ambiental

Cronologia Evolutiva do Setor Energético em Usinas

ODEBRECHT
Agroindustrial

42 bar

21 bar

16 bar

- ✓ Eficiência energética das caldeiras em 75%;
- ✓ Eliminação combustível suplementar;
- ✓ Início do processo de elevação pressão e temperatura das caldeiras;
- ✓ Eficiência das Turbinas em 75%;

Exp. E.E 20/30 kWh/TC

Exp. E.E Desprezível

- ✓ Necessidade de combustível adicional;
- ✓ Eficiência energética da caldeira < 70%;
- ✓ Consumo especifico de vapor no processo > 550 kg/ton;
- ✓ Eficiência das Turbinas< 60%;

- ✓ Início da sobra de bagaço;
- ✓ Melhoria do controle de Combustão;

Década 70

Década 80

Cronologia Evolutiva do Setor Energético em Usinas

ODEBRECHT
Agroindustrial

100 bar

- ✓ Classe de pressão das caldeiras: 100 bar, 540°C;
- ✓ Grelhas pin-holle rotativas – maior estabilidade;
- ✓ Leito fluidizado – maior estabilidade, redução de não queimados, maior eficiência e redução de emissão de particulados;
- ✓ Eficiência das Turbinas 86%;

Exp. E.E 95/110 kWh/TC

65 bar

- ✓ Classe de pressão das caldeiras: 65 bar, 520°C;
- ✓ Redução no consumo de vapor, 420 a 450 kg/ton;
- ✓ Aumento da temperatura da água de alimentação;
- ✓ Uso intensivo do TG – condensação
- ✓ Redução do consumo de H_2O – 2,0 m³ / TC;
- ✓ Início da Eletrificação do acionamento de moendas;
- ✓ Evolução da aplicação de automação;
- ✓ Eficiência das Turbinas 80%;
- ✓ Eficiência energética da caldeira 85%.

Exp. E.E 68/75 kWh/TC

- ✓ Uso de inversores;
- ✓ Criação do COI;
- ✓ Equipamentos de Grande Porte;
- ✓ Uso de Ciclo regenerativo;
- ✓ Eficiência energética da caldeira 91%;

42 bar

Década 90 → **Década 00**

04. Alternativas de processos de geração elétrica com caldeiras de alta pressão

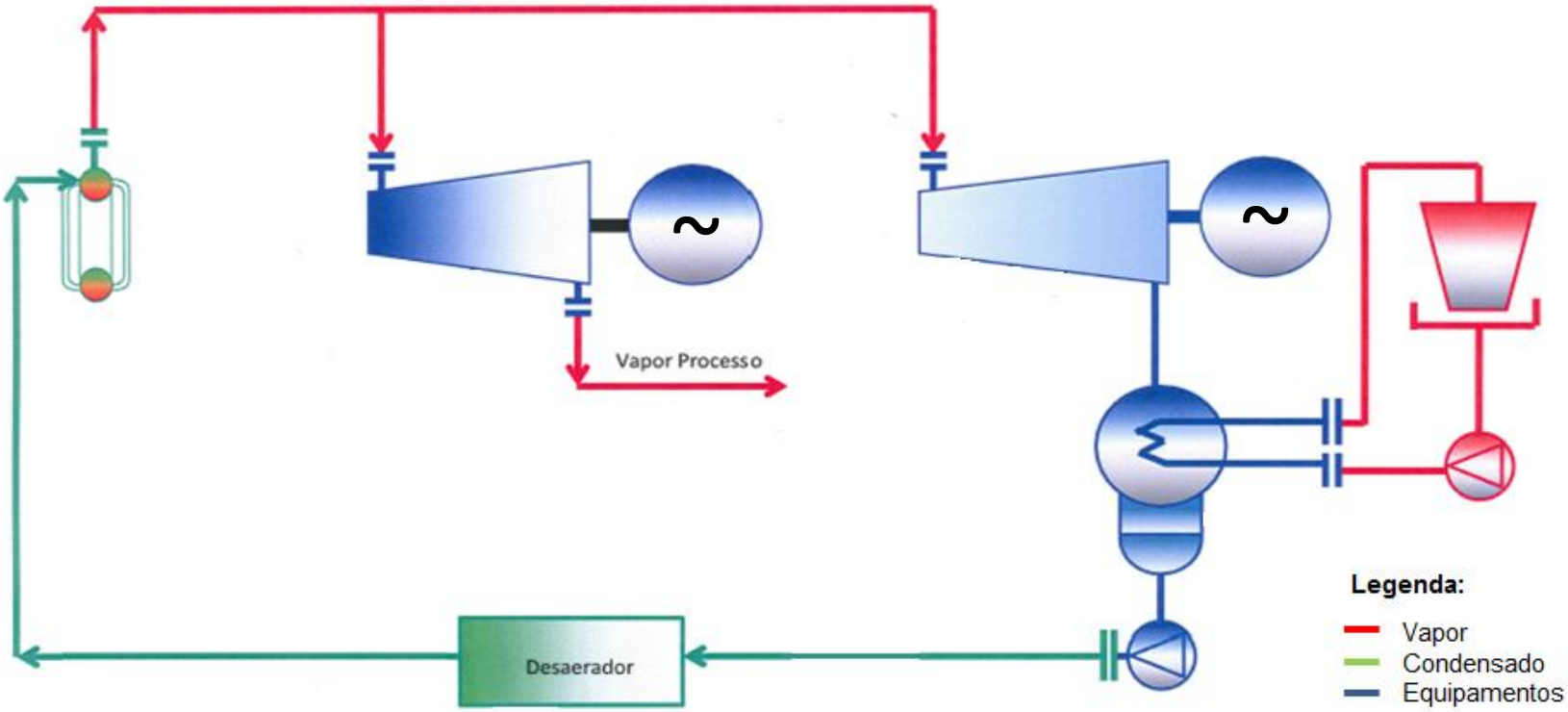
Avanços Tecnológicos das Termoelétricas a Biomassa

ODEBRECHT
Agroindustrial

Termoelétrica Padrão (USL, UCP e URC)

Fluxograma da geração de vapor e energia, com as seguintes especificações:

- Caldeira 67 bar / 520 ° C
- Com grelha
- Sem ciclo regenerativo

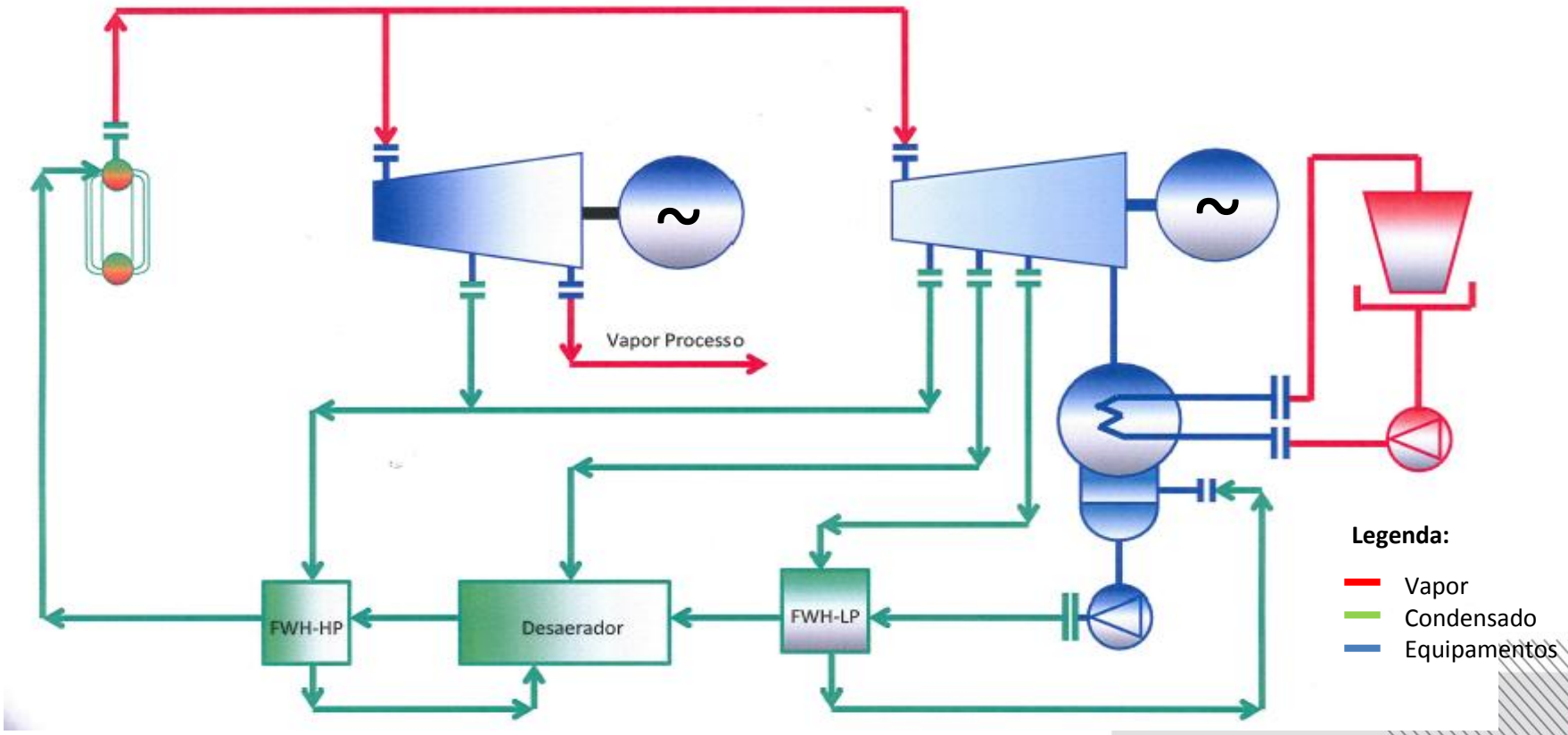


Termoelétrica Modernizada

Fluxograma da geração de vapor e energia, com as seguintes especificações:

- Caldeira 100 bar / 540 ° C – aumento de 20% na eficiência;
- Com leito fluidizado – aumento de 17% na eficiência;
- Com ciclo regenerativo – aumento de 7% na eficiência;
- Uma ou mais fases de reaquecimento da água são adicionadas para aumentar a eficiência do conjunto

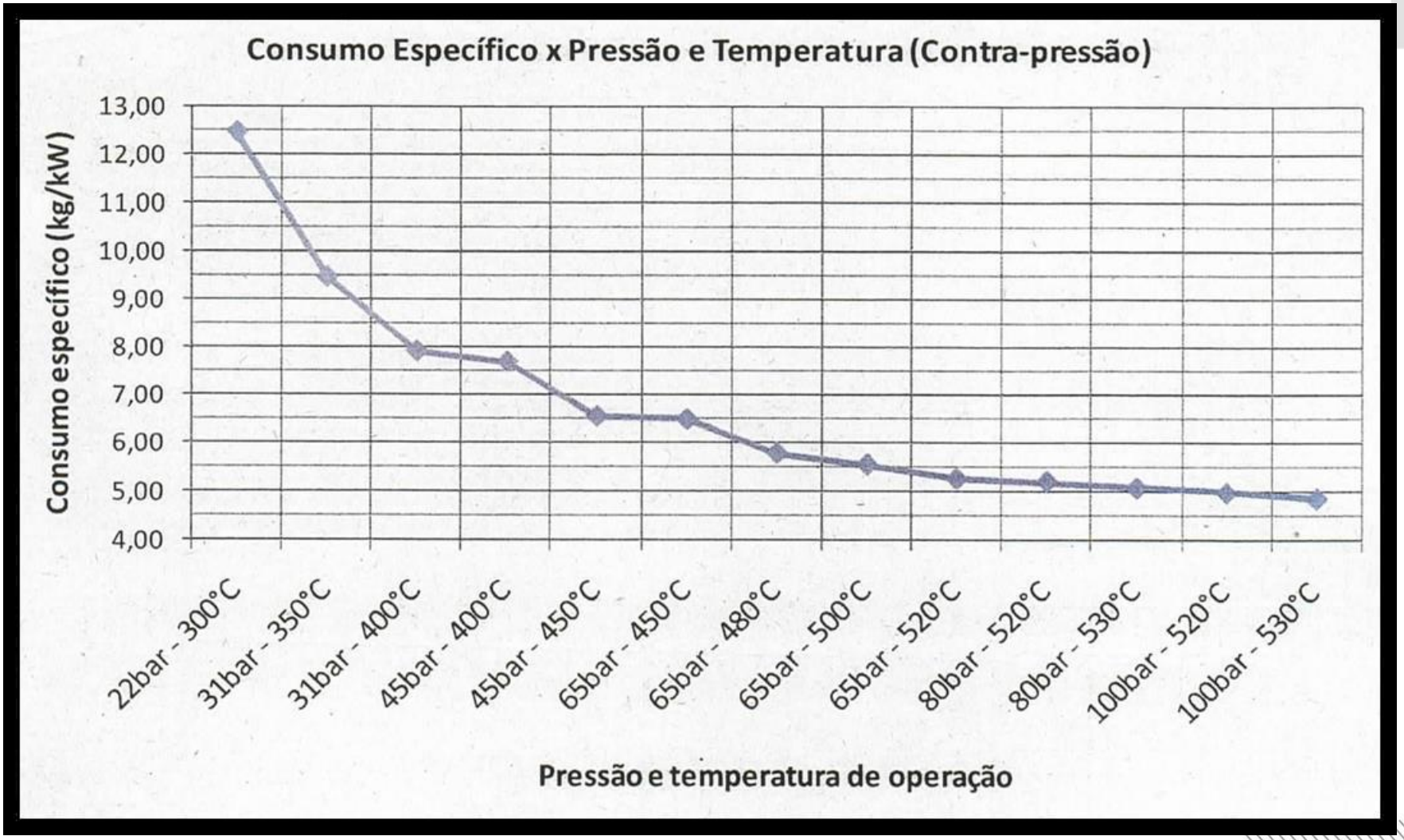
Eficiência 43,7% maior no processo que Tecnologia anterior.



CONSUMO ESPECÍFICO DE VAPOR A DIVERSAS PRESSÕES E TEMPERATURAS

ODEBRECHT
Agroindustrial

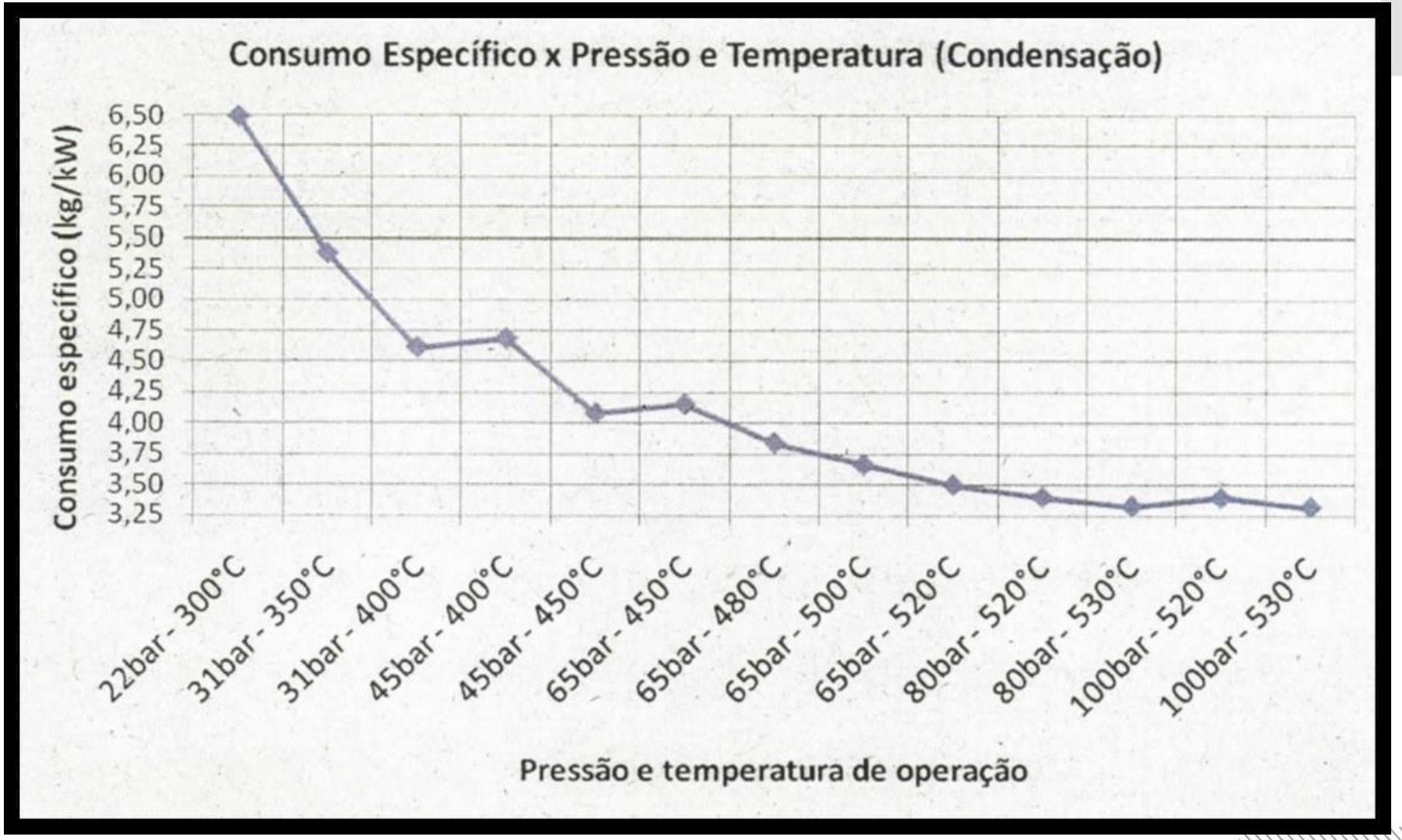
TURBINA A CONTRA-PRESSÃO



CONSUMO ESPECÍFICO DE VAPOR A DIVERSAS PRESSÕES E TEMPERATURAS

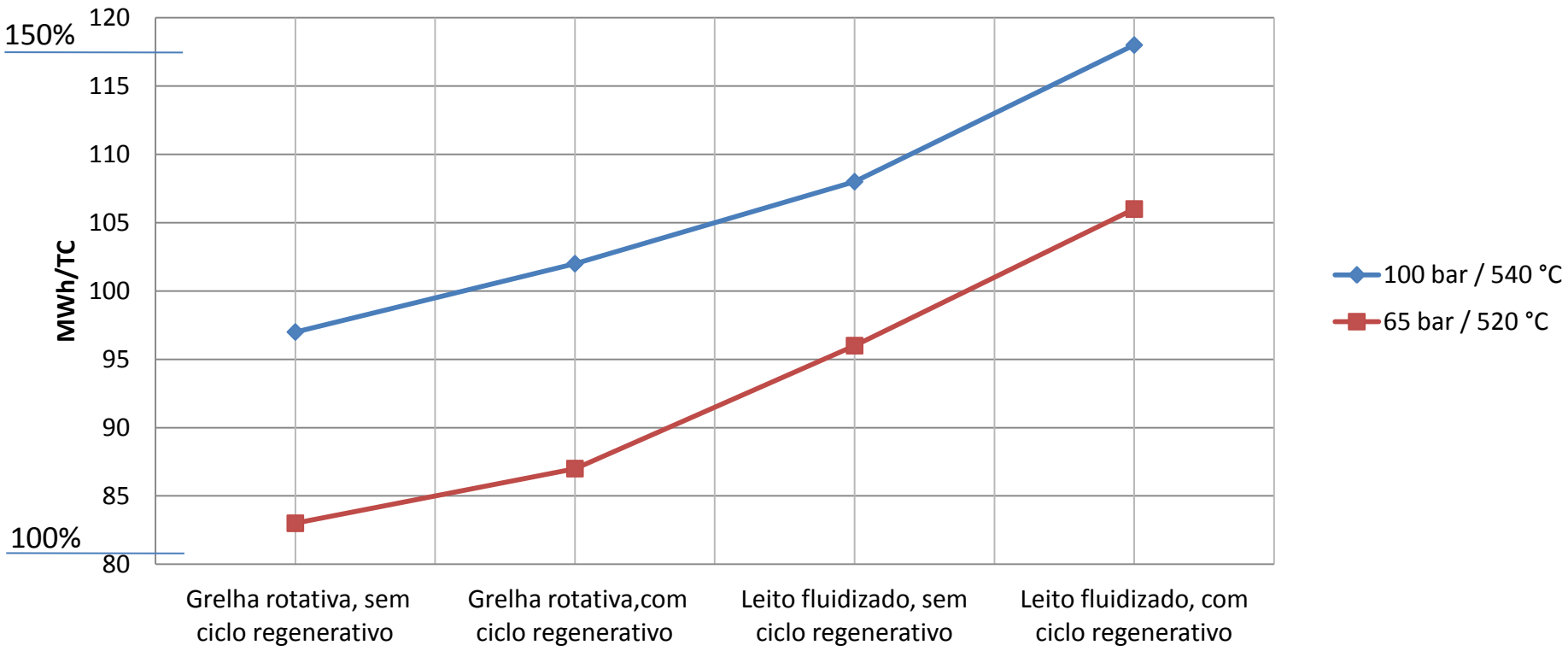
ODEBRECHT
Agroindustrial

TURBINA A CONDENSAÇÃO



Energia Disponível por Tonelada de Cana Moída

ODEBRECHT
Agroindustrial



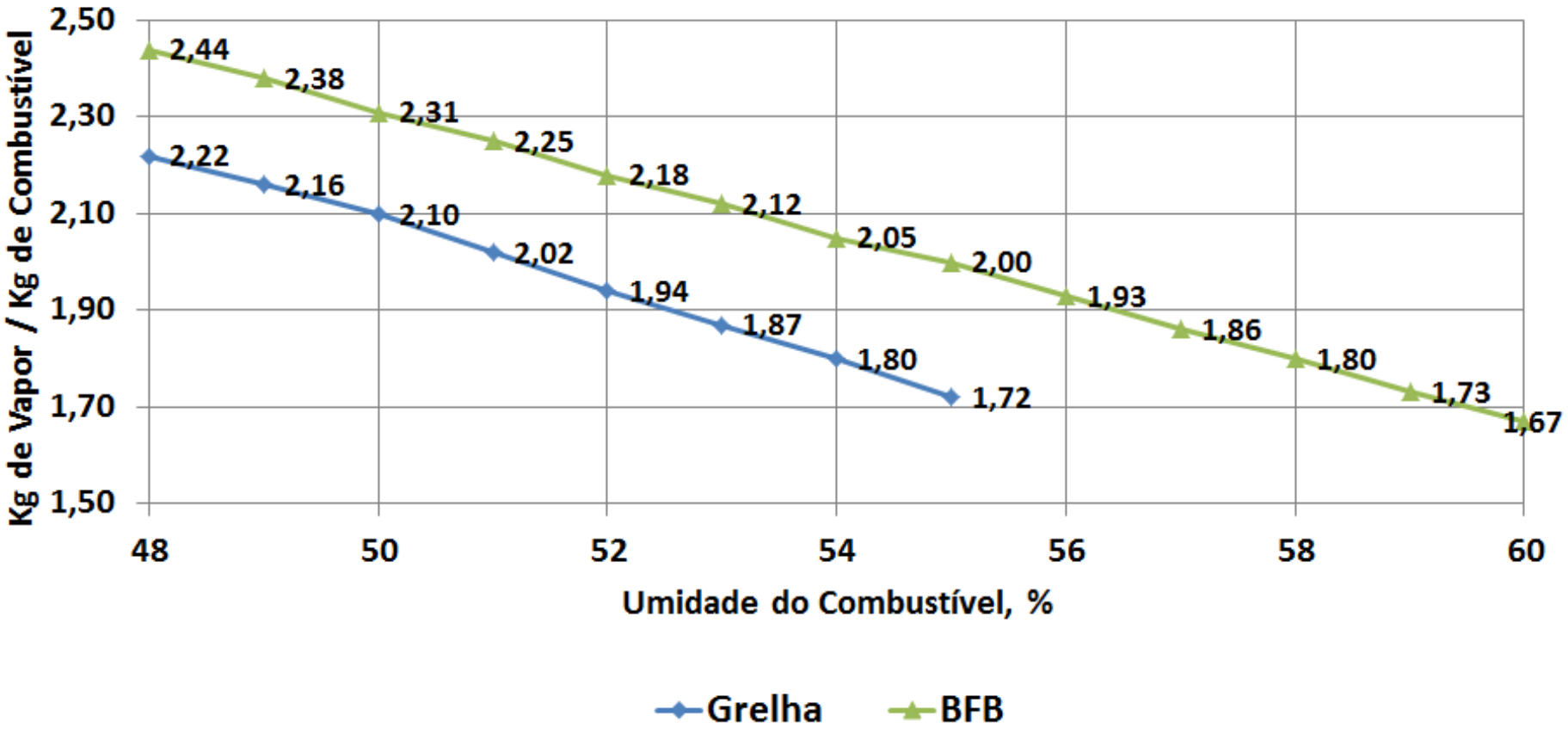
Evolução tecnológica de Caldeiras

ODEBRECHT
Agroindustrial

Parâmetros	Convencional	Leito Fluidizado
Emissões de NOx	>250 ppm	<150 ppm
Emissões de CO	>200 ppm	<100 ppm
Possibilidade de queima de biomassa com alta umidade	48 a 53%	48 a 65%
Eficiência de combustão	95 a 97%	99,50%
Excesso de ar médio em operação	35 a 50%	25 a 30%
Velocidade dos gases na fornalha	11 a 12 m/s	6 a 7 m/s
Potencial de incêndio na parte traseira da caldeira por não queimados	Maior	Menor
Flexibilidade de uso de várias biomassas	não	sim
Níveis de emissões atmosféricas	Atende padrões nacionais	Atende padrões nacionais e internacionais

GERAÇÃO ESPECÍFICA DE VAPOR x UMIDADE DO COMBUSTÍVEL

ODEBRECHT Agroindustrial



05. Investimentos e retornos alcançados com o incremento de energia elétrica exportado à rede

Comparativo de Produção de Energia

ODEBRECHT
Agroindustrial

02 Configuração da Nova termoelétrica

ODEBRECHT
Agroindustrial

Implantação de Ciclo Regenerativo :

- Reaquecimento da água de alimentação da Caldeira, através de trocadores de calor, utilizando o vapor extraído das Turbinas, melhorando o rendimento termodinâmico do sistema.

Nova Tecnologia, Leito Fluidizado Borbulhante:

- É caracterizado pela substituição da Grelha por um leito de areia, permitindo a total queima de combustível mesmo em alta umidade, melhorando a eficiência energética, com maior estabilidade na operação.

Pressão de 100 bar e 540 °C:

- Aumento da energia térmica, permitindo a realização de maior trabalho na Turbina, através do uso de materiais mais nobres em relação à Caldeira de menor pressão.

Sistema de Aproveitamento de palha

- Eficiência de 30 % na separação da palha.

Investimentos e retornos alcançados com o incremento de energia elétrica exportado à rede

ODEBRECHT
Agroindustrial

Cenário	Caldeiras	Grelha Rotativa	Ciclo Regenerativo	Leito Fluidizado	Venda KWh/TC	Delta E.E.	Delta Capex
1 (Base)	65 Bar / 520°C	sim	não	não	75	0,0%	0,0%
2	65 Bar / 520°C	sim	sim	não	78	4,0%	6,5%
3	65 Bar / 520°C	não	não	sim	86	14,6%	15,7%
4	65 Bar / 520°C	não	sim	sim	95	26,6%	26,6%
5	100 Bar / 540°C	sim	não	não	87	16,0%	16,1%
6	100 Bar / 540°C	sim	sim	não	92	22,6%	26,7%
7	100 Bar / 540°C	não	não	sim	97	29,3%	32,1%
8	100 Bar / 540°C	não	sim	sim	105	40,0%	42,0%

06. Visão de Futuro

ODEBRECHT
Agroindustrial

Visão de Futuro: desafios para o futuro

ODEBRECHT Agroindustrial

- **Cogeração na entressafra:**
  - ❑ Desenvolver novos combustíveis;
  - ❑ Flexibilidade dos equipamentos;
  - ❑ Rever paradigmas atuais de operação/manutenção;

- **Aproveitamento Palha Adicional**
  - ❑ Desenvolver tecnologia para trazer palha adicional disponível.

Competitividade

Sustentabilidade

Cultura & Pessoas

Aproveitamento de palha: potencial de mais que dobrar cogeração

ODEBRECHT Agroindustrial

- **Excedente específico na Cogeração de Energia Elétrica**
  - Caso 1: combustível – Bagaço

    Geração: 85 kWh/TC
  - Caso 2: combustível – Pontas e folhas

    Geração: 115 kWh/TC
  - Caso 3: combustível – Bagaço, pontas e folhas

    Geração: 200 kWh/TC

Fonte: apresentação Koblitz

07. Comentários finais

ODEBRECHT
Agroindustrial

Valores do Negócio de Geração de Energia no Grupo Odebrecht Agroindustrial

ODEBRECHT
Agroindustrial

- ❑ Segurança como Valor.
- ❑ Respeito ao Meio Ambiente.
- ❑ Foco na Otimização / Eficiência Energética:
  - ✓ Equipamentos de cogeração no estado da arte;
  - ✓ Economia de vapor;
  - ✓ Melhoria continua;
  - ✓ Formação e gestão das equipes;
- ❑ Geração de Resultados.

OBRIGADO

Rogério Carlos Perdoná
rogerio.perdona@odebrecht.com
(19) 3014-8665