

Carvoejamento

Aumentando o Rendimento dos Fornos

Possibilidades a Curto e Longo Prazos



WORKSHOP MADEIRA ENERGÉTICA
BNDES 29 Maio 2007



Apresentação preparada por:

Ronaldo Sampaio PhD.

Paulo César C. Pinheiro Dr.

Maria Emília Rezende MsC.

- Diretor da RSConsultants

- Professor da EE UFMG

- Diretora da Biocarbo

Contatos:

Ronaldo@ISSBrazil.org

Pinheiro@demec.ufmg.br

EmiliaRezende@biocarbo.com www.biocarbo.com



Produtividade:**Velocidade**

Quantidade de produto produzida num equipamento num determinado intervalo de tempo. (ton/mês, m³/mês)

Rendimento:**Economia**

Quantidade de produto produzida com uma quantidade de insumos. (kg carvão/ kg madeira)

O QUE É O CARVÃO VEGETAL

"Resíduo sólido resultante da decomposição térmica da biomassa obtido pelo aquecimento **na ausência de ar** (pirólise) a uma temperatura superior a 300 °C"

Sua produção vêm desde os primórdios da humanidade, sítios arqueológicos datam de 20.000 a 30.000 AC.

Como as temperaturas de combustão são altas, permite a fusão de metais.

Graças ao carvão vegetal o homem saiu da idade da pedra (idade do Bronze 3.000 AC) e o uso do fole de ar em 1.200 AC levou ao início da idade do Ferro.



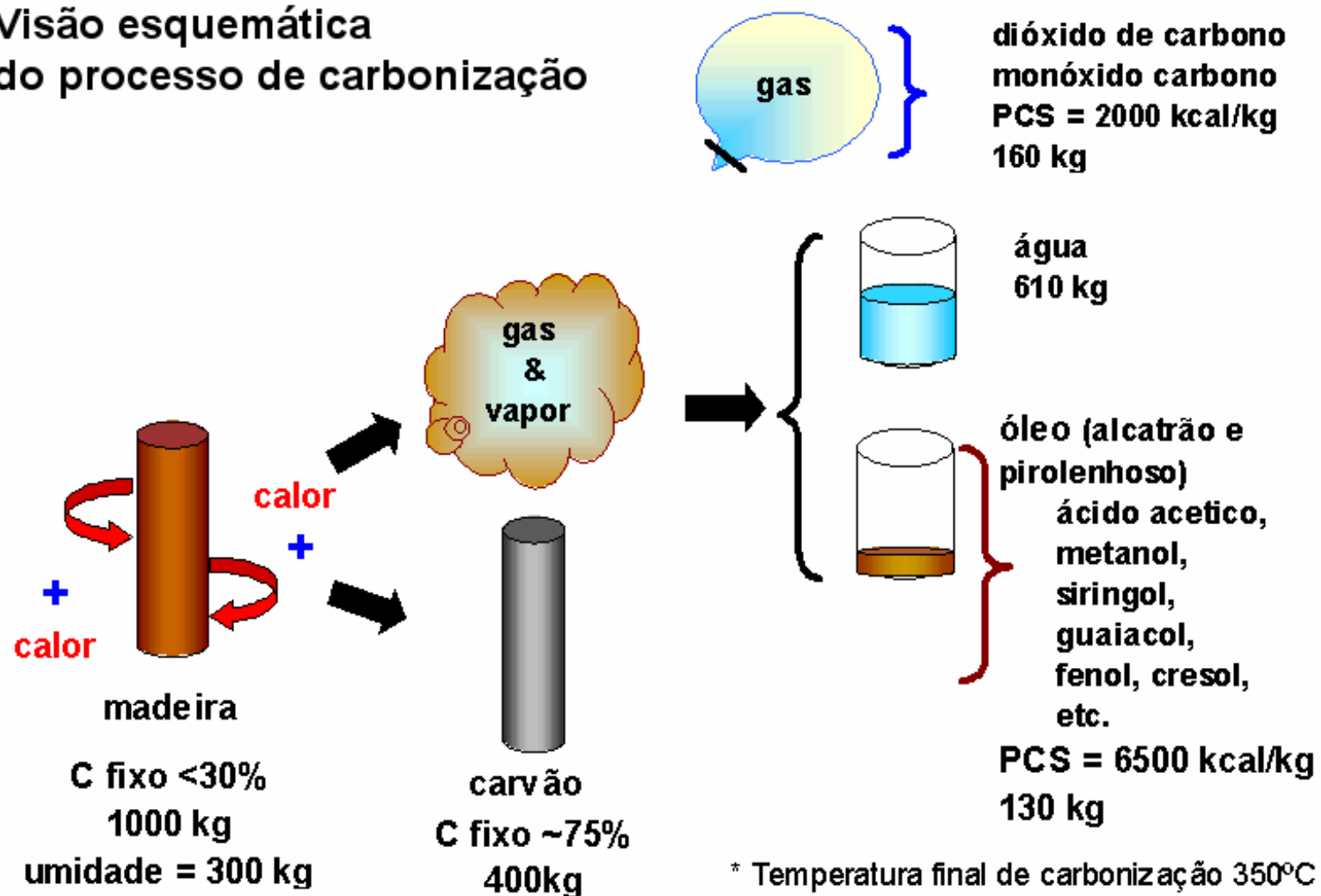


Processo de Carbonização é uma **CONCENTRAÇÃO DE CARBONO** pela ação de calor, não precisa de ar.



Não é queima!

Visão esquemática do processo de carbonização



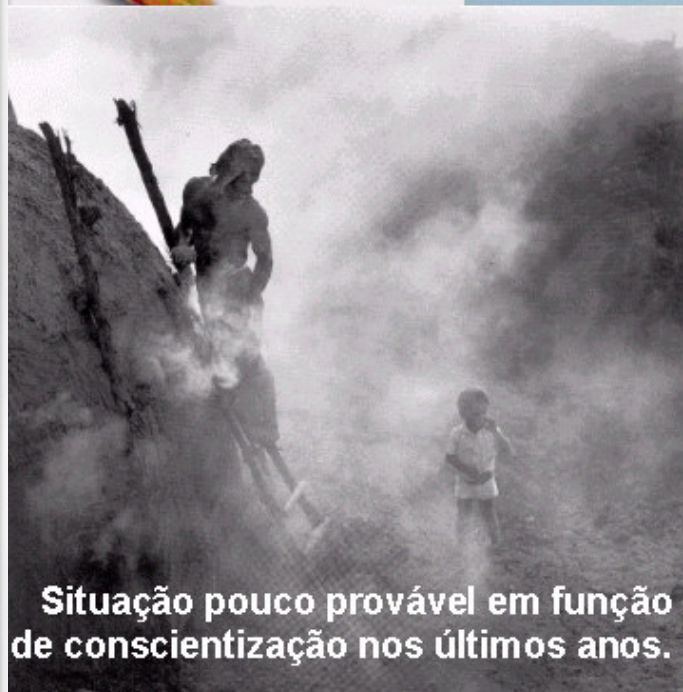
Fatores que Influenciam na Carbonização

Fatores que Influenciam na Carbonização

- Temperatura da Carbonização
- Velocidade da Carbonização
- Combustão no Forno de Carbonização
- Tipo de Biomassa
 - Composição da Biomassa
 - Umidade da Biomassa
 - Dimensões da Biomassa (diâmetro, comprimento)
- Tipo de forno
 - Perdas Térmicas
 - Entrada de Ar
 - Tiragem
 - Pressão

Fornos de Carbonização

60% da produção de carvão vegetal ainda é baseada nos fornos rabo-quente.



Situação pouco provável em função de conscientização nos últimos anos.



FAIXA DE RENDIMENTO BASE SECA:

- Máximo 30%
- Típico 20 ~25%



Forno superfície
(colmeia)



Forno encosta

FAIXA DE RENDIMENTO BASE SECA:

- Máximo 35%
- Típico 22 ~30%



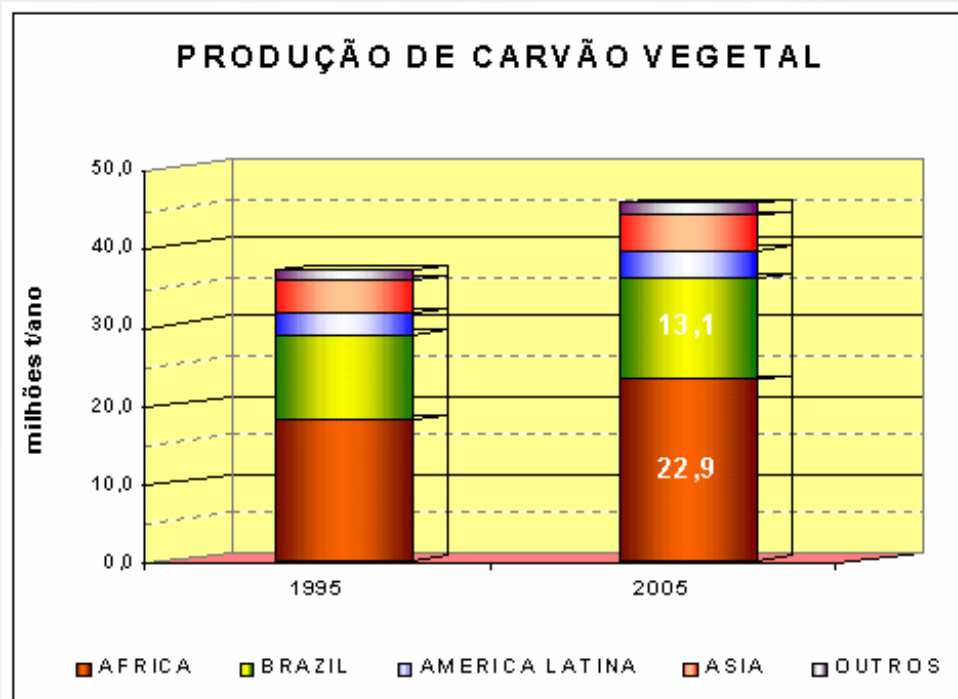
FAIXA DE RENDIMENTO BASE SECA:

- Máximo 40%
- Típico 30 ~34%



TIPOS DE FORNOS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

					
NOME	RABO QUENTE	FORNO PP	RETANGULAR	METÁLICO	ACESITA
REGIME	BATELADA	BATELADA	BATELADA	BATELADAS ALTERNADAS	CONTÍNUO
ETAPAS ACONTECEM	AO LONGO DO TEMPO	AO LONGO DO TEMPO	AO LONGO DO TEMPO	AO LONGO DO TEMPO / FORNOS DESLOCADOS	EM MESMO TEMPO AO LONGO DO FORNO
SECAGEM	INTERNA	INTERNA	INTERNA	EXTERNA	INTERNA
RESFRIAMENTO	INTERNO	INTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO
TEMPO DE RESIDÊNCIA	180 horas	180 horas	320 horas	3 horas	12 horas
PRODUÇÃO FORNO	0,15 t madeira/dia	0,25 t madeira/dia	4,2 t madeira/dia	4,1 t madeira/dia	45 t madeira/dia
SUPRIMENTO DE ENERGIA	MADEIRA +++ VOLÁTEIS +	MADEIRA ++ VOLÁTEIS +++	MADEIRA ++ VOLÁTEIS ++	MADEIRA + VOLÁTEIS +++	VOLÁTEIS ++++
RENDIMENTO MÁXIMO	30%	39%	39%	40%	40%
SUBPRODUTOS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	300 kgf carvão
TAMANHODAS TORAS	1,0 metro	1,5 metro	2 a 4 metros	2,0 metros	0,30 a 0,50 metro
MECANIZAÇÃO	NÃO	NÃO	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	BOA
INVESTIMENTO	R\$300,00 por forno R\$2.000,00 t madeira/dia	R\$800,00 por forno R\$3.200,00 t madeira/dia	R\$50.000,00 por forno R\$12.000,00 t madeira/dia	R\$150.000,00 por forno R\$35.000,00 t madeira/dia	R\$2.0 milhões por forno R\$45.000,00 t madeira/dia



A produção mundial (2005) foi de 45 milhões de toneladas.

África 50% da produção mundial é voltada para uso doméstico.

Brasil 28% da produção mundial com 90% centrada no uso siderúrgico.

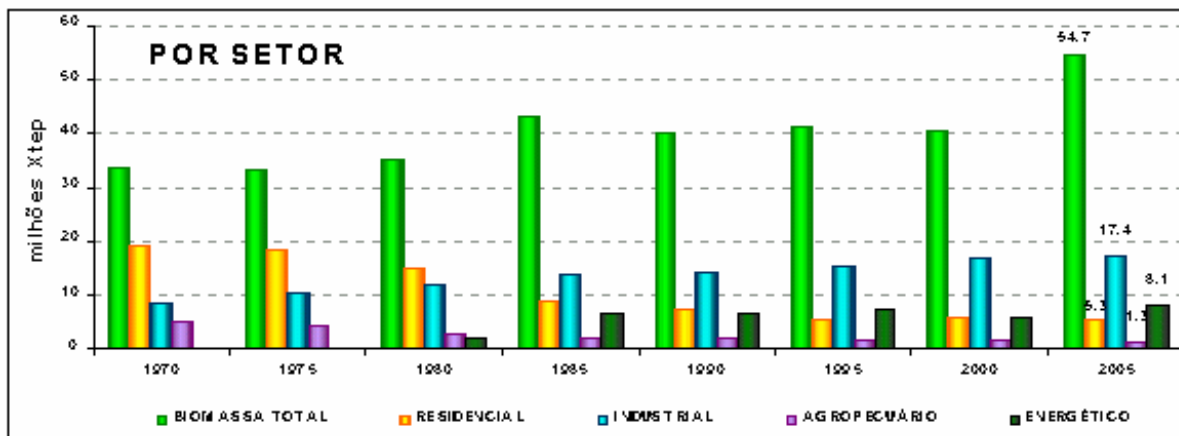
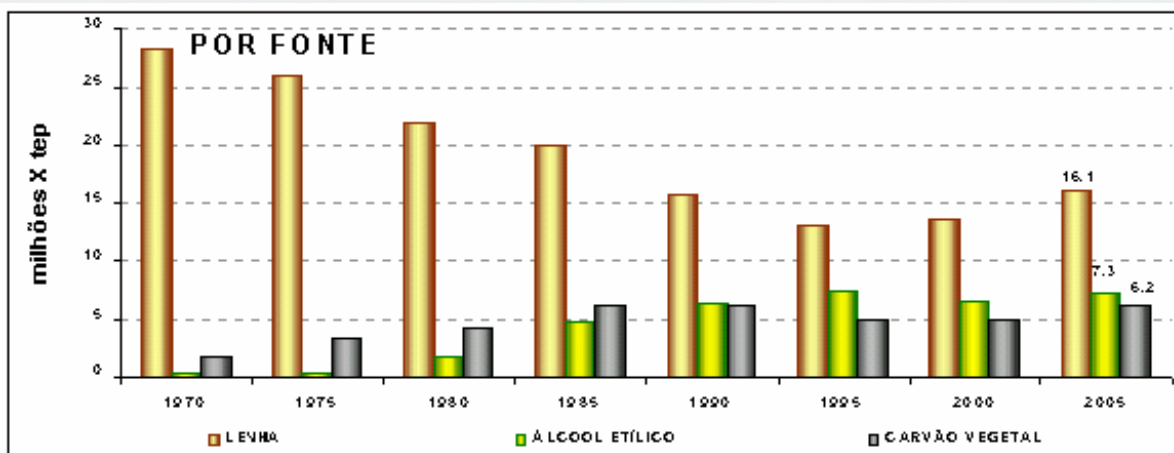
A siderurgia a carvão vegetal é um relevante e tradicional exemplo de uso industrial de biomassa em larga escala.

Faltam políticas públicas

O consumo de biomassa é crescente, principalmente no setor industrial e energético.

Lenha para uso doméstico e agropecuário é decrescente.

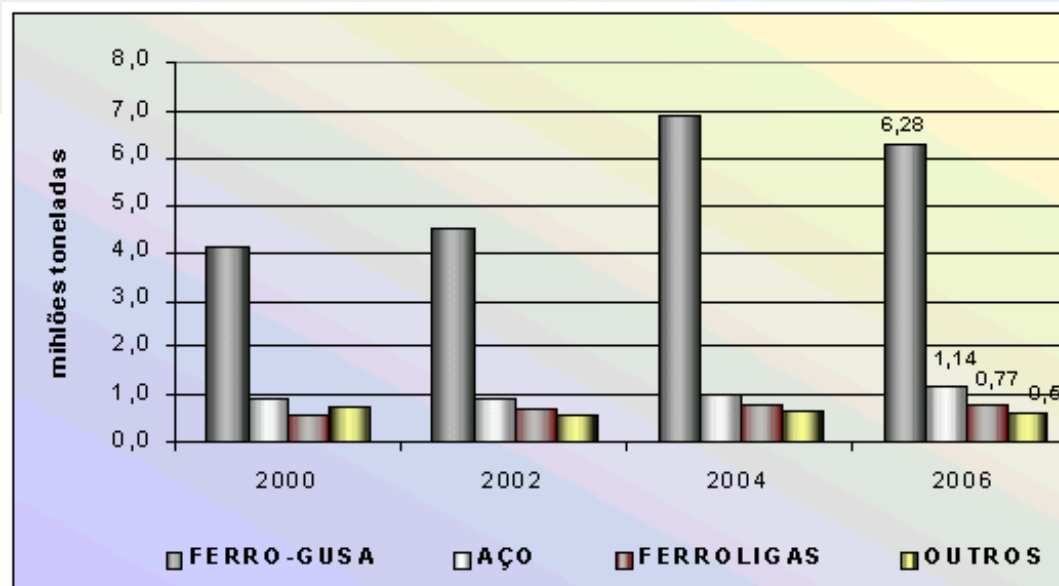
Participação de biocombustíveis é crescente:



Líquido: Etanol – 7,3 milhões de tep

Sólidos: Carvão Vegetal - 6,2 milhões de tep

Lenha Industrial - ~10 milhões de tep

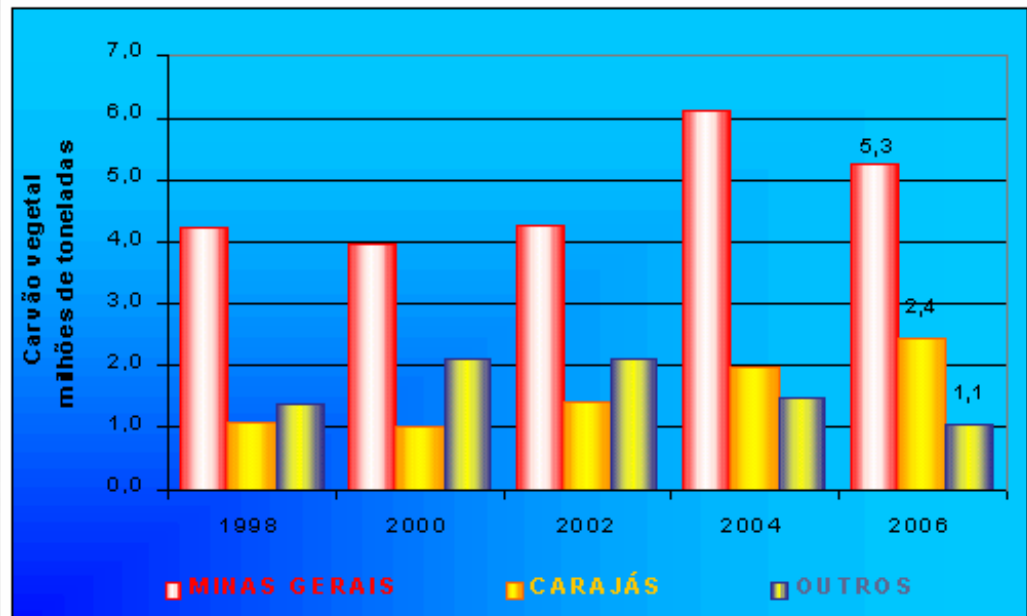
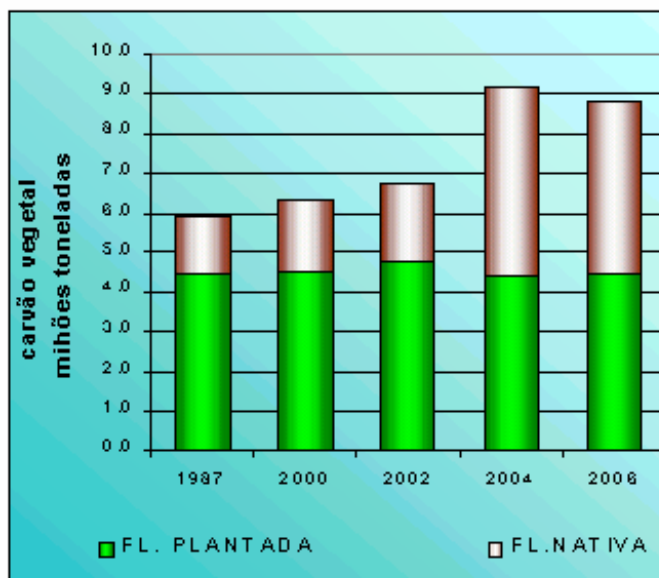


Siderurgia mundial vive um grande *boom*.

A reciclagem de sucata precisa de fontes de ferro virgem, o ferro-gusa de carvão vegetal é um produto *prime* devido a sua pureza.

O baixo investimento nos mini alto-fornos e alta produtividade das florestas de eucalipto garantem alta competitividade do gusa.

Grandes grupos estão investindo principalmente na região de Carajás.

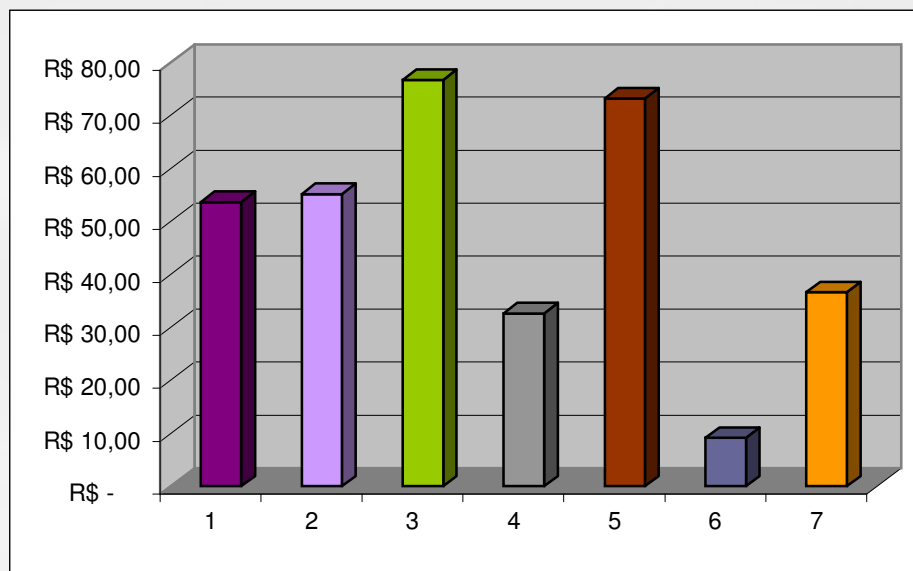


Por 20 anos a participação de carvão de floresta nativa ficou em 30%.

A partir de 2003 a demanda mundial por ferro-gusa e os altos preços levaram ao rápido aumento da produção elevando a participação da floresta nativa para 50%.

Ao preço de R\$ 400,00/ton de CV é viável o transporte por 2000 km.

1	Despesas silvicultura	R\$	53,68
2	Juros Inv. Floresta (15% aa)	R\$	55,20
3	Exploração	R\$	76,72
4	Carbonização	R\$	32,64
5	Expedição e frete (500 km)	R\$	73,20
6	Impostos	R\$	9,16
7	Outros	R\$	36,64
Soma		R\$	337,24



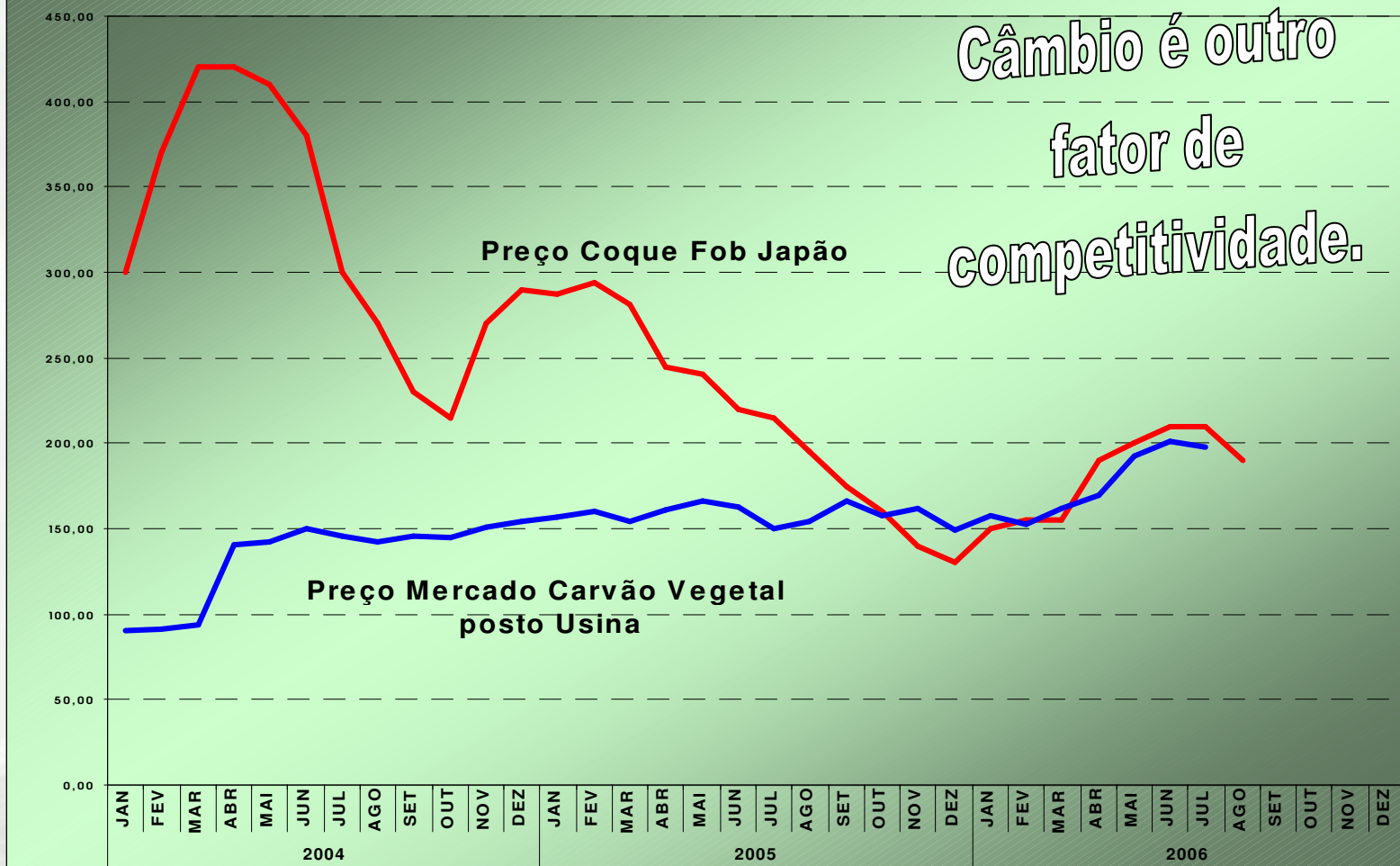
Madeira posta na unidade de carbonização é 55% do custo.

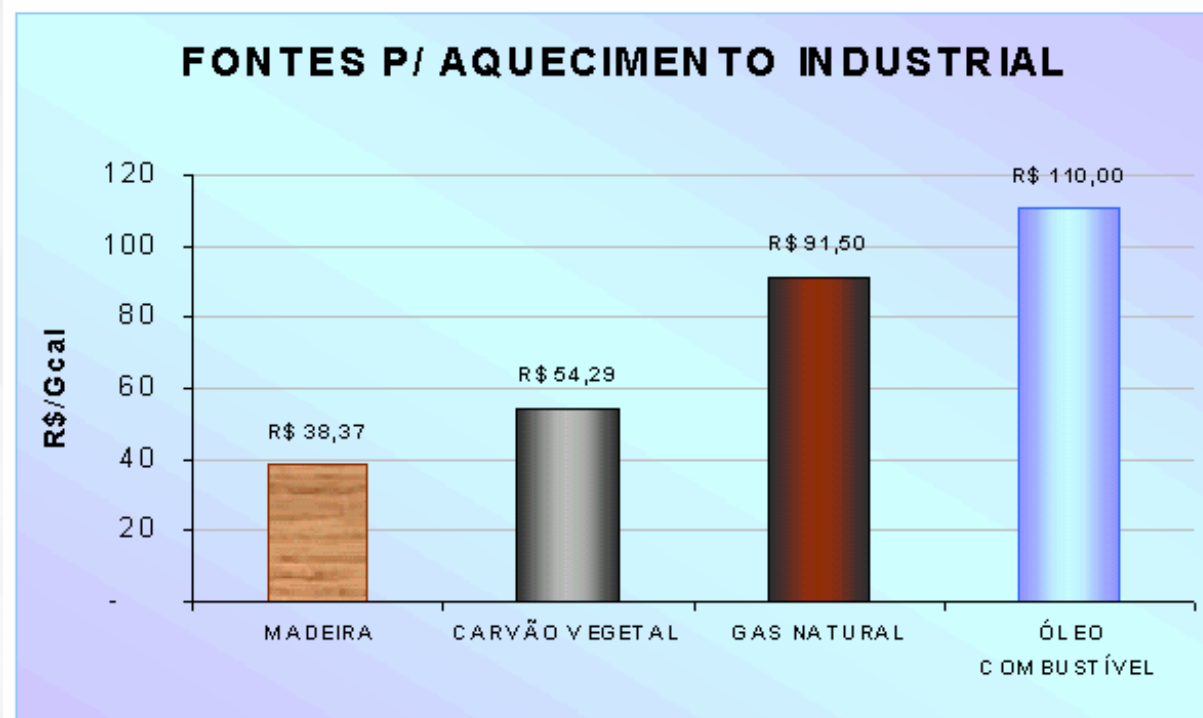
Investimento de R\$ 4.300/ha são 70% concentrados nos 18 meses iniciais e colheita aos 7 anos é a razão da alta participação de juros no custo. Dificuldades para empresas de médio porte.

Frete é fator importante de custo e os preços atuais viabilizam transportes por 2000 km.

A carbonização representa 10% do custo e não tem merecido a atenção devida dos gestores deste negócio.

EVOLUÇÃO DO PREÇO DOS REDUTORES - US\$/ton

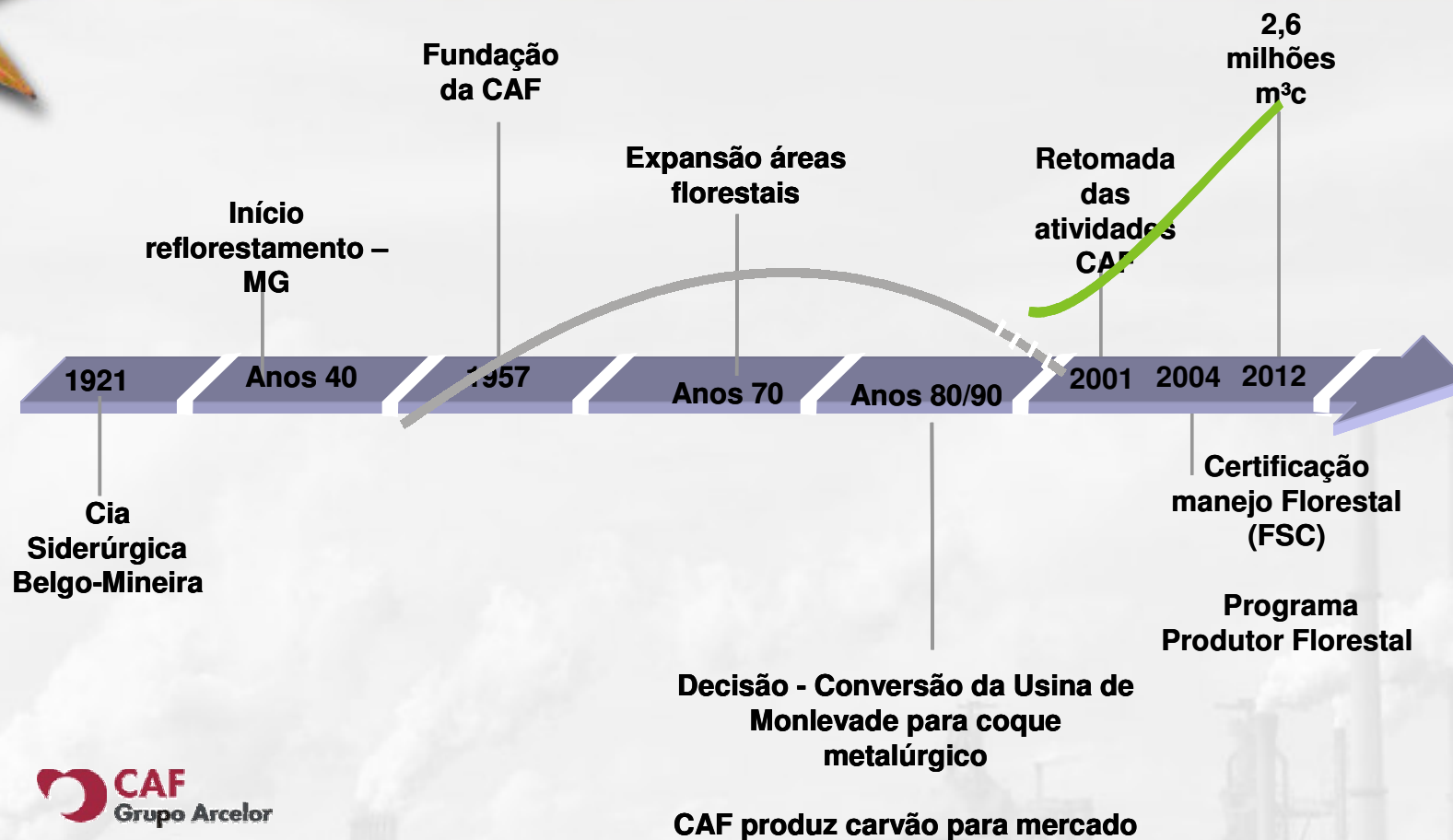




Biocombustíveis sólidos são imbatíveis em preço para aquecimento industrial.

Preferidos pelas indústrias de pequeno e médio porte.

A falta de valorização do conhecimento leva a baixa eficiência de uso.



Além da expansão, a meta da CAF é produzir o ferro-gusa mais barato do grupo Arcelor/Mitall.

A produção nacional de CV deve dobrar até 2015, devido aos novos empreendimentos siderúrgicos em implantação e ao aumento de capacidade.

Plantios apresentam crescimento com ênfase nos programas de fomento florestal.

Evolução dos Plantios Anuais em MG

	Hectares		
Ano	Fomento	Próprio	TOTAIS
1997	11.778	23.686	35.464
1998	10.612	23.295	33.907
1999	14.381	21.408	35.789
2000	16.052	28.766	44.818
2001	12.506	51.234	63.740
2002	9.540	62.275	71.815
2003	16.531	88.061	104.592
2004	29.458	111.197	140.655
2005	27.714	133.544	161.258
2006	42.808	106.045	148.853

RSConsultants

Consultoria em Energia e Siderurgia

- Avançado conhecimento tecnológico graças aos trabalhos de P&D realizados desde 1980 em cooperação com empresas de carbonização e siderurgia.
- Rede de contatos técnicos e comerciais em todo território nacional

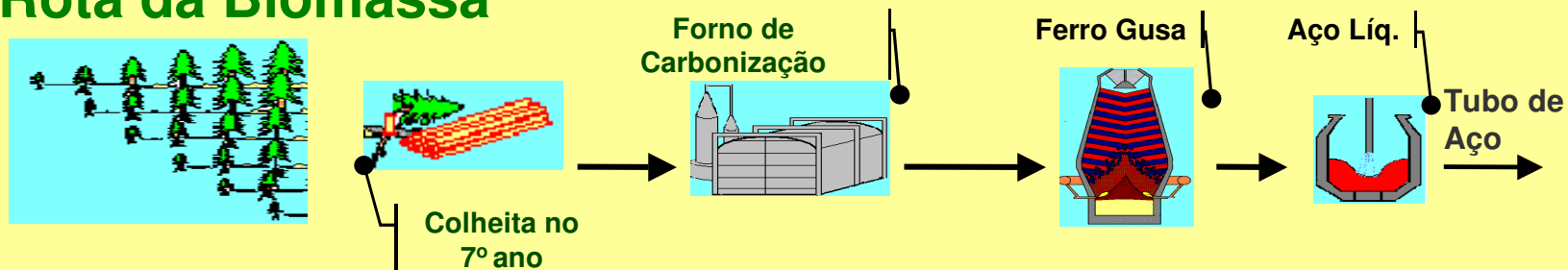


OBJETIVOS:

Manter o Avanço Tecnológico em Biomassa

- Melhorar ainda mais o rendimento das operações
- Desenvolver um acompanhamento preciso das operações - Reprodutibilidade
- Aumentar o espectro de utilização

Rota da Biomassa

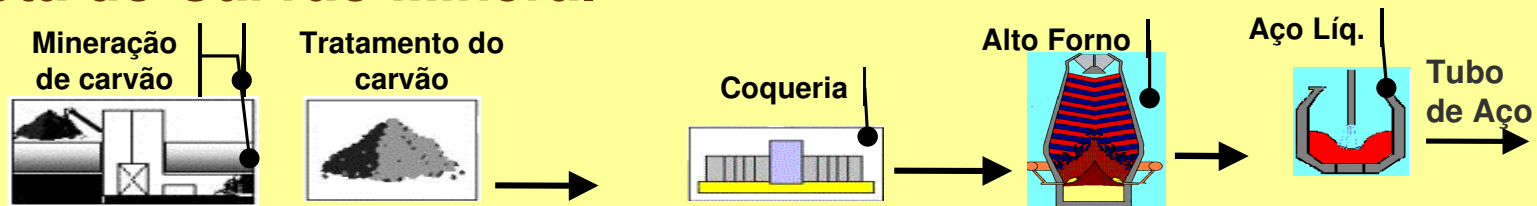


Emissão de CO₂
0 kg

Liberação O₂
450 kg/t

Emissão SO₂
0 kg

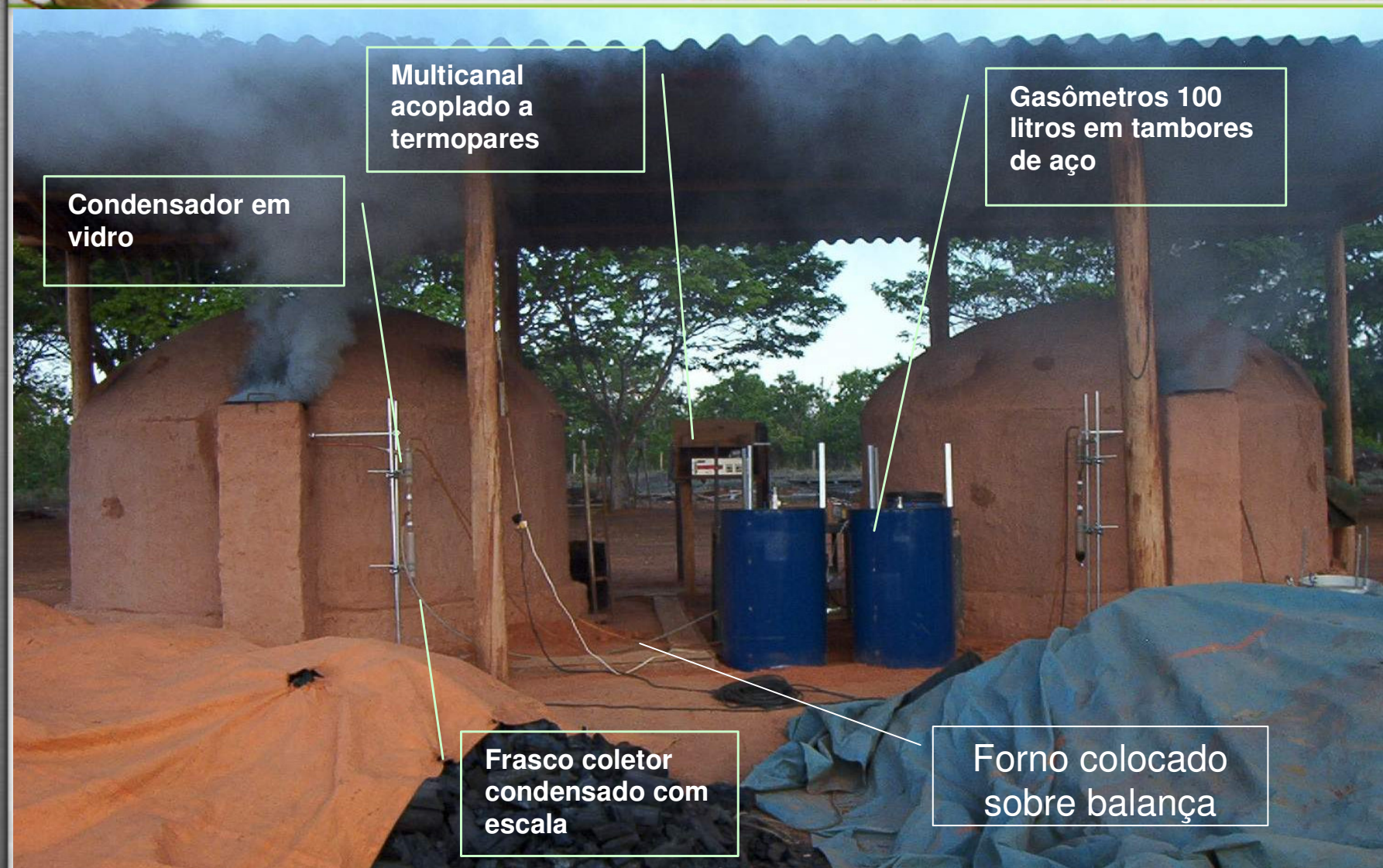
Rota do Carvão Mineral

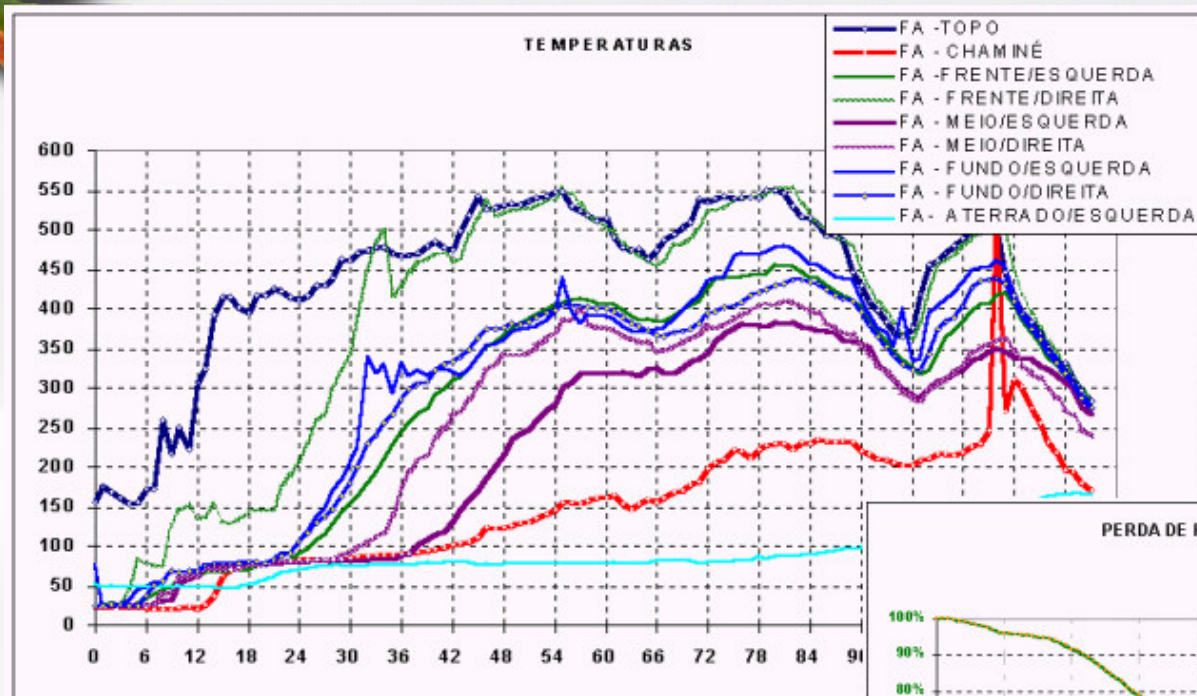


Emissão de CO₂
1886 kg

Total Consumo O₂
1331 kg

Total Emissão SO₂
8.4 kg





Experimento de Estudo do Processo de Carbonização e Emissão de Gases de Efeito Estufa em um Forno JG





CDM – Executive Board

UNFCCC/CNUCC



AM0041/ Version 01
Sectoral Scope: 4
EB 27

Approved baseline and monitoring methodology AM0041

"Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production"

I. SOURCE AND APPLICABILITY

Source

This methodology is based on the project activity "Mitigation of Methane Emissions in the Charcoal Production of Plantar, Brazil" whose baseline and monitoring methodology and project design document were prepared by RS Consultants, Statistics Department of IPEAD/UFMG - Institute of Economic, Administrative and Accounting Research of the Federal University of Minas Gerais, Plantar S/A and Carbon Finance Unit of the World Bank. For more information regarding the proposal and its consideration by the Executive Board please refer to case NM0110-rev: "Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production" on <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved.html>

This methodology also refers to the latest version of the "Tool for the demonstration and assessment of additionality".

Selected approach from paragraph 48 of the CDM modalities and procedures

"Existing actual or historical emissions, as applicable"

Applicability

The methodology is applicable under the following conditions:

- Emission reductions are achieved through the adoption of technologies and processes for improved kiln design and operations, thereby replacing the existing kilns by newer design, that avoid or diminish the production of methane emissions in the carbonization process.
- Local regulation does not require controlling methane emissions in charcoal production or is less stringent than the project controls or laws/regulations exist for mandating the project technology but the laws/regulations enforcement is not strong enough to ensure the widespread compliance. If such laws/regulations exist, the project activity is considered additional and shall receive credit only if it is demonstrated that there is widespread non-compliance with the regulation. The compliance rate shall be monitored on an annual basis. The evidence of non-compliance shall be based on data from the control group, set up as per this methodology, and/or data on legal action and enforcement mechanisms implemented under the prevailing regulation. The relevant laws and regulations are considered enforced if more than 50% of the charcoal production activities comply with the relevant laws and regulations. Other registered CDM projects are to be included in the analysis if the CDM has been used in more than 50% of the cases where the legislation or regulation has been enforced.



Approved baseline and monitoring methodology AM 0041

"Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production"

Forno PP 3,90m de diâmetro para Ferro Gusa Carajas/CVRD



Projeto para 18.500 t/mês -2336 fornos
Unidades de produção variando entre
105 fornos ate 456 forno.

Sistema de colheita mecanizado, madeira
cortada e transportada para a unidade de
produção com 3,00m sendo traçada ao meio
antes da carga dos fornos.

Carga e descarga manual dos fornos
Custo do forno R\$ 800,00

SISTEMA INTEGRADO DE CARBONIZAÇÃO



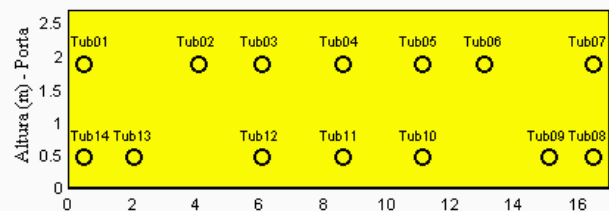
FAIXA DE RENDIMENTO BASE SECA:

- Máximo 40%
- Típico 30 ~34%

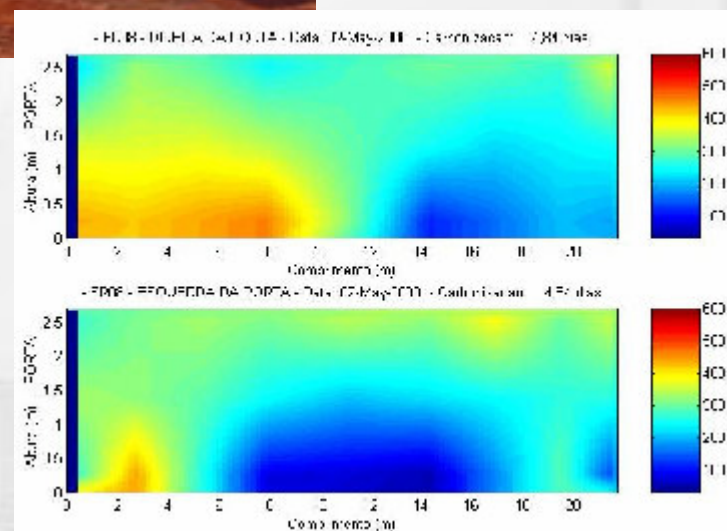
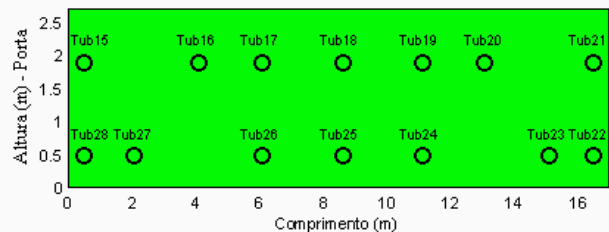




- FORNO FR190 - PAREDE À DIREITA DA PORTA -



- FORNO FR190 - PAREDE À ESQUERDA DA PORTA -



MELHORIAS A CURTO PRAZO

SUBSTITUIÇÃO DOS FORNOS



Forno Rabo-Quente
Forma semi-esférica (dificuldade enchimento)
Tiragem direta
Grande numero de tatus e baianas



Forno PP
Forma cilíndrica
Tiragem inversa
1 único tatu

CONTROLE DA CARBONIZAÇÃO

CONTROLE TRADICIONAL 200.000 anos de conhecimento

- Cor e cheiro da fumaça
- Volume da fumaça
- Temperatura do forno

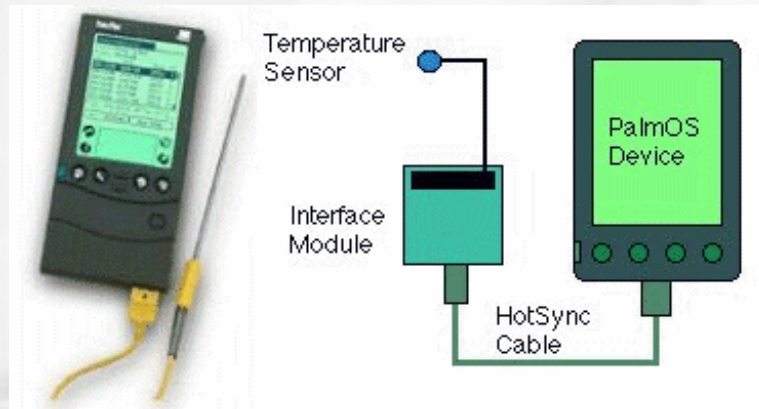
Objetivo: Grande **produtividade** volumétrica: MDC/mês

CONTROLE TECNOLÓGICO

- Medição da massa e umidade (balanço de massa)
- Medição da temperatura
 - Garantir condições ótimas de carbonização
 - Evitar queima

Objetivo: Grande **rendimento** em massa: kg carvão / kg madeira seca

CONTROLE DA TEMPERATURA DE CARBONIZAÇÃO



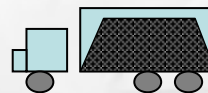
CONTROLE OPERACIONAL DAS UPC POR PESAGEM RENDIMENTO EM PESO COMO FATOR DE DESEMPENHO

Obter o maior rendimento possível.

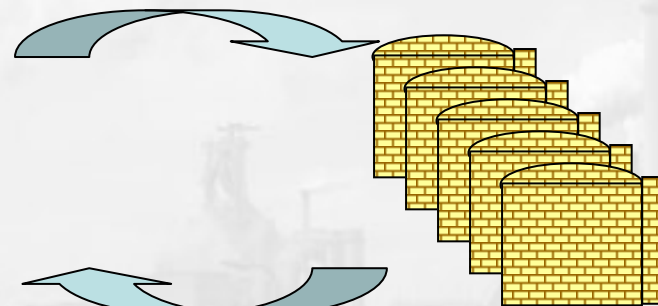
CONTROLE POR PESO



BALANÇA

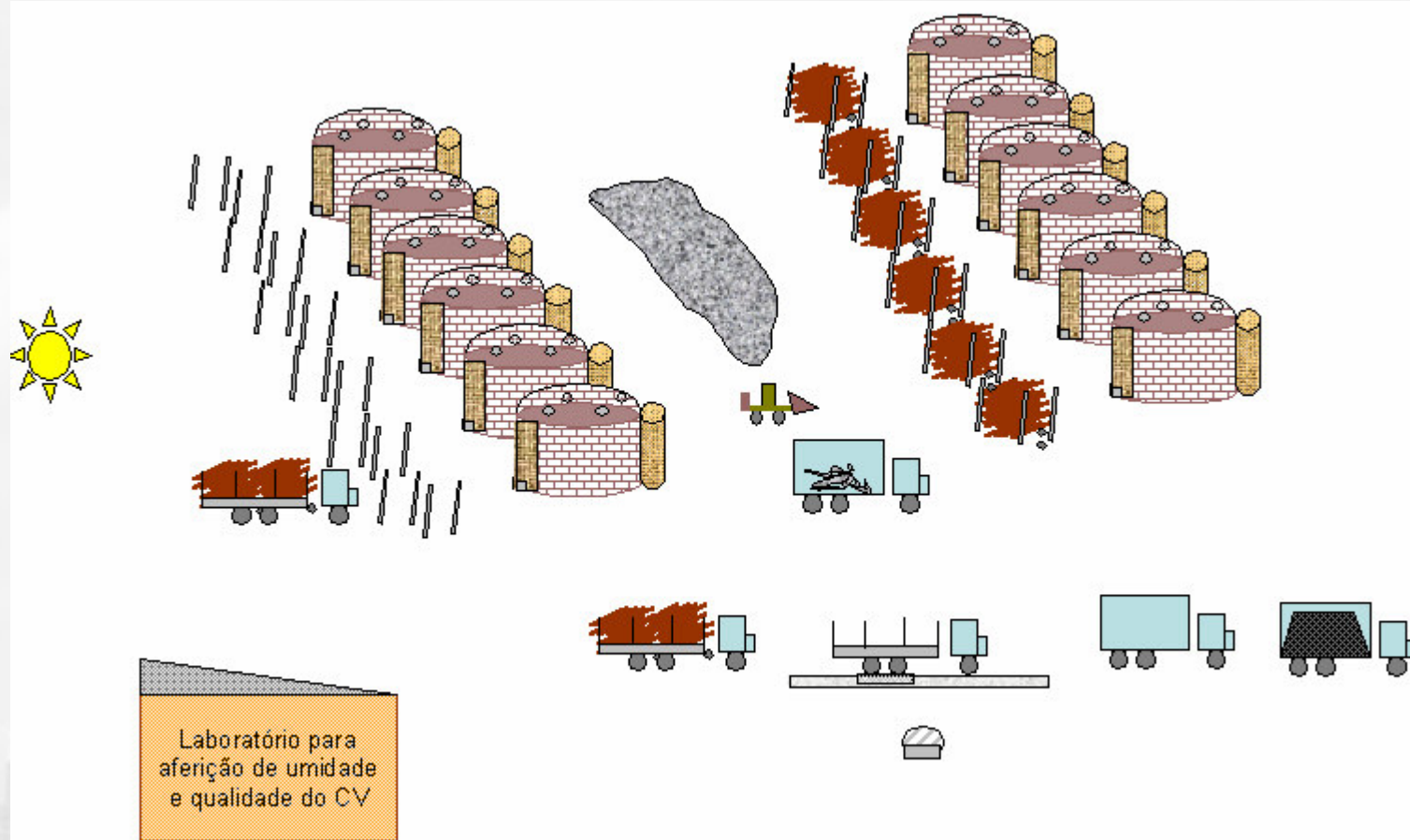


ENTRADA



SAÍDA

A ORGANIZAÇÃO LOGÍSTICA E TECNOLÓGICA DE UMA UNIDADE DE CARBONIZAÇÃO®



TREINAMENTO DE PESSOAL

Se enforar 5000 kg madeira anidra.

- produz 1000 kg de carvão
- rendimento b.s. ~ 20%

Se bem operado pode produzir

- rendimento b.s. ~ 30%
- 1500 kg de carvão



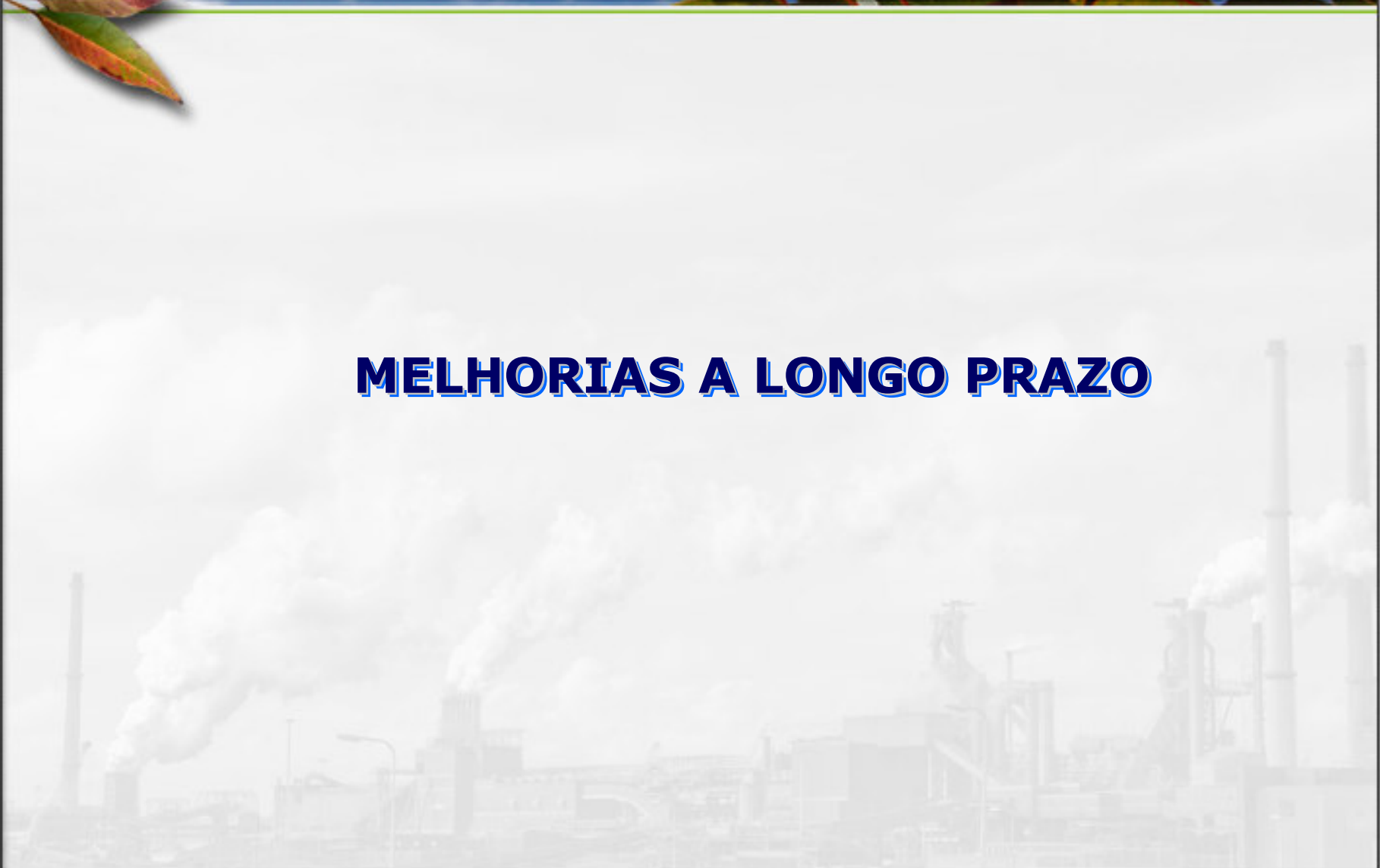
FORNO PP

para elevar rendimento
treinamento, treinamento...

Boa evolução operacional

Se bem operado ao enforar 5000 kg
madeira anidra.

- pode produzir 1800 kg de carvão
 - rendimento b.s. ~ 36%
- Estimativa de rendimento médio atual =
27% (1350 kg de carvão).



MELHORIAS A LONGO PRAZO

SUBSTITUIÇÃO DOS FORNOS



Retorta de Carbonização Contínua da Acesita



Retorta Lambiote

SUBSTITUIÇÃO DOS FORNOS

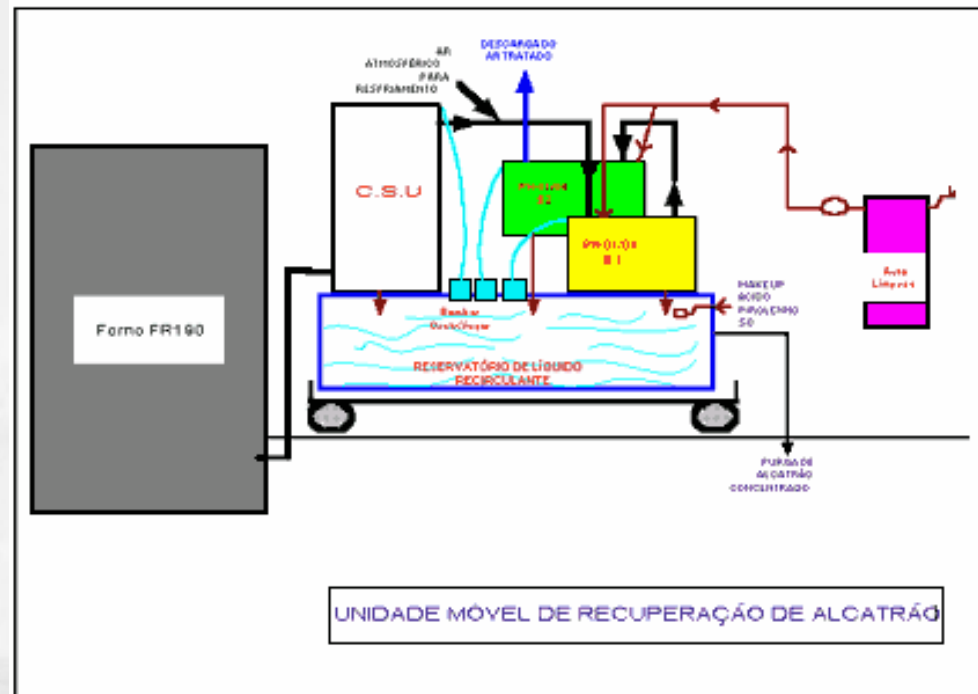


Processo DPC com sistema Roll-On. Modular, baixo custo operacional, eficiente

USO DOS SUBPRODUTOS Recuperação do Alcatrão



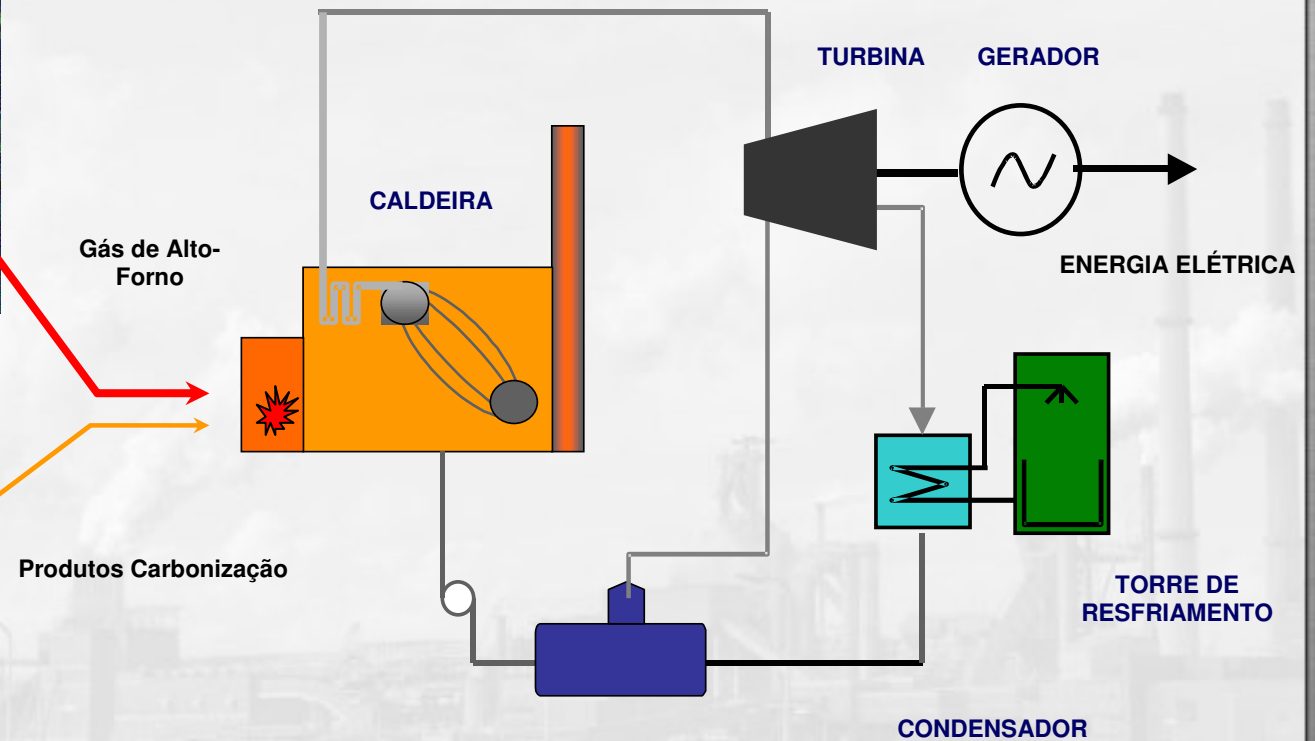
Recuperador da Alcatrão V&M



USO DOS SUBPRODUTOS Queima do Alcatrão



CO-GERAÇÃO



USO DOS SUBPRODUTOS Produção de Briquetes

- Produção de Briquetes a partir dos finos de carvão vegetal, utilizando os condensáveis como ligante.

CONCLUSÕES

A siderurgia a carvão vegetal opera normalmente sem uma tecnologia de carbonização apropriada.

É possível uma maior eficiência na produção de carvão vegetal de qualidade siderúrgica e recuperação e beneficiamento de subprodutos e com baixo investimento.

Existe a necessidade de uma forte aceleração de desenvolvimento tecnológico, devido ao aumento significativo do consumo de biomassa lignosa (lenha e derivados)

Os produtores florestais devem estar em plena harmonia com o mercado:

- Competição ou complementação com os produtos concorrentes
- Equilíbrio de remuneração a ser defendido
- Garantia de fornecimento a longo prazo
- Estruturação e Organização da produção

CUSTO DO DESPERDÍCIO

- Para uma **produção brasileira** de 40 milhões de MDC/ano (10 milhões de toneladas) de carvão vegetal.
 - ✓ Estimando que 50% desta produção é feita em fornos de alvenaria com baixo rendimento (25% em peso).
 - ✓ Uma elevação do rendimento para 34%, significaria uma disponibilidade adicional de 1,35 milhões ton/ano de carvão vegetal utilizando a mesma quantidade de madeira.

A falta de conhecimento na cadeia produtiva leva ao desperdício de:

$$1,35 \text{ milhão} \times \text{R\$}300,00 = \text{R\$} 400 \text{ milhões/ano}$$

Com tecnologias modernas é possível aproveitar subprodutos:

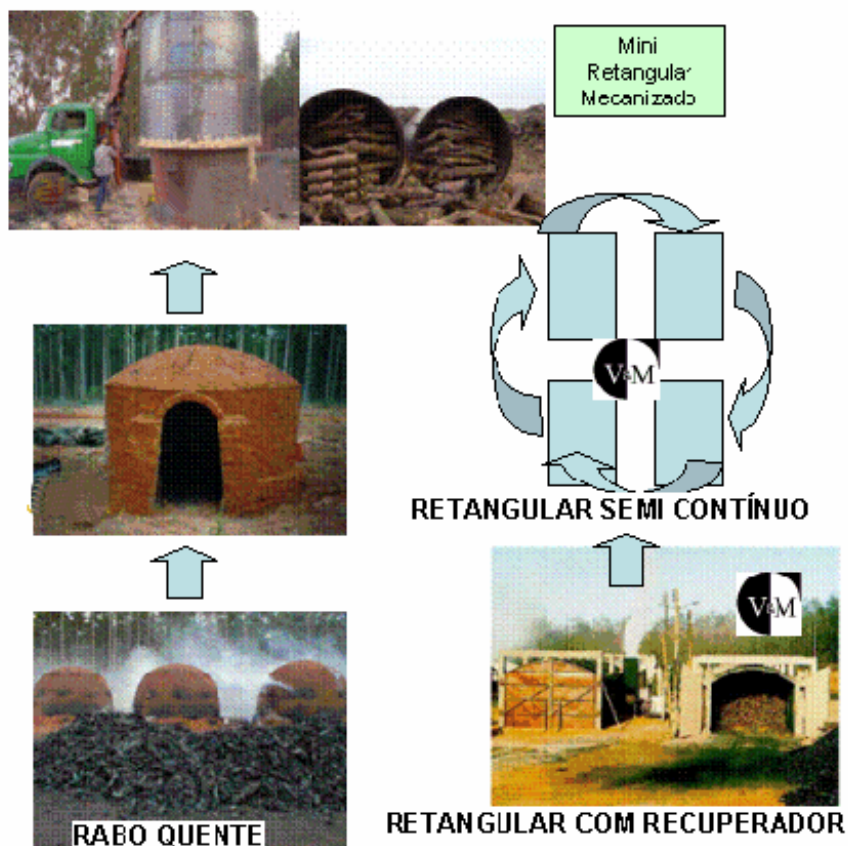
- Alcatrão combustível (2,5 milhões ton/ano = 10 milhões de BEP)

10 milhões x US\$60/barril = R\$ 1,2 bilhão

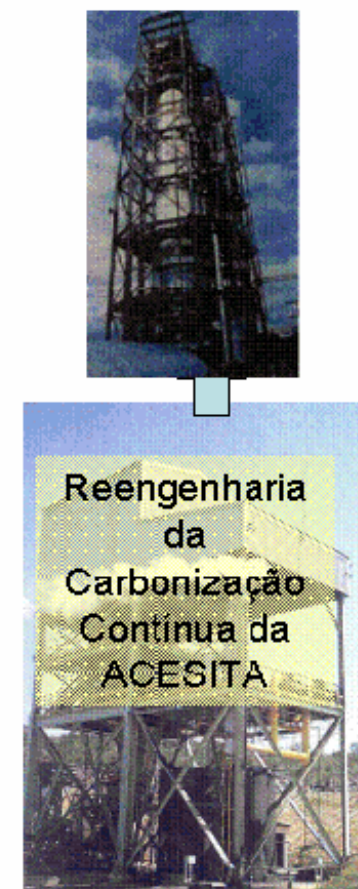
RSConsultants

A RSConsultants possui conhecimento tecnológico avançado do uso e produção da biomassa e do carvão vegetal.

A RSConsultants possui grande experiência no uso e produção de biomassa e carvão vegetal.



Tecnologias tipo container



A RSConsultants está apta a assessorar a implantação de sistemas energéticos baseados no uso da biomassa e do carvão vegetal, adaptando as tecnologias à realidade brasileira.

Soluções RSConsultants

- **Avaliação qualitativa das operações atuais de carbonização.**

Visitas técnicas e relatório de sugestões de melhorias.

- **Auditoria tecnológica no estado da arte do processo de carbonização.**

Avaliação dos rendimentos gravimétricos atuais analisando a metodologia de carbonização da empresa.

Objetivo: determinar o potencial de ganhos de rendimento gravimétrico com o processo em uso.

- **Programa de treinamento e desenvolvimento de metodologia operacional através do controle de processo.**

Desenvolvimento de procedimentos e treinamentos contínuos nos operadores e administradores.

Objetivo: continuidade pelo auto-aprendizado.

Laboratório de Carbonização e Combustão LC²

Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG

Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901 Belo Horizonte, MG



- P&D em Tecnologia de Carbonização.
- Estudo dos Fatores que Influenciam na Carbonização.
- Estudo das Emissões da Carbonização.
- Modelamento Matemático de Fornos de Carbonização.
- Estudo da Co-Geração na Carbonização.
- Desenvolvimento de novas tecnologias de Carbonização.
- Desenvolvimento de novas tecnologias de Mitigação de Emissões e Gases de Efeito Estufa.

- Treinamento em Carbonização.

Livro: Fundamentos e Prática da Carbonização da Biomassa

Obrigado pela atenção.



Paulo Cesar C. Pinheiro

Laboratório de Carbonização e Combustão
Dept. Engenharia Mecânica da UFMG
Tel: (31) 3409-5451
Pinheiro@demec.ufmg.br



Ronaldo Santos Sampaio

RSConsultants
Tel: (31) 9127-8724, 3225-3472
Ronaldo@ISSBrazil.org



Maria Emilia Antunes de Rezende

Biocarbo
EmiliaRezende@biocarbo.com www.biocarbo.com

