



ArcelorMittal

“Aspectos Logísticos do beneficiamento de finos de carvão vegetal para ICP em Altos Fornos”

Augusto Valencia Rodriguez
Gerência de Logística
ArcelorMittal BioEnergia

II Fórum Nacional sobre carvão vegetal – Sete Lagoas – MG – 27 de outubro de 2010

Roteiro

- ✓ ICP - Injeção de Carvão Pulverizado
- ✓ Definições
- ✓ A quem se destina?
- ✓ Cenários de Consumo
- ✓ Histórico
- ✓ Projeto de Peneiramento e Relatório fotográfico
- ✓ Questões de interesse
- ✓ Sensibilidade e Estudo de caso
- ✓ Vantagens adicionais



ICP: INJEÇÃO DE CARVÃO PULVERIZADO:

- Consiste no aproveitamento dos finos de carvão vegetal que não fazem parte da carga do topo dos ALTOS FORNOS (permeabilidade).
- Auxilia no balanço da matéria prima e, de acordo com a taxa máxima (kg de CV/ton.gusa), proporciona diferentes percentuais de aproveitamento final



Definições:

- Logística (Definida pelo CML – Council of Logistics Management, em 1986), como sendo, “***o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e eficaz de matérias primas, estoques de produtos semi-acabados e acabados, bem como de fluxos de informações a eles relativos, desde a origem até o consumo, com o propósito de atender aos requisitos dos clientes***”



Definições:

- SCM ou Supply Chain Management, definido pelo International Center of Competitive Excellence, em 1994, como sendo, ***“a integração dos processos do negócio desde o usuário final até os fornecedores originais que proporcionam os produtos, serviços e informações, a fim de agregar valor para o cliente”***

A quem se destina?

- Este trabalho (reflexão), destina-se às empresas produtoras de carvão vegetal e usinas siderúrgicas, que estejam integradas de forma colaborativa, ou seja, que tenham sinergias no planejamento da produção, na gestão de estoques e no abastecimento, como forma de obter ganhos nas diversas etapas do processo. Ganhos qualitativos e quantitativos.



A quem se destina?

- É um projeto que busca inovar do ponto de vista da manufatura tradicional e das relações entre cliente-fornecedor e com o mercado externo



A quem se destina?

- Permite a flexibilização da produção, estocagem e consumo, abrindo alternativas para outros campos de aplicação dentro do setor

Cenários de Consumo

➤ Tradicional:

As empresas florestais fornecem o carvão vegetal bruto, que é peneirado na usina, aproveitando ao máximo a moinha para ICP (Injeção de Carvão Pulverizado), vendendo os excedentes

➤ Resultados:

Para as empresas produtoras de carvão o preço não varia, com a variação do % finos

Para as usinas o gasto total depende da taxa de ICP e os excedentes vendidos bonificam parcialmente o custo do gusa



Cenários de Consumo

➤ Beneficiamento:

Peneirado durante a carga e expedição (descarga dos fornos?), eliminando contaminantes (tiços e 0-2 mm), podendo promover a secagem e/ou moagem, enviando em separado às usinas, o carvão peneirado (de acordo com a bitola desejada) e a moinha limpa, na quantidade exata de acordo com a taxa de ICP

➤ Resultados:

Para as empresas produtoras de carvão, agrega valor e qualidade do fornecimento, melhorando o nível de serviço prestado

Para as usinas o gasto total tende a cair, quando não houver aproveitamento integral da moinha, agregando-se ainda, diversas vantagens

Fatores de interação entre geração e consumo

➤ Nas usinas:

- Bitola da peneira de corte para enforamento (de 6 a 19 mm)
- Variação da bitola ao longo do ano
- Localização dos estoques (silos)
- Característica do circuito de carvão
- Sistemas de blendagem
- Capacidade de moagem
- Taxas de injeção (kg de moinha / tonelada de gusa)

Fatores de interação entre geração e consumo

➤ Nas Unidades de Produção de Energia:

- Qualidade da matéria prima (madeira)
 - Friabilidade
 - Densidade
- Nível de mecanização das atividades
- Qualidade do produto final (% finos, na bitola de referência, contaminantes)
- Política de estoques
- Unidade de medida

HISTÓRICO

Atualmente o carvão vegetal da AMBIO, destinado à Usina de Juiz de Fora, é produzido nas novas Unidades de Produção de Energia (UPE's), em fornos retangulares, com todas as **operações mecanizadas**, de movimentação da madeira (descarga nos boxes de estocagem), carga (enforamento), descarga do carvão para estocagem (mínima de 72 horas) e carga dos caminhões para expedição realizado por pás carregadeiras.

Dois aspectos de qualidade são particularmente importantes:

- * TIÇO: é a madeira que não foi totalmente carbonizada, sendo um indicador de qualidade do processo que, porém, não deve fazer parte do produto enviado à Usina e;
- * MOINHA: é a parte fina que compõe a mistura de grãos do carvão (referência atual até 9,52 mm) e que, apesar de ser intrínseca a produção deve limitar-se a percentuais controláveis (atualmente, máximo de 18% sobre o carvão recepcionado), devendo possuir a menor quantidade possível de contaminantes (cinzas) indesejáveis ao processo.

SITUAÇÃO ATUAL

Após mais de 3 anos de fornecimento de carvão a usina a quantidade e tamanho de tiços e moinha recepcionados ainda gera pontos problema, quer na recepção, quer na composição da carga do topo dos AAFV ou mesmo do processo de peneiramento e moagem da fração destinada a ICP.

Necessário então, aprimorar os processos para melhorar a qualidade do produto final, com tecnologias e custos compatíveis, beneficiando todas as partes interessadas.

A viabilidade da ICP em fornos de redução a coque, também permite novo foco de desenvolvimento de processos e produtos que agreguem valor ao longo de toda cadeia produtiva. **Atualmente, parte da moinha que é separada em JF é direcionada a MDE, podendo ser fornecida diretamente a partir das UPC's mais próximas.**

Justificativas do projeto:



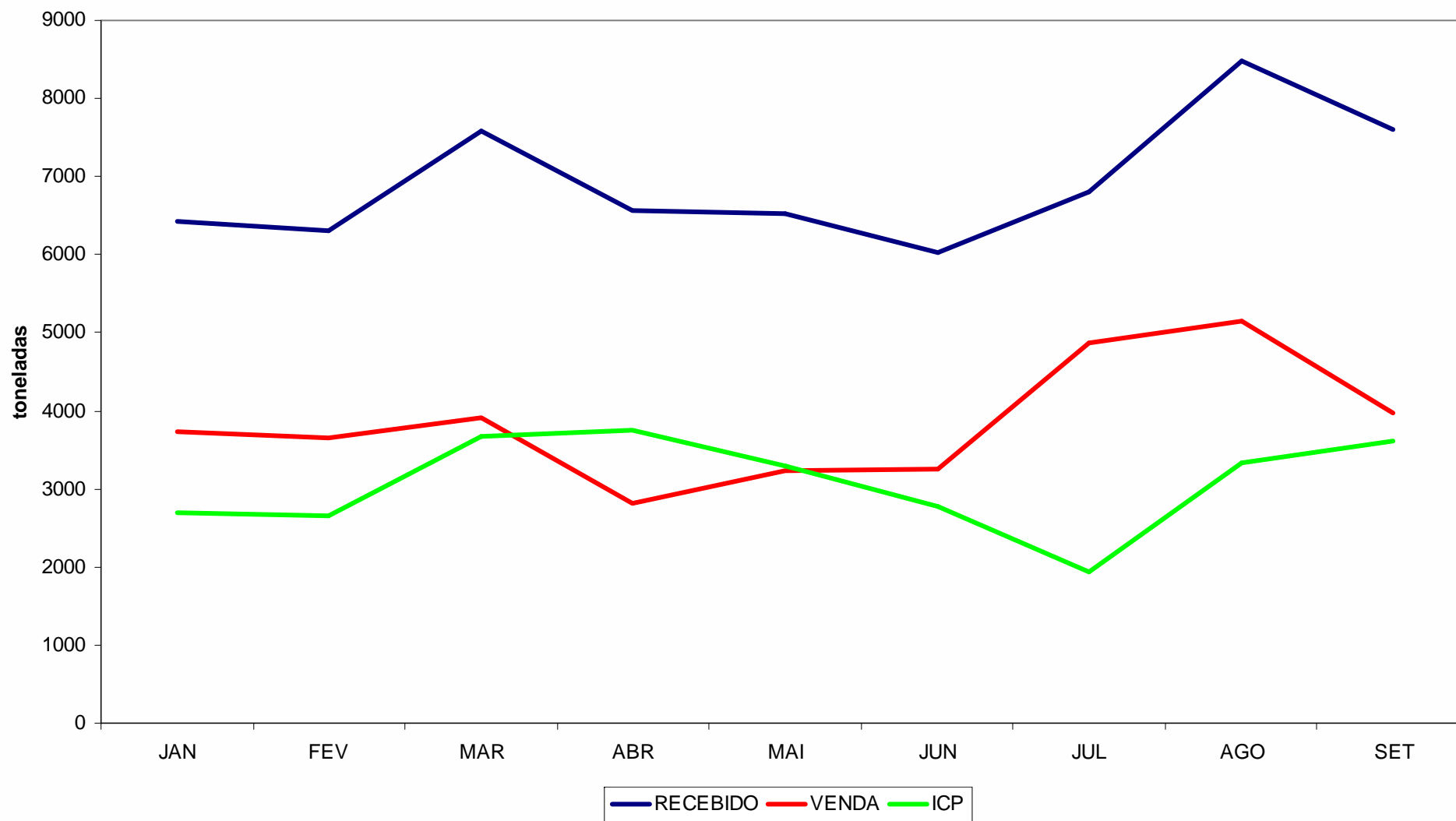
ArcelorMittal

- Adequação da qualidade para uso final:
 - Separação de tiços e moinha
 - Redução de contaminantes → retorno a floresta
 - Agregação de valor → secagem / gases quentes UPC's
- Aumento da demanda de finos de CV para ICP (preços coque/carvão mineral);
 - Potencial de aumento da produção de finos: resíduos / aquisição de guseiros (SL/DIV)
- Padronização dos produtos devido a diferentes fontes de fornecimento, com variações de matéria prima, processos e sazonalidade;
- Diferenciar a logística dos produtos: carvão x moinha
 - Transporte diferenciado
 - Estocagem específica: carvão → silos / moinha → "roll on"
 - Aumento na capacidade de descarga e estocagem de cv processo
 - Redução no risco de incêndio nas células
 - Redução de custos



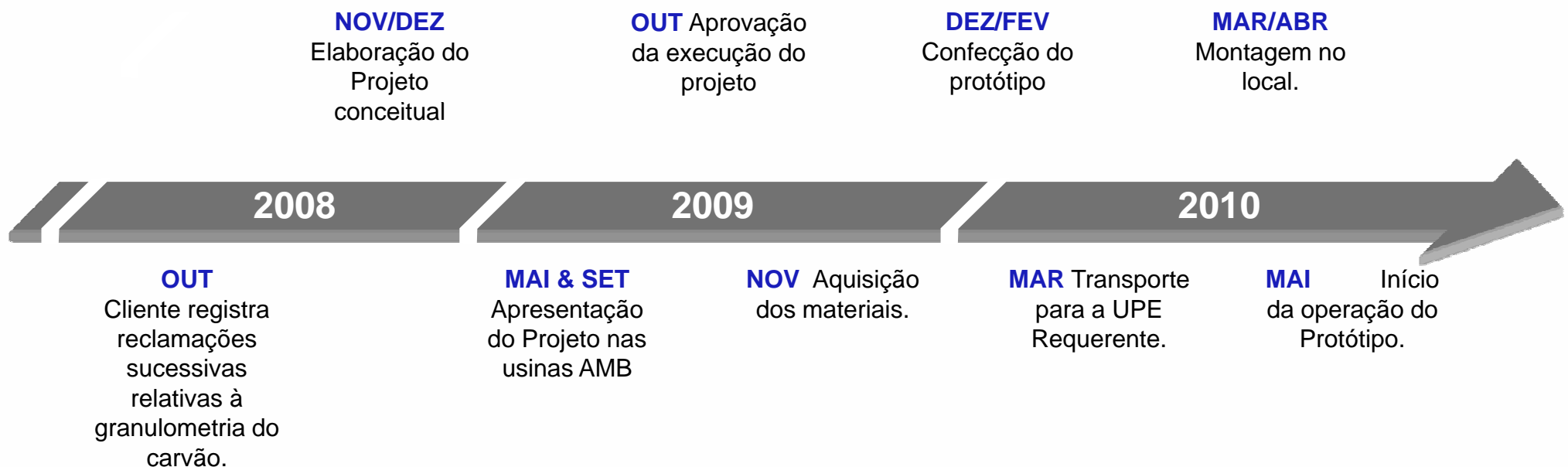
ArcelorMittal

MOVIMENTAÇÃO DE MOINHA DE CARVÃO VEGETAL



Histórico

- ✓ A idéia de desenvolver um sistema, operando em nossas UPE's, capaz de fazer a retirada da parte fina do biorredutor em percentuais controláveis surgiu em meados de 2008;
- ✓ O objetivo deste projeto é contribuir positivamente no desempenho dos Alto Fornos da AM;





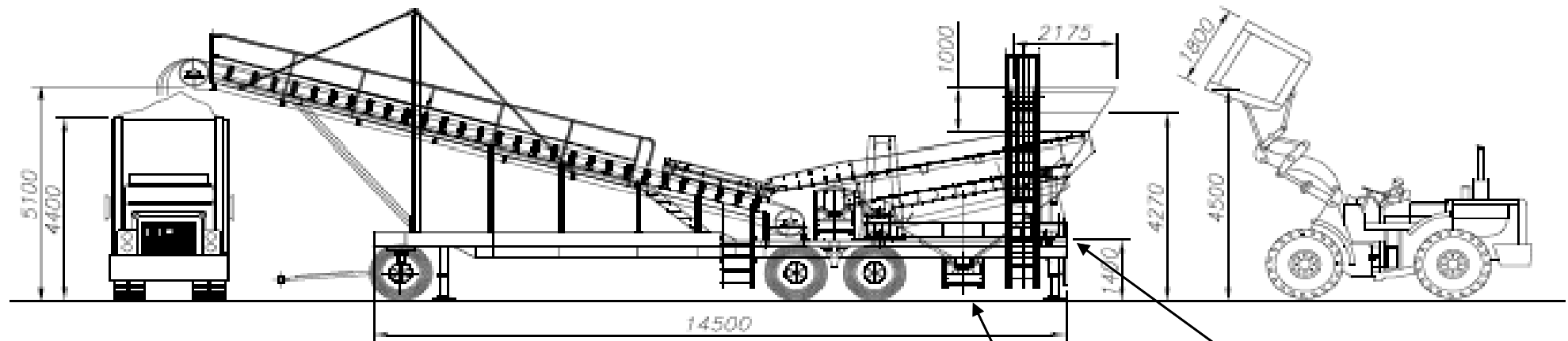
ArcelorMittal



Equipe do Projeto

- ✓ Wanderley L.P. Cunha – Gerente de Desenvolvimento Técnico
- ✓ Marcelo Acioli – Gerente Regional
- ✓ Willes Pessoa – Supervisor de Processos
- ✓ Geraldo Sinésio Drumond – Consultor
- ✓ Gilberto Antônio Ferreira – Supervisor de Produção
- ✓ Augusto Valencia Rodriguez – Gerente de Logística

O Projeto



- ✓ Área útil da peneira 6m²;
- ✓ Inclinação da peneira com 10°;
- ✓ Eixo excêntrico com curso de 170 mm;
- ✓ Oscilação com velocidade de 1000 RPM;
- ✓ Medidas: (A): 4,80m;
(L): 3,84m;
(C): 17,50 m;

Saída da peneira de 2 a
9,5mm

Saída da peneira de 0 a
2mm

O Projeto

Pontos Positivos

- ✓ Aumento da Produtividade de 35 t/hora para 40t/hora;
- ✓ Peneiras metálicas auto-limpantes, separam os produtos nas classes granulométricas desejadas;
- ✓ Qualidade satisfatória dos produtos peneirados;
- ✓ Regulagem da vazão do peneiramento;
- ✓ Painel elétrico automatizado e fácil de operar;
- ✓ Operação segura;
- ✓ Baixo consumo de energia elétrica (25 kwh);
- ✓ Permite operar em *lay out's* diferentes (posicionamento do biorredutor);
- ✓ Arraste da carreta com o trator agrícola ou Pá Carregadeira;

O Projeto

Pontos Negativos

- ☹️ Peso do conjunto de 12 toneladas;
- ☹️ Largura, altura e comprimento não permitem o transporte rodoviário;
- ☹️ Altura do *shunt* de 4,80 m; (geração de finos e visibilidade)
- ☹️ Sistema de direção rotulado - dificuldade para manobrar e posicionar;
- ☹️ Possibilidade de fadiga do chassis (peso e vibração/movimentação);
- ☹️ Dupla rodagem de pneus na traseira (custo);
- ☹️ Pulverização excessiva das partículas menores de biorredutor;

Resultados

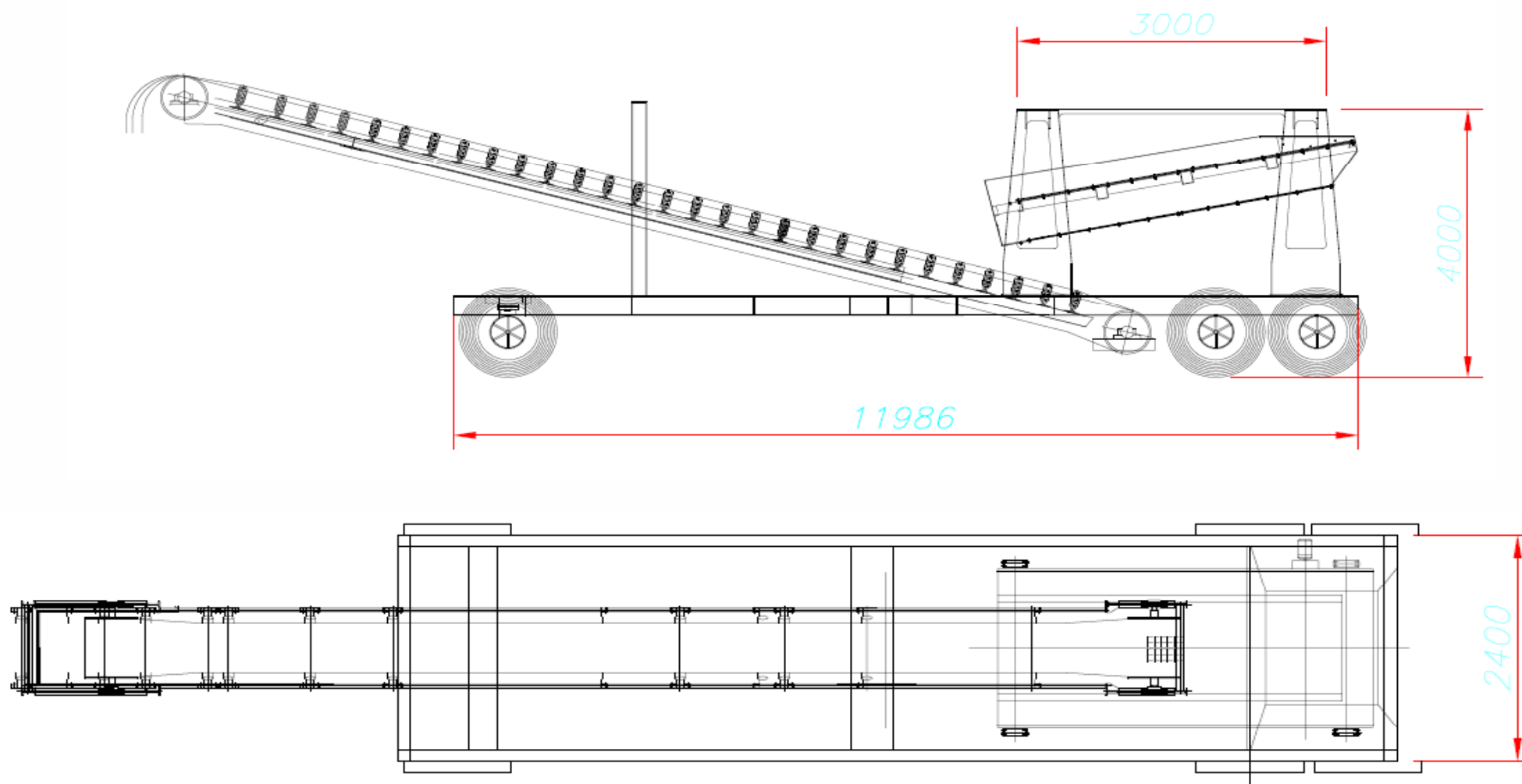
Indicadores Básicos

- # Tempo médio de carga: **50 min/carreta de 100 m³**
- # Quantidade máxima de biorredutor por batelada: **840 kg (~ 3,5 m³b)**
- # Percentual médio de geração de biorredutor acima de 9,5mm: **87%**
- # Percentual médio de geração de biorredutor entre 9,5 e 2 mm; **10%**
- # Percentual médio de geração de biorredutor entre 2 e 0 mm; **3%**
- # Biorredutor no cliente: **Média: 7,5%; DP: 3,52%; CV: 46,99%**
- # Retirada de tiços facilitada => Melhor visualização + *shunt*,



ArcelorMittal

O Novo Projeto



O Novo Projeto

Objetivos

- ✓ Reduzir o peso total de 12 ton para 6 ton;
- ✓ Reduzir o custo de fabricação (~40%);
- ✓ Aumentar a produtividade ton/hora (de 40 para 60 ton/hora);
- ✓ Executar o carregamento de uma gaiola em 30 minutos;
- ✓ Reduzir a altura *shunt* para 4 m;

O Novo Projeto

Principais Alterações

- ✓ Retirada da plataforma e a passarela de correia principal;
- ✓ Implantação de cilindro hidráulico na correia principal (sai estrutura);
- ✓ Chassis com vigas “I” mais finas;
- ✓ Pneus menores e rodado simples;
- ✓ Diminuição da potência dos motores de 3 para 1 cv;
- ✓ Redução da espessura e aumento da largura da correia transportadora;
- ✓ Retirada da bica pós peneira;
- ✓ Em estudo um sistema para reduzir a poeira;





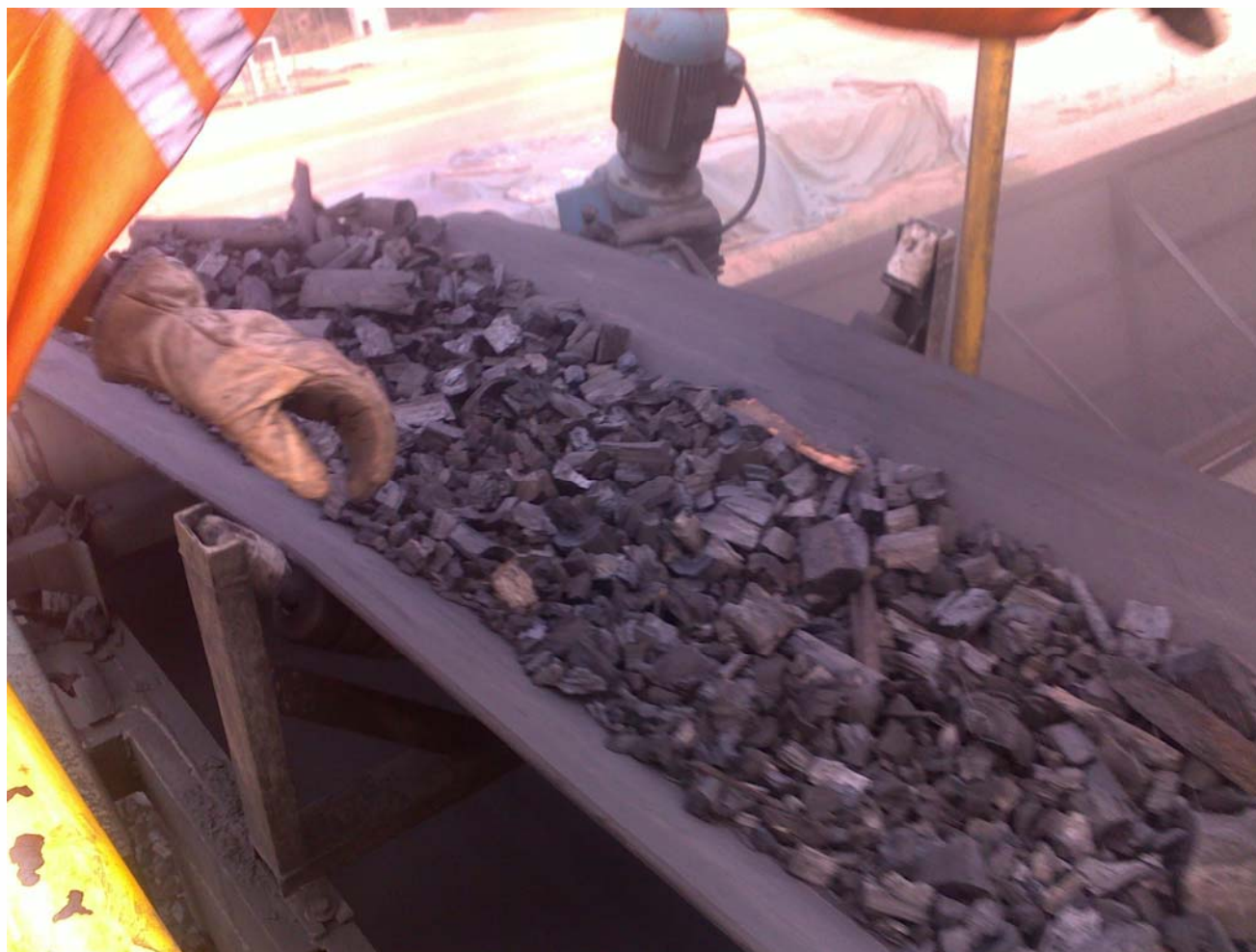








ArcelorMittal





ArcelorMittal





ArcelorMittal







ArcelorMittal







ArcelorMittal



Questões de interesse:

- Se já existe peneiramento na usina, para que peneirar na UPE?
 - Mesmo que o consumo seja integral (ICP = 100% geração total), podem existir variações no consumo de CV e de moinha, que não feche o balanço, gerando excedentes que não precisam ir para a usina.
 - Existem outras vantagens qualitativas que devem ser analisadas.

Questões de interesse

- Deve-se peneirar tudo na UPE ou só o excedente que não será consumido na ICP?
- Isto dependerá da análise logística global, isto é, das características dos locais de produção, da modalidade de contratação de fretes, da capacidade de estocagem das usinas, da geração após o peneiramento e carga do AF, inclusive, da necessidade de repeneiramento na usina

Questões de interesse

- É vantajoso para a usina pagar um sobre preço pelo serviço?
 - Sim. Pois os produtos já saem classificados das UPE's, com valores diferenciados, beneficiando a usina que tem excedente e não necessita vender a moinha por até 25% do valor do carvão bruto, além do manuseio interno, tanto durante as estocagens, desestocagens, peneriamento e carga para venda.

Questões de interesse

- O circuito de carvão vegetal atual, trabalha com o carvão bruto.
Como fazer para segregar?
 - Pode-se manter o atual fluxo, estocando a moinha recebida em locais diferenciados ou mantendo-se os estoques nos veículos ou “containers”, dosando a medida do consumo da ICP

Sensibilidade:

- A viabilidade da adoção do beneficiamento (peneiramento), em nível de Unidade de Produção, pode ser considerada observando diferentes fatores de custo (inerentes a cada empresa e mercado), da geração de finos (qualidade do CV e manuseio no fluxo de abastecimento e armazenagem) e do nível de aproveitamento que a ICP será capaz de absorver.
- A composição desses fatores levam a distintos cenários de análise.

Sensibilidade:

- Preços de carvão vegetal: R\$ 300 a R\$ 600/tonelada (F.O.B)
- Preço da moinha, função do preço do CV: 25 a 55%
- Taxa de geração de finos (9,52 mm): 20 a 40% (total na usina)
- Variável resposta: taxa de injeção sobre a geração total (TA), mínima para fechar o balanço na usina, isto é, onde não seria necessário peneirar na origem (apenas quantitativa)

CENÁRIOS DE RESULTADOS DE GANHOS COM PENEIRAMENTO NAS UPE's

Para um nível de produção de 10.000 t/mês e distância de transporte de 350 km para ambos os produtos.

TAXA DE ICP SOBRE GERAÇÃO PARA EQUILÍBRIO DOS GASTOS DAS USINAS E FATURAMENTO UPE (valores mínimos para não peneira)

| PREÇO DO CV (R\$/t - fob) | PREÇO DA MOINHA (% PREÇO CV) | 75 - 25 - 150 | | | 120 - 40 - 240 | | | 165 - 55 - 330 | | |
|---------------------------------|------------------------------|---------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|
| | GERAÇÃO DE MOINHA (%) | 20 | 30 | 40 | 20 | 30 | 40 | 20 | 30 | 40 |
| 300 | | 72 | 81 | 86 | 77 | 85 | 89 | 81 | 87 | 90 |
| 450 | | 77 | 85 | 89 | 82 | 88 | 91 | 85 | 90 | 93 |
| 600 | | 81 | 87 | 90 | 85 | 90 | 93 | 88 | 92 | 94 |

CENÁRIOS DE RESULTADOS DE GANHOS COM PENEIRAMENTO NAS UPE's

Para um nível de produção de 10.000 t/mês e distância de transporte de 350 km para ambos os produtos.

TAXA DE ICP SOBRE GERAÇÃO PARA EQUILÍBRIO DOS GASTOS DAS USINAS E FATURAMENTO UPE (valores mínimos para não peneira)
BASE 100

| PREÇO DA MOINHA (% PREÇO CV) | | 105 - 30 - 165 | | | 140 - 40 - 220 | | | 175 - 50 - 275 | | |
|------------------------------|-----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|
| GERAÇÃO DE MOINHA (%) | | 25 | 30 | 35 | 25 | 30 | 35 | 25 | 30 | 35 |
| PREÇO DO CV (R\$/t - fob) | 300 | 0 | 13 | 19 | 7 | 18 | 24 | 13 | 21 | 25 |
| | 450 | 7 | 18 | 24 | 14 | 22 | 26 | 18 | 25 | 29 |
| | 600 | 13 | 21 | 25 | 18 | 25 | 29 | 22 | 28 | 31 |

Estudo de Caso:

- Produção de carvão vegetal bruto: 10.000 t/mês ~ 16.000 t. gusa
- Geração total de finos: 30 % (peneira de corte: 9,52 mm)
- Preço do carvão vegetal (F.O.B): R\$ 450,00 / t (R\$ 501/t)
- Preço da moinha: R\$ 120,00 / t (27% CV)
- Taxa de injeção: 100 kg moinha / t. gusa
- Taxa de Aproveitamento: 53%
- Diferença para equilíbrio: 60% ou 160 kg/tg
- Ganho da usina: R\$ 15,80 / t.gusa ~ 5 %

CENÁRIOS DE RESULTADOS DE GANHOS COM PENEIRAMENTO NAS UPE's

Para um nível de produção de 10.000 t/mês e distância de transporte de 350 km para ambos os produtos.

TAXA DE ICP SOBRE GERAÇÃO PARA EQUILÍBRIO DOS GASTOS DAS USINAS E FATURAMENTO UPE (valores mínimos para não peneira

| | | PREÇO DA MOINHA (% PREÇO CV) | | | 120 - 40 - 240 | | | 165 - 55 - 330 | | |
|---------------------------------|-----|------------------------------|----|-----|----------------|----|----|----------------|----|----|
| | | 75 | 25 | 150 | 20 | 30 | 40 | 20 | 30 | 40 |
| | | GERAÇÃO DE MOINHA (%) | | | 20 | 30 | 40 | 20 | 30 | 40 |
| PREÇO DO CV (R\$/t - fob) | 300 | 72 | 81 | 86 | 77 | 85 | 89 | 81 | 87 | 90 |
| | 450 | 77 | 85 | 89 | 82 | 88 | 91 | 85 | 90 | 93 |
| | 600 | 81 | 87 | 90 | 85 | 90 | 93 | 88 | 92 | 94 |

Vantagens adicionais:

- Melhoria da qualidade
- Transporte diferenciado de produtos
- Organização da estocagem
- Redução dos riscos de incêndio
- Redução no nível de poeira
- Produtividade da descarga
- Melhor estruturação na composição de custos
- Facilita as ações de blendagem

Vantagens adicionais:

- Segurança (**prioridade**):
 - Menor tráfego nas usinas por não receber e expedir excedentes de moinha
 - Melhor escoamento do produto durante o basculamento, evitando a necessidade de forçar manualmente a sua descida
 - Elimina as sobras de carvão no fundo das gaiolas, evitando sua remoção manual
 - Menor nível de poeiras nos ambientes de fluxo de carvão, melhorando as condições de trabalho
 - Catação de tiços no posto de carga (melhor visualização), evitando o trânsito de pessoal durante as operações de carga (tradicional)

Blendagem:

- Mix de carvões de diferentes origens e qualidade, propiciando a melhor composição da carga para o alto forno
- Carvão bruto: tiços, moinha, cinzas, curva granulométrica, TM, CF, densidade, umidade
- O beneficiamento proporciona uma redução nos parâmetros, facilitando o “endereçamento” do produto
- Redução da variabilidade do produto separado → Foco nos importantes!!
- Ações potenciais de beneficiamento (secagem, moagem)



Conclusão:

OPERAÇÃO DOS ALTOS-FORNOS DA V&M DO BRASIL COM ALTAS TAXAS DE INJEÇÃO DE CARVÃO PULVERIZADO

Rafael Porto de Oliveira; Hélio Manetta; Jadir das Graças Cruz; Mário Emílio da Silveira Maia; Denise Araújo Gomes; Mário Rosa Monteiro; Guilherme Borges da Costa

Tecnologia em Metalurgia e Materiais, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 105-110, out.-dez. 2008

“Com o projeto de peneiramento de carvão em Paraopeba foi possível a utilização de carvão com melhor qualidade granulométrica e química.”



ArcelorMittal

NOVO PARADIGMA





ArcelorMittal



*Qual o nível de serviço
queremos receber?*

Obrigado!

augusto.rodriquez@arcelormittal.com.br