

**DESENVOLVIMENTO DE SÍNTER A
PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
SIDERÚRGICOS PARA APLICAÇÃO
EM ACIARIA**

Aluna: Claudine Guimarães Leite Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Fernandes Habibe

2016

PRODUTO

Resíduos Sólidos
Siderúrgicos



Sínter



Aço



OBJETIVO

O presente estudo objetiva a validação da utilização de resíduos sólidos em processos siderúrgicos com o **desenvolvimento do coproduto em forma de sínter para posterior aplicação na produção de aço em aciaria destinada como carga metálica na substituição de sucata e controle de temperatura pela ação refrigerante no banho.**



JUSTIFICATIVA

✓ Competitividade aliada a sustentabilidade

- Redução do consumo de recursos naturais;
- Eficiência na aplicação de recursos;
- Gestão adequada de resíduos sólidos siderúrgicos;
- Utilização de tecnologias mais limpas;
- Inovação de processo e produto;
- Agregar valor a matéria prima.

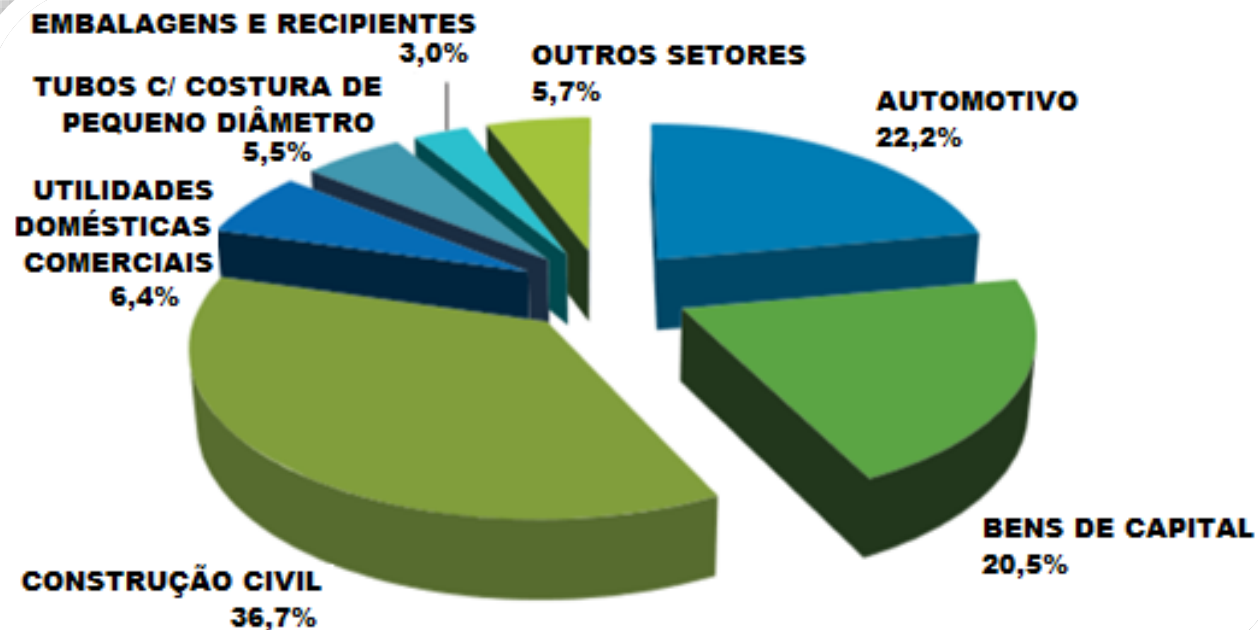
Siderurgia

Siderurgia



Siderurgia

Aplicação no dia a dia



Siderurgia → Rotas Tecnológicas

Usina INTEGRADA



Extração do ferro de seu minério através de processos de redução



Refino para conversão do ferro gusa em aço
Solidificação através do lingotamento contínuo



Conformação mecânica do metal na forma de produto nas laminações e trefilação

Siderurgia →

Rotas Tecnológicas

Usina SEMI
INTEGRADA

Usina NÃO
INTEGRADA

REDUÇÃO

A photograph showing a large industrial machine, likely a hot metal reduction furnace, with a bright yellow-orange glow from the molten metal inside. The machine is surrounded by various pipes and structural elements.

REFINO

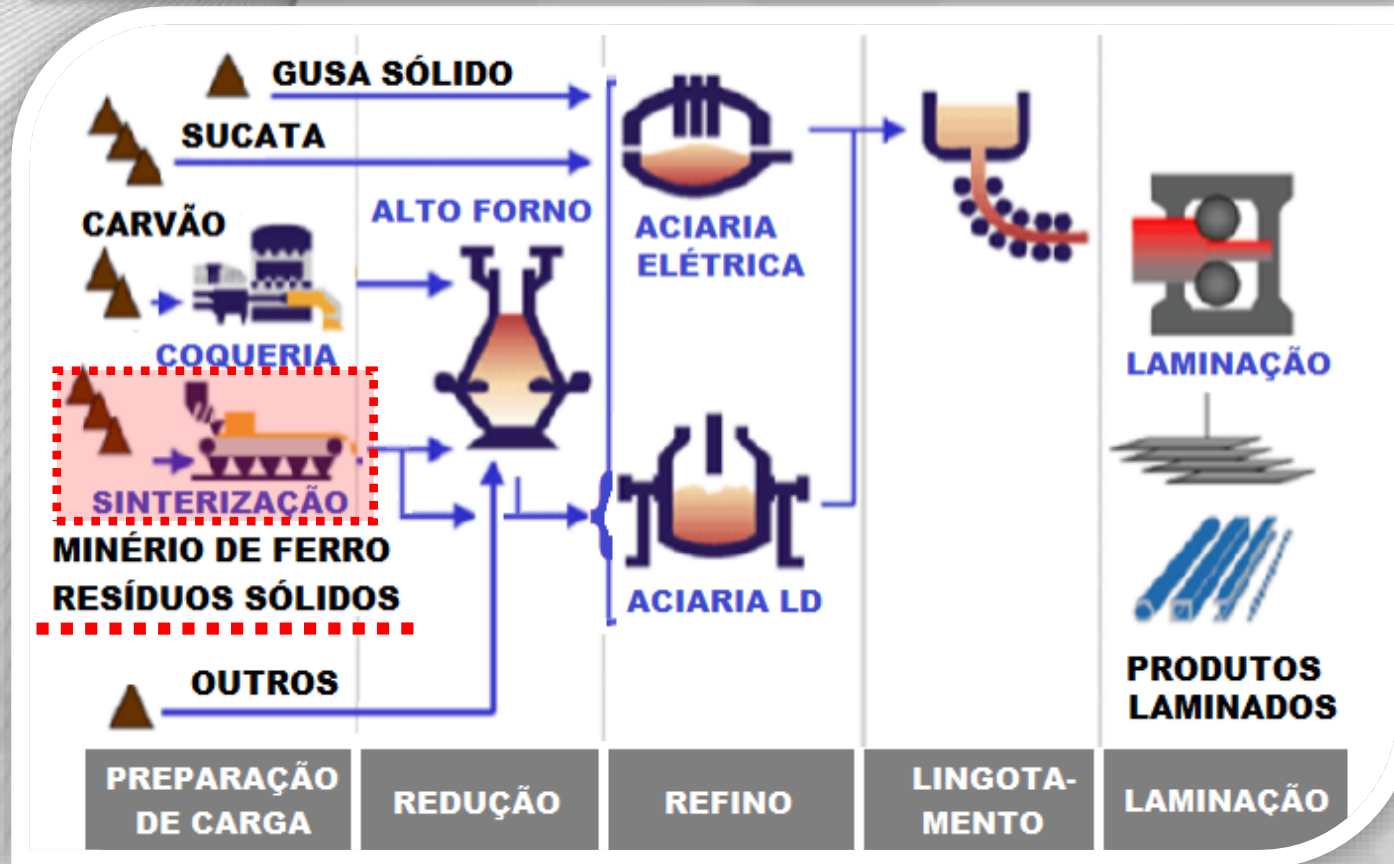
A photograph of a large industrial ladle, likely a converter, tilted and pouring molten metal. The scene is brightly lit with a strong orange glow from the heat of the metal.

CONFORMAÇÃO
MECÂNICA

A photograph showing a large industrial machine, possibly a rolling mill, with a bright yellow-orange glow from the molten metal being processed. The machine has a complex structure with rollers and guides.

Siderurgia → Etapas do Processo

Fluxograma de processo



Resíduos Sólidos

Resíduos Sólidos



Exigências Legais e Certificações

Legislação e Normas

Lei 12.305/2010 - Política Nacional Brasileira de Resíduos Sólidos

ISO 14001 série de normas com diretrizes relacionadas à gestão ambiental nas organizações

ABNT NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos - Classificação

Selos Verde: Certificações do Instituto Falcão Bauer de Qualidade e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)



Resíduos Sólidos

Desempenho Ambiental

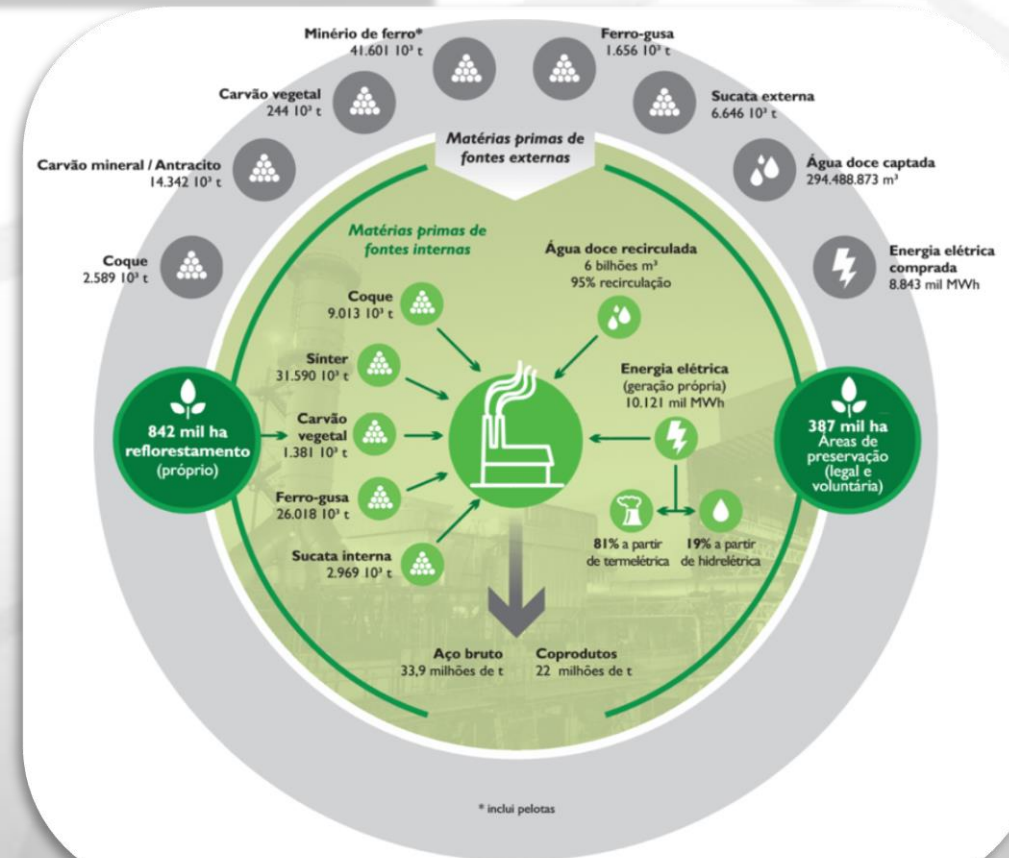
Volume de aço bruto 2014 = 33,9 milhões de toneladas

Estratificação de Resíduos Sólidos Siderúrgicos:

- 37% de escória de alto forno
- 29% de escória de aciaria,
- 14% de finos e pós,
- 5% de lamas
- 2% de carboquímicos

Recuperação de

594 kg resíduos sólidos / ton. aço

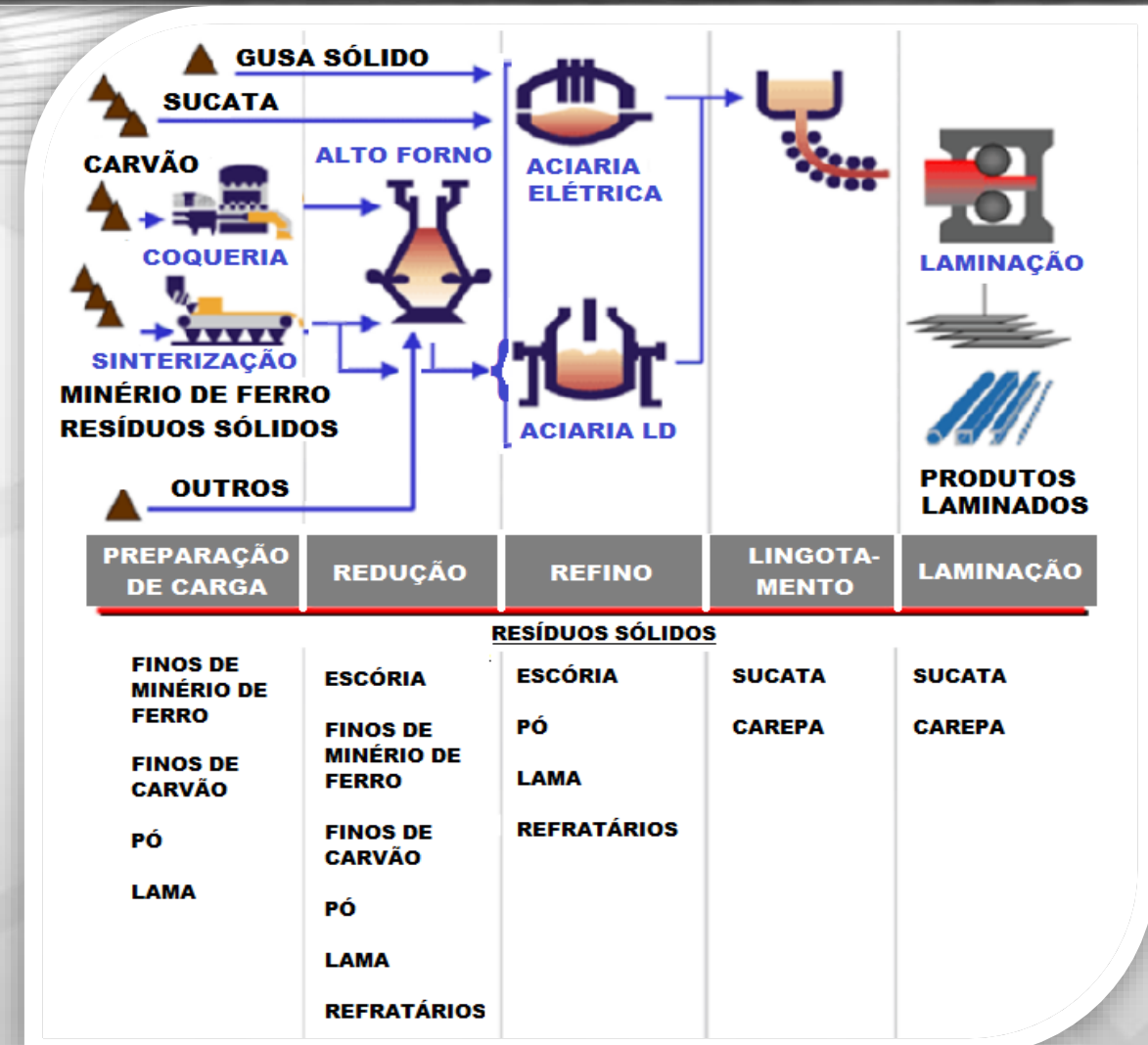


Geração de Resíduos Sólidos na Siderurgia

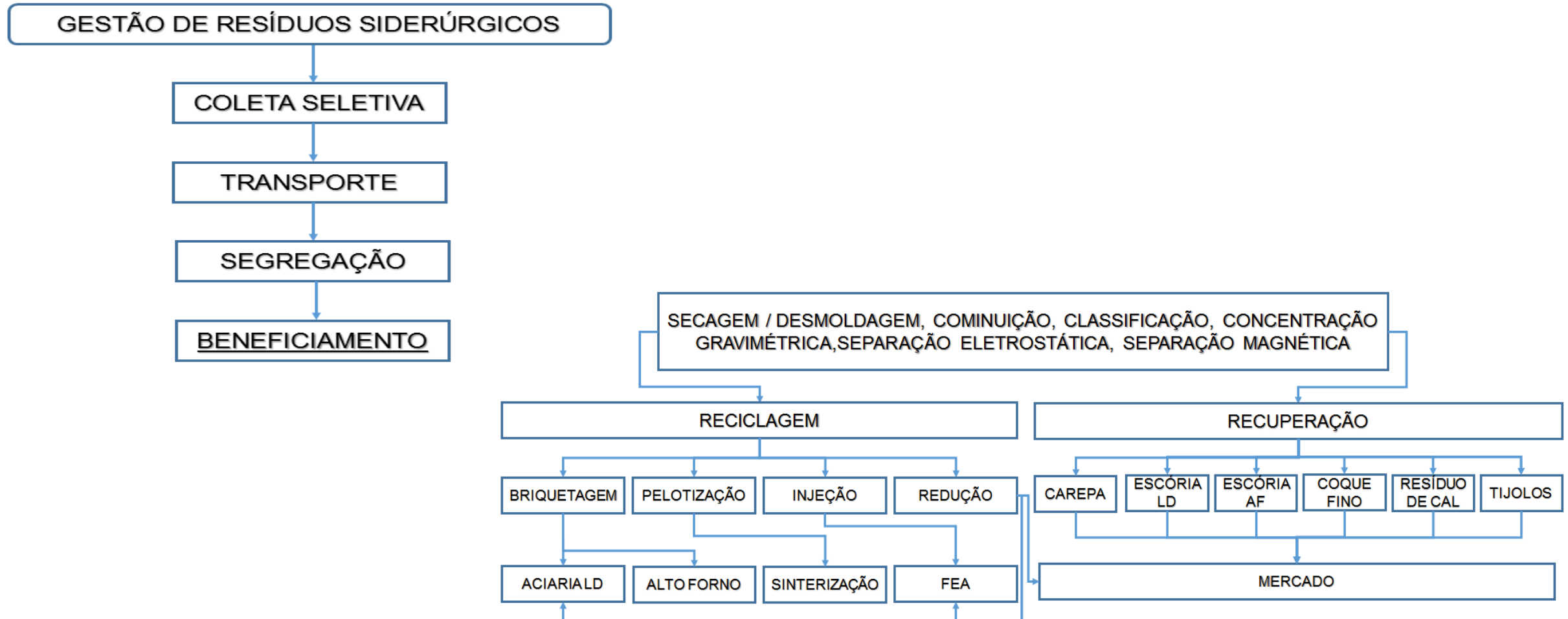
Geração de resíduos sólidos



Aplicação dos Coprodutos



Etapas no Gerenciamento de Resíduos Sólidos



Mineração

Mineração



Mineração

Necessário adequação de granulometria

Lump

Minério Granulado (50 a 250mm)

Sem Beneficiamento



Sinter feed

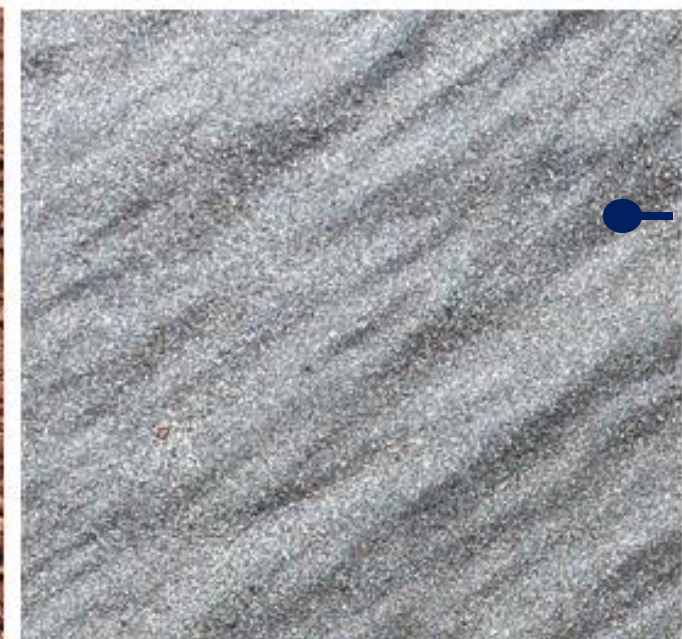
Finos do processo (15 a 50mm)

Classificados pelo teor de Fe

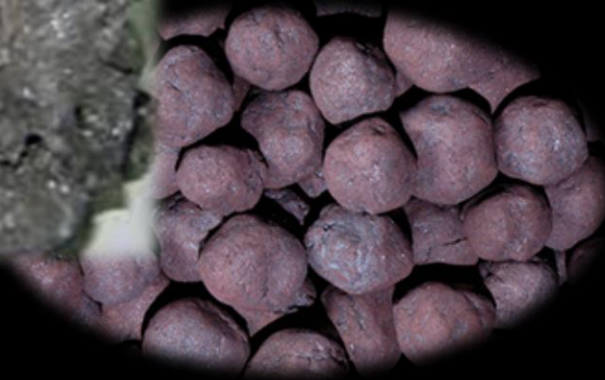


Pellet feed

Finos Pulverizados (<15mm)



Coproduto



Coproduto

Processos de Aglomeração de Resíduos Sólidos

Briquetagem

MP – Finos e carepa

Moldagem do coproduto

Pressão necessária

Aplicação de aglomerante

Processo a frio ou a quente



Pelotização

MP – Finos pulverizados

Umidade constante

Aplicação de aglutinante

Processo a quente

Dimensão: 6 a 16mm



Sinterização

MP – Finos, pós, lamas e carepa

Fusão incipiente

Aplicação de aglutinante

Processo a quente

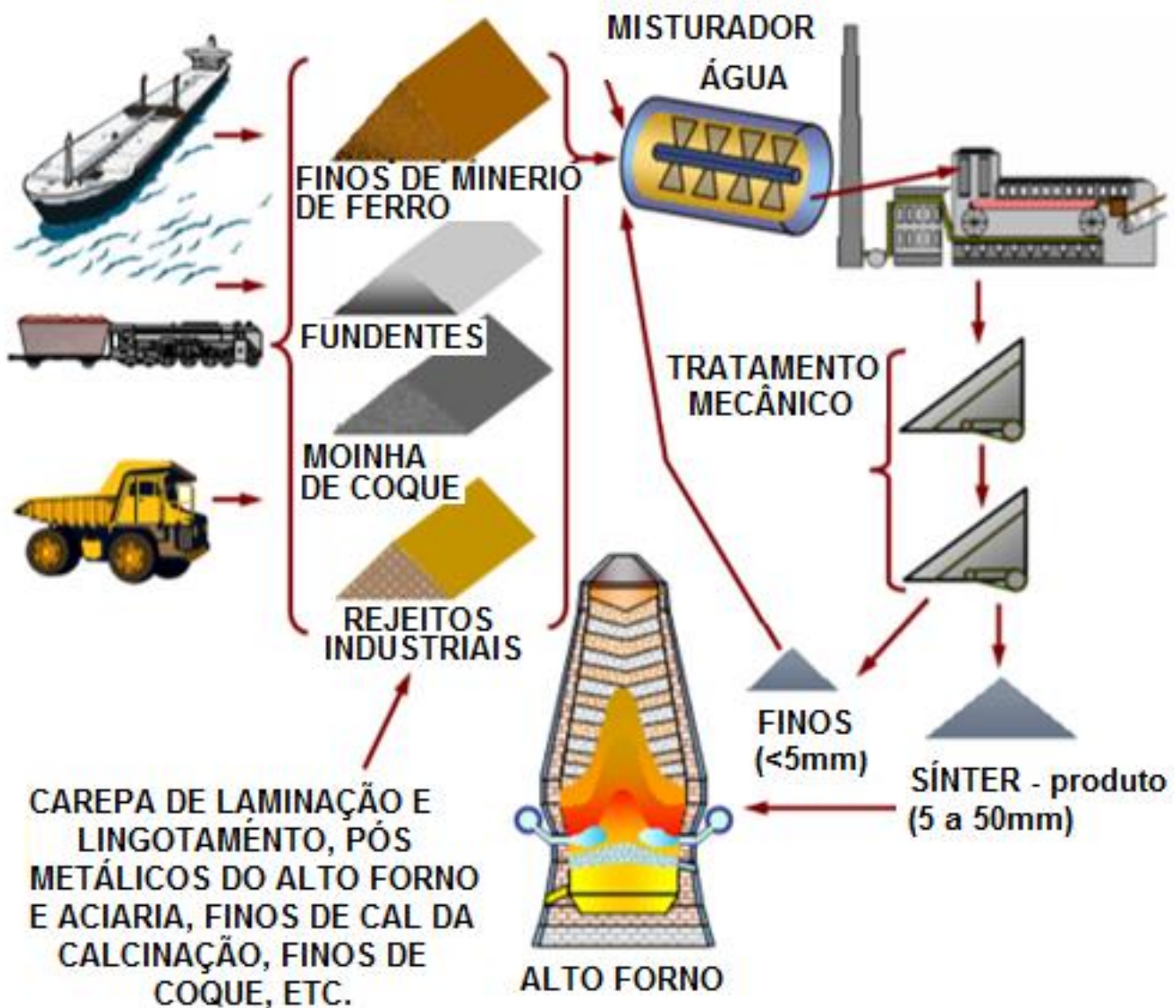
Dimensão: 5 a 50mm



Sinterização

Sinterização





Matérias Primas no processo de Sinterização

Sinterização

Preparação da Mistura

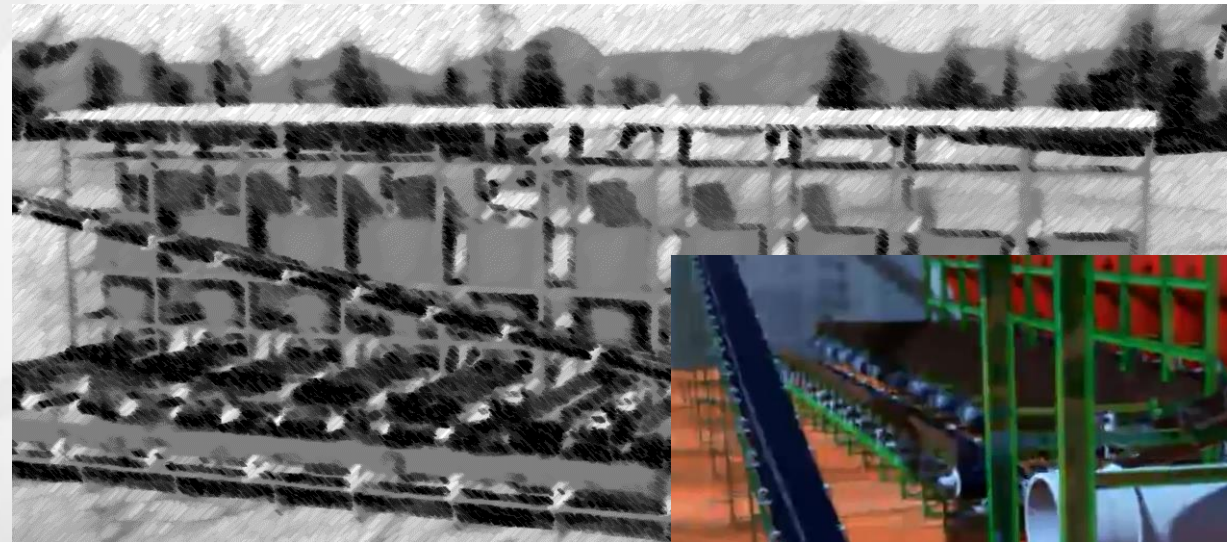
- 1) Dosagem
- 2) Umidificação
- 3) Carregamento por esteiras
- 4) Ignição pela adição de carvão



Sinterização

Preparação da Mistura

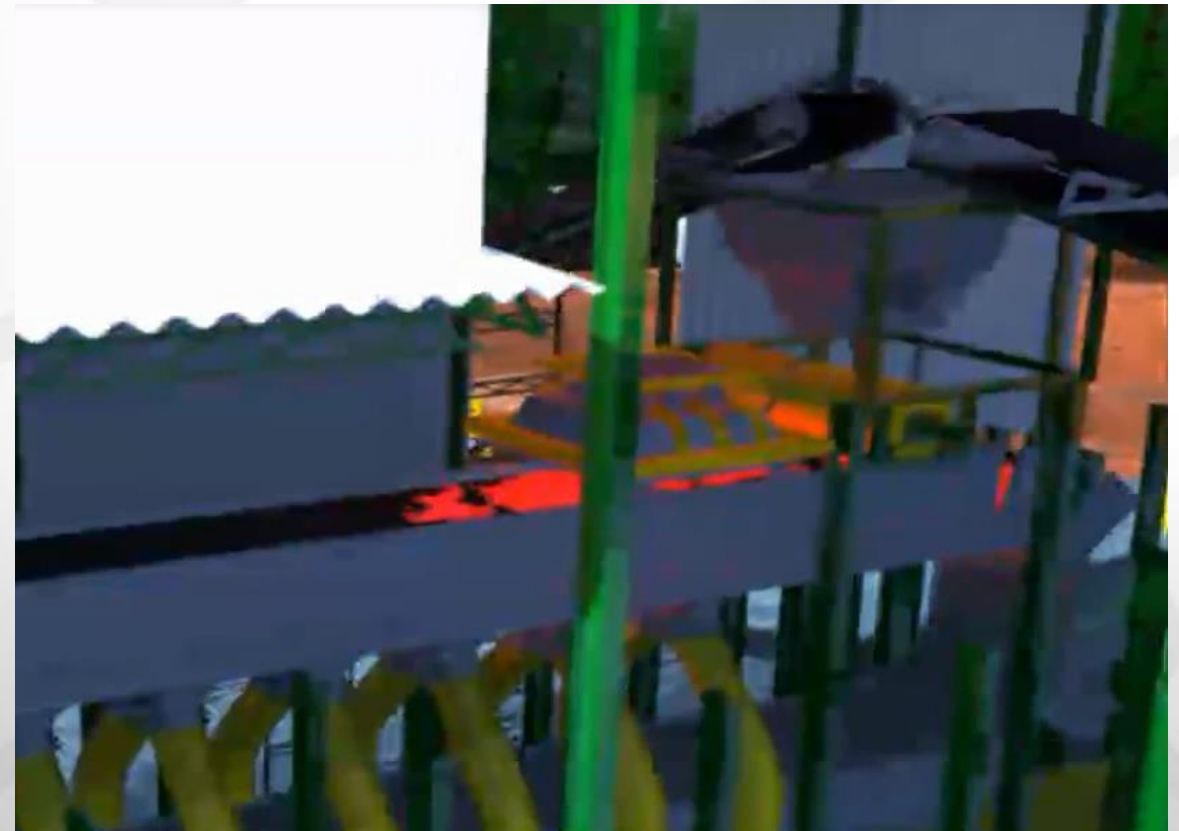
- 1) Dosagem
- 2) Umidificação
- 3) Carregamento por esteiras
- 4) Ignição pela adição de carvão



Sinterização

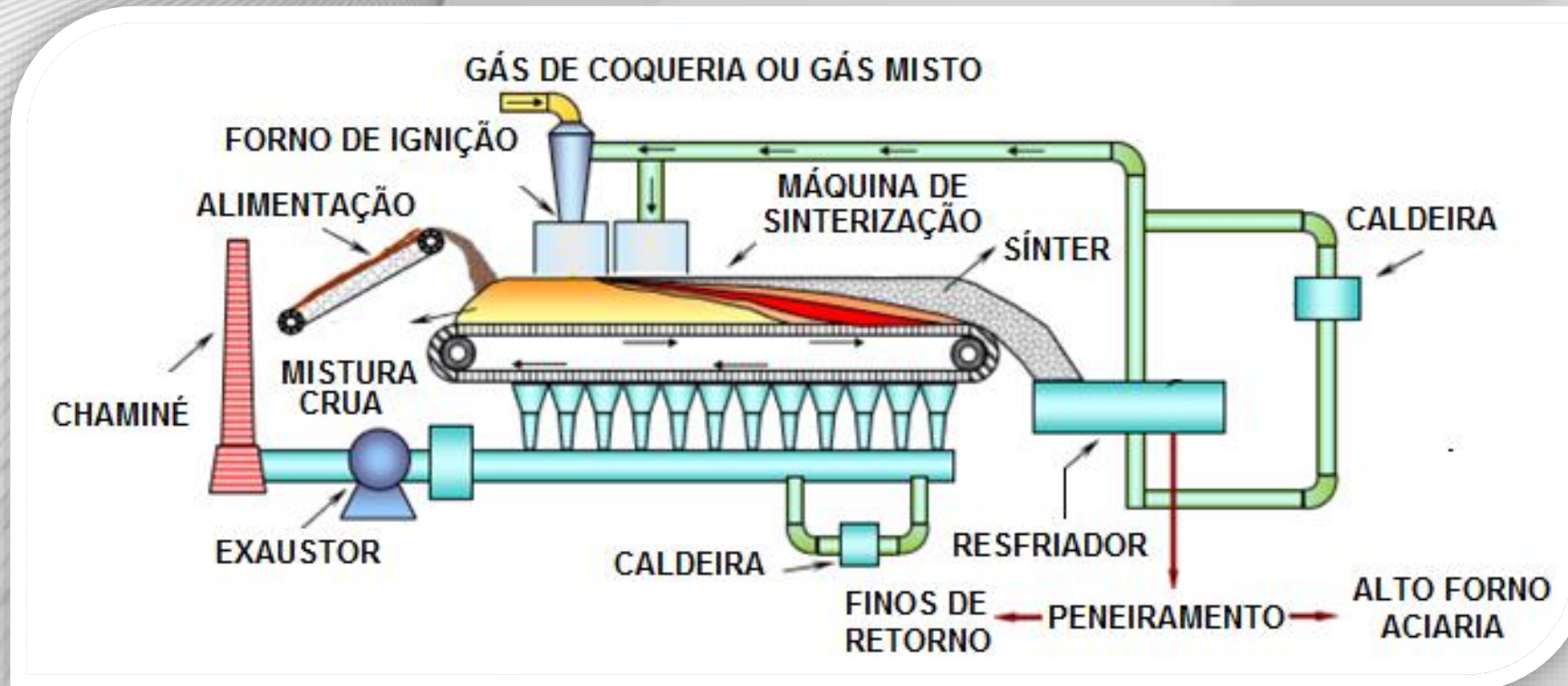
Sinterização

- 5) Progressão da frente de combustão**
- 6) Vaporização da água**
- 7) Adesão de partículas metálicas**



Sinterização

Esquema do Processo



Sinterização

Frente de Combustão

IGNIÇÃO

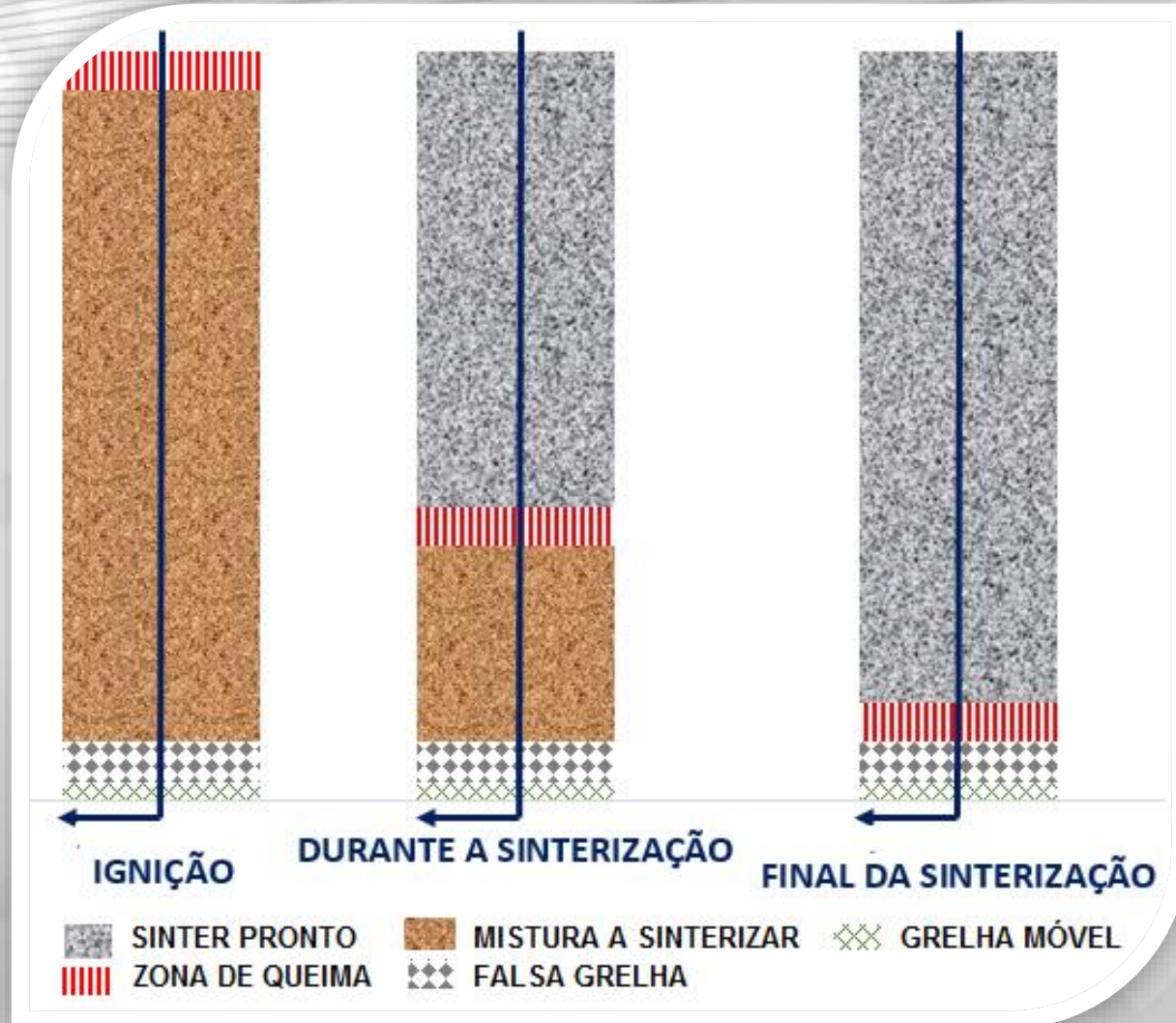
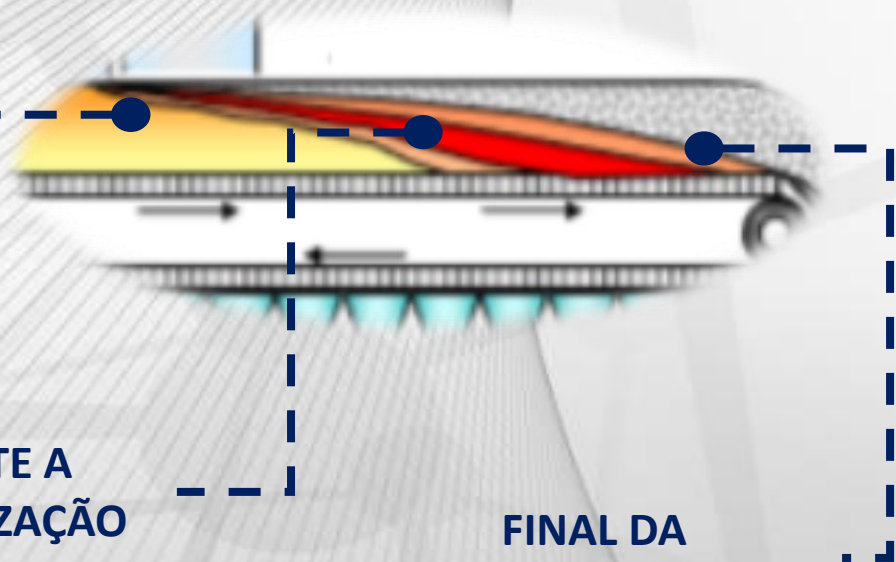
QUEIMA

DURANTE A
SINTERIZAÇÃO

CALCINAÇÃO

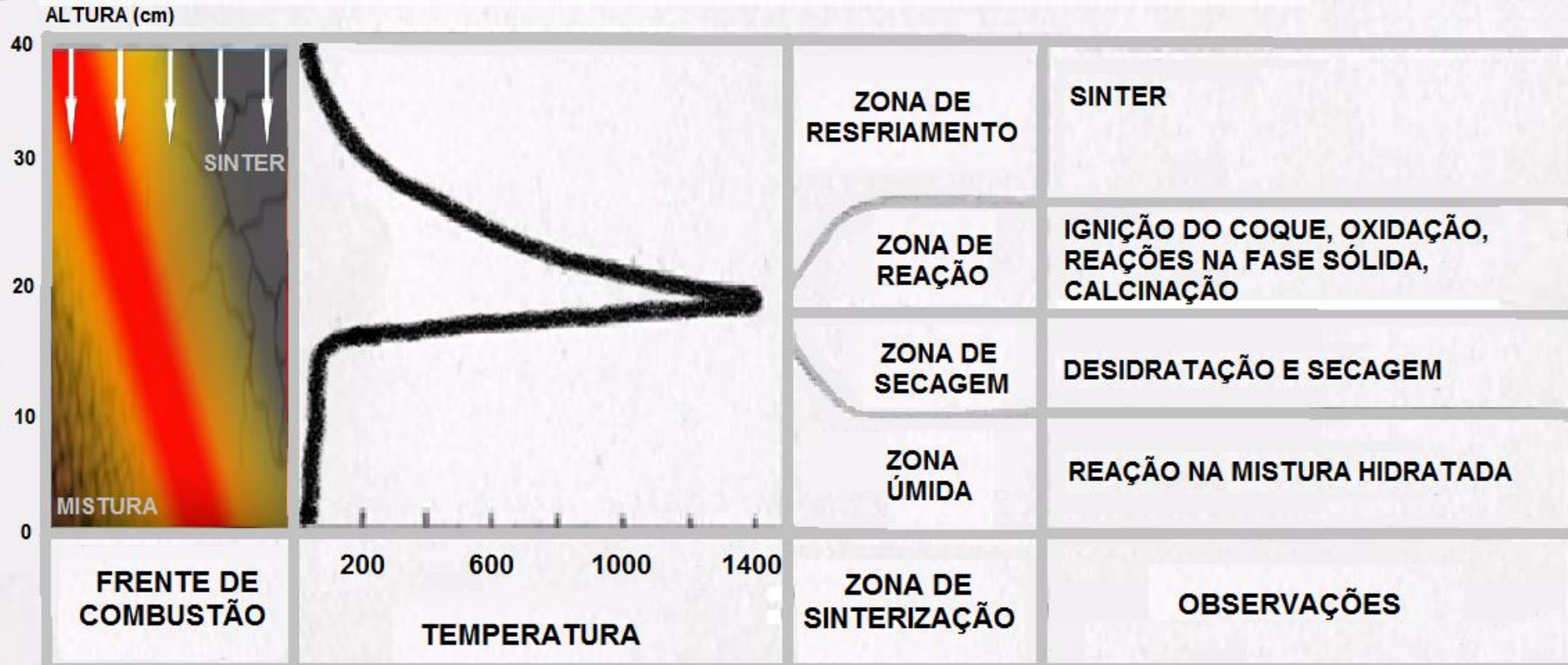
FINAL DA
SINTERIZAÇÃO

SECAGEM

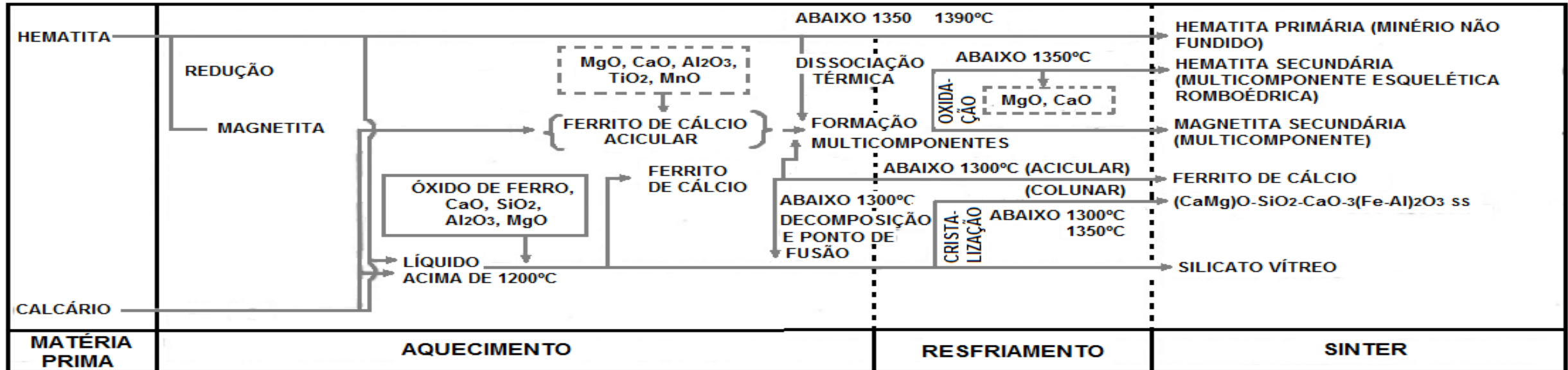
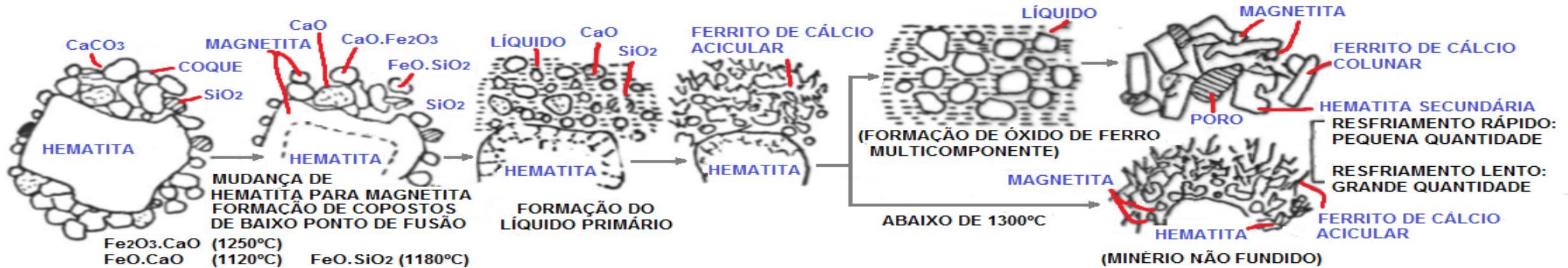


Sinterização

Frente de Combustão

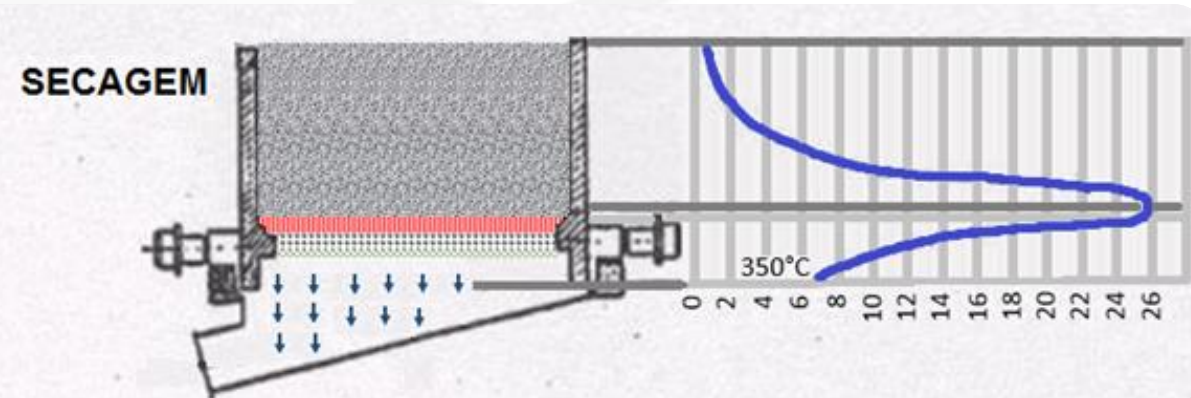
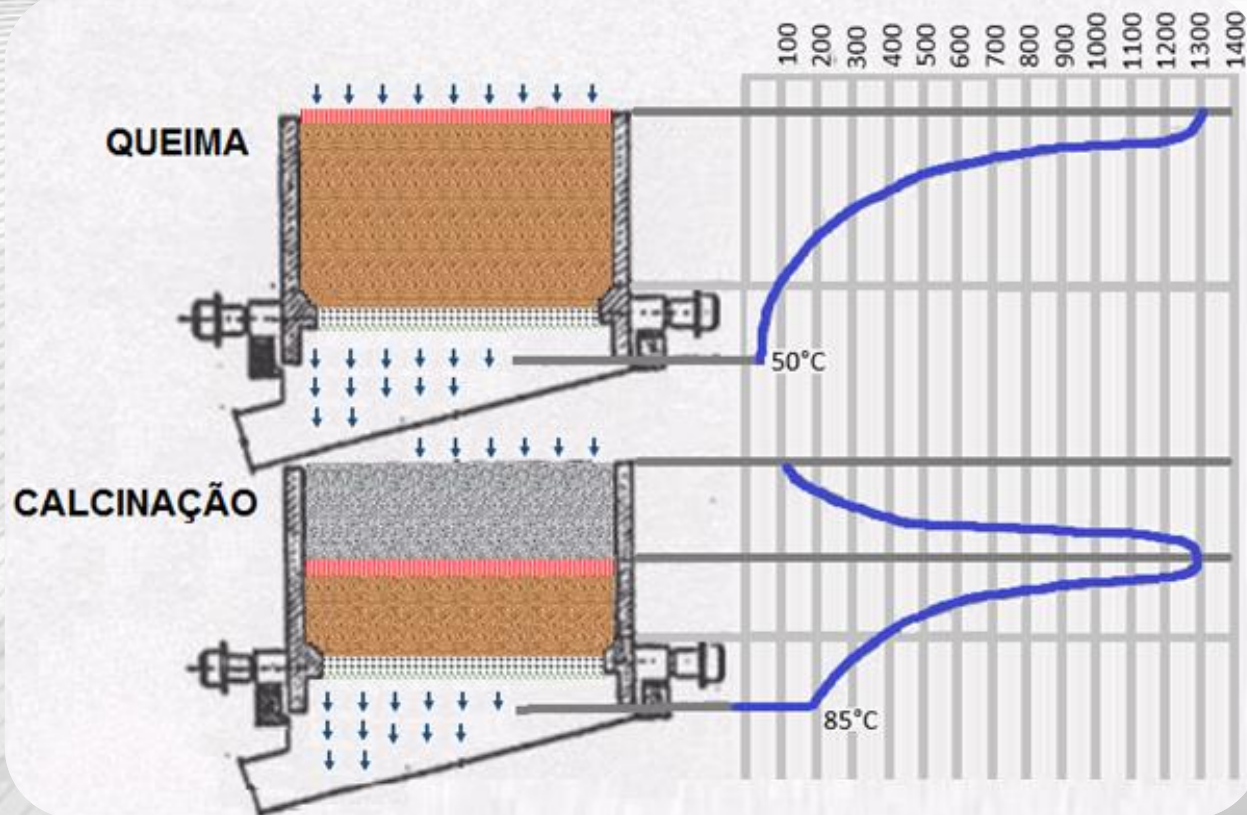


Adesão das Partículas na Sinterização de Minério de Ferro



Sinterização

Frente de Combustão



Sinterização

Classificação Granulométrica

8) Britagem



9) Peneiramento



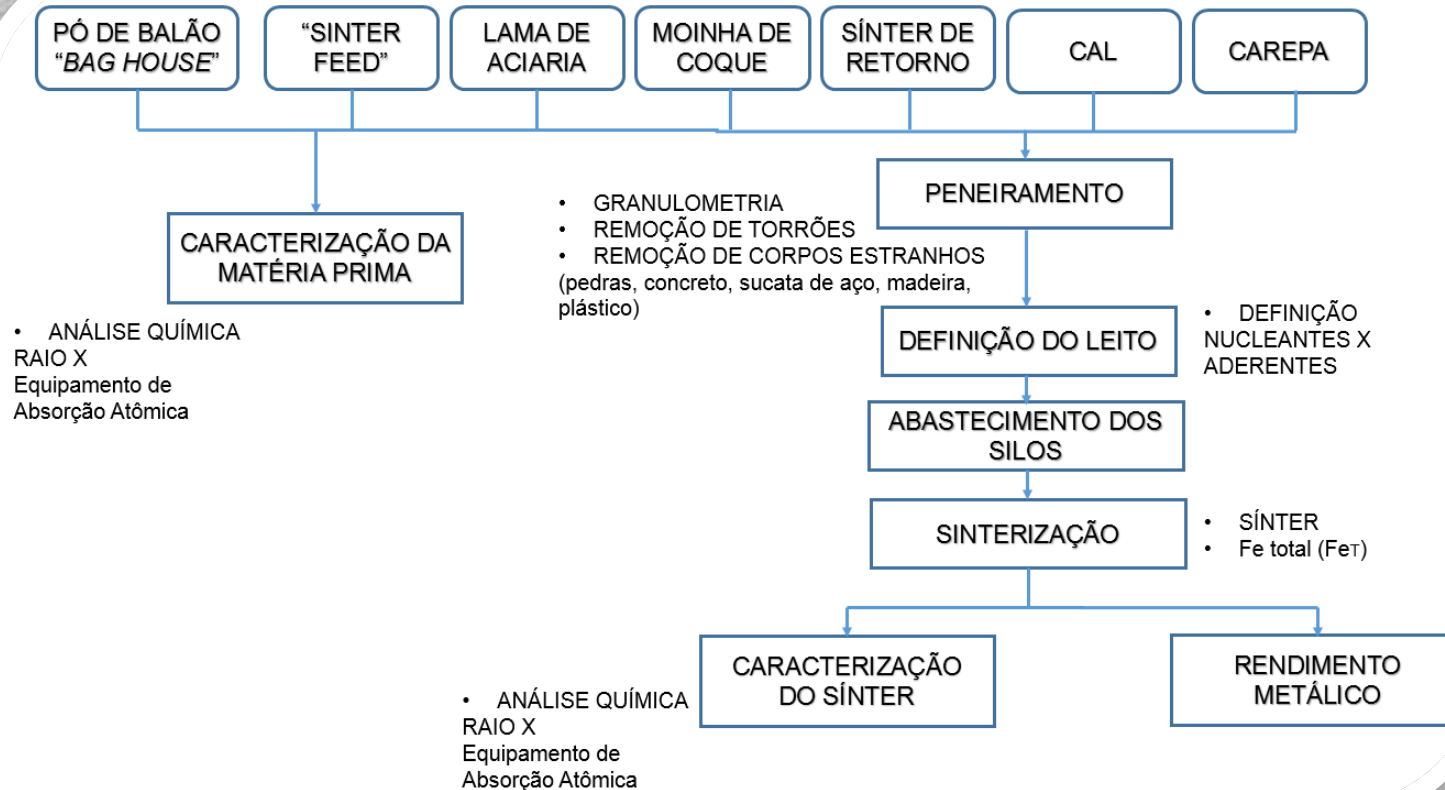
Materiais e Método

Procedimento Experimental



Método

Metodologia Aplicada



Método

Metodologia Aplicada

PÓ DE BALÃO
"BAG HOUSE"

"SINTER
FEED"

LAMA DE
ACIARIA

MOINHA DE
COQUE

SÍNER DE
RETORNO

CAL

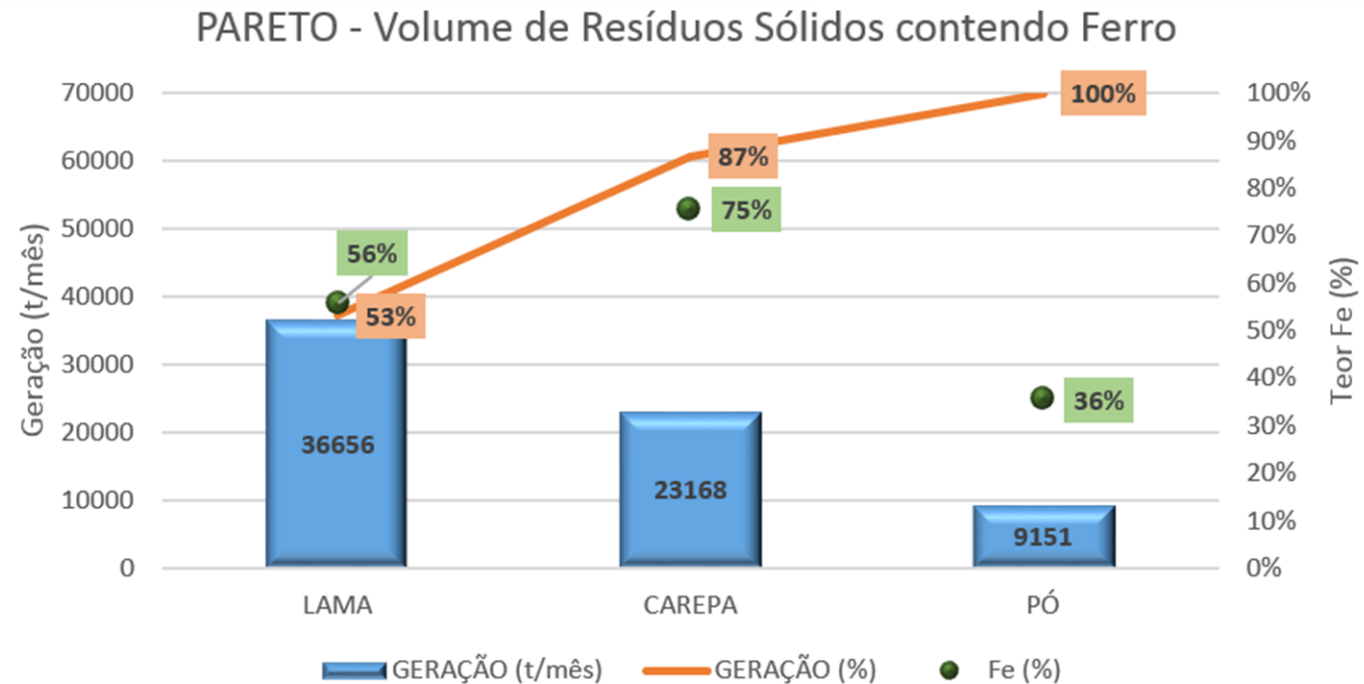
CAREPA

CARACTERIZAÇÃO DA
MATÉRIA PRIMA

- ANÁLISE QUÍMICA
- RAIOS X
- Equipamento de Absorção Atômica

Materiais

Composição Química dos Resíduos



* Composição Química dos valores referências

Materiais

Materiais

Usina de aços planos com produção de aço bruto ~ 4,5 MMt/ano
Total de resíduos mensais: 79,8 Mt/mês

Característica dos Resíduos:

- Resíduos Secos
- Isento de contaminação de óleo

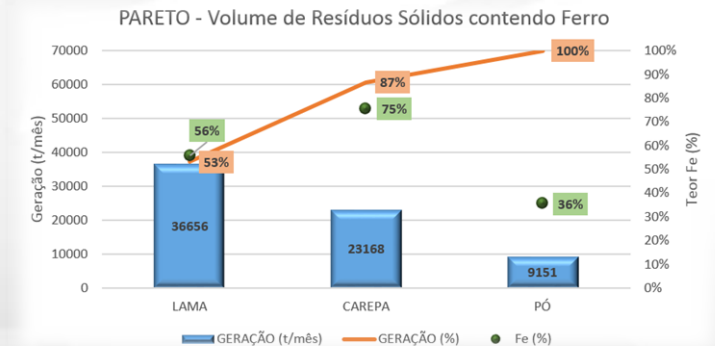
Tipos de Resíduos Aplicados:

- # Carepa
- # Lama Fina de Aciaria
- # Moinha de Carvão
- # Pó rico em ferro
- # Pó de Cal
- # Sínter de Retorno

Materiais

Composição Química dos Resíduos

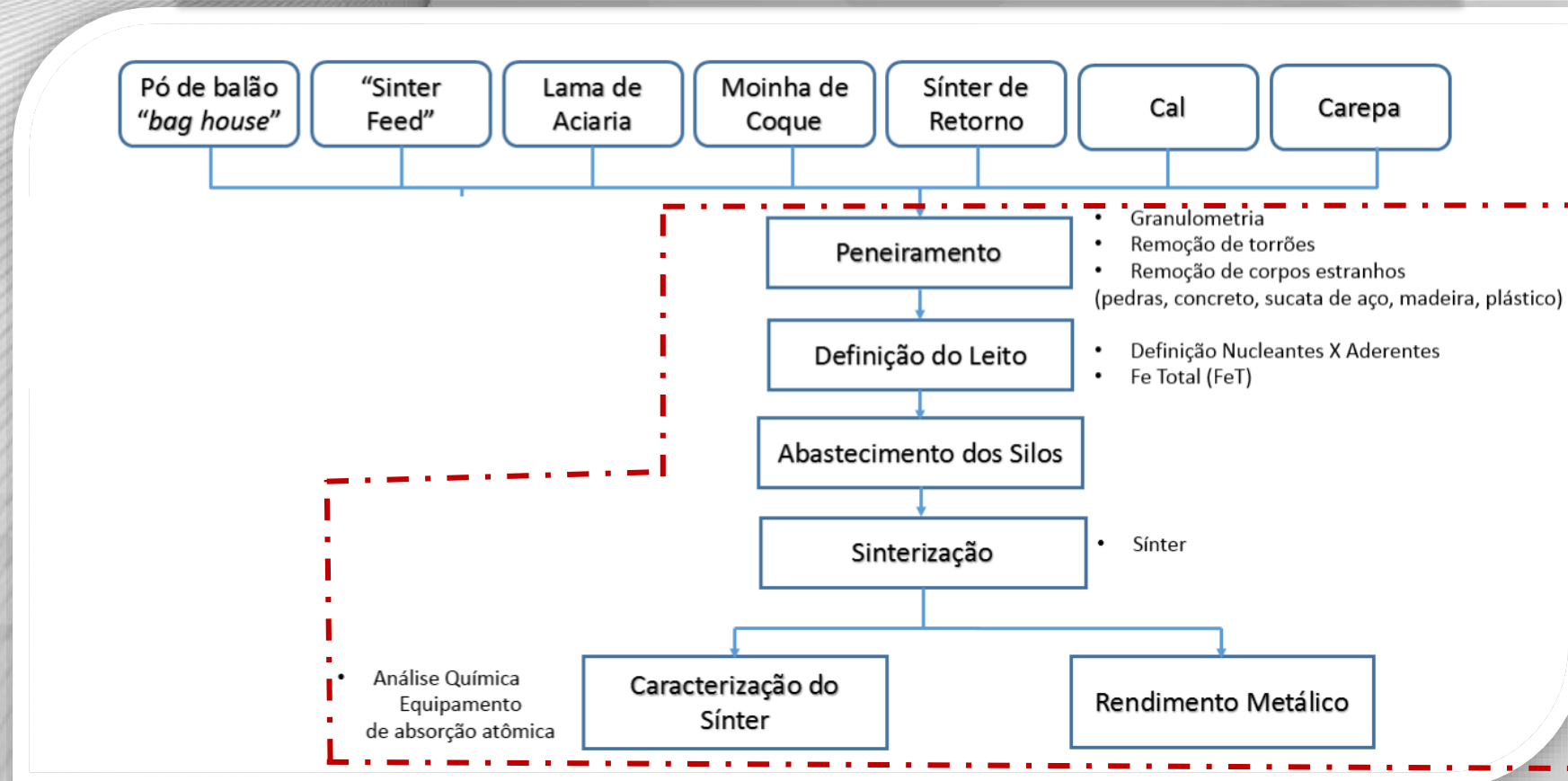
AMOSTRA	Fe (%)	FeO (%)	SiO2 (%)	Al2O3 (%)	MgO (%)	P (%)	CaO (%)	Mn (%)
Carepa	62,71	52,28	2,00	1,21	0,43	0,005	4,74	0,57
Lama fina de Aciaria	31,33	17,28	9,58	4,76	0,95	0,065	5,76	0,39
Moinha de Coque	54,84	3,24	14,00	3,41	0,65	0,03	2,54	0,13
Finos de sinter degradados	34,68	7,19	7,77	1,27	1,35	0,061	13,47	0,33
Pó misto de bag house	46,50	10,01	2,11	1,78	4,74	0,299	22,50	0,90
Sinter feed	66,10	0,00	1,52	1,45	0,55	0,059	0,16	0,73



* Composição Química dos valores referências

Método

Metodologia Aplicada



Método

Equipamento Utilizado

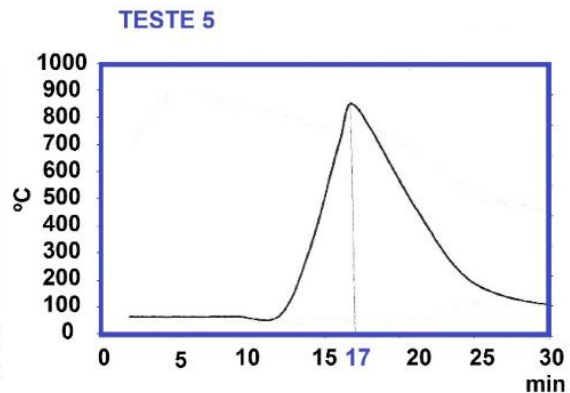
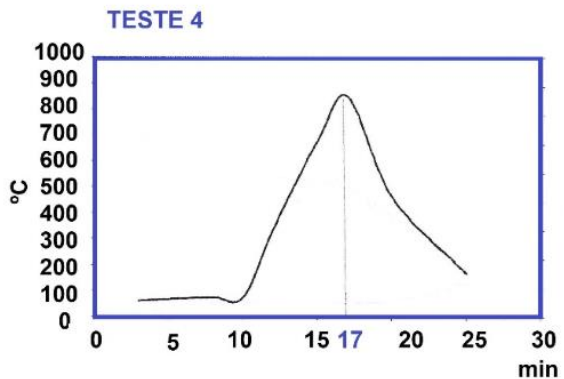
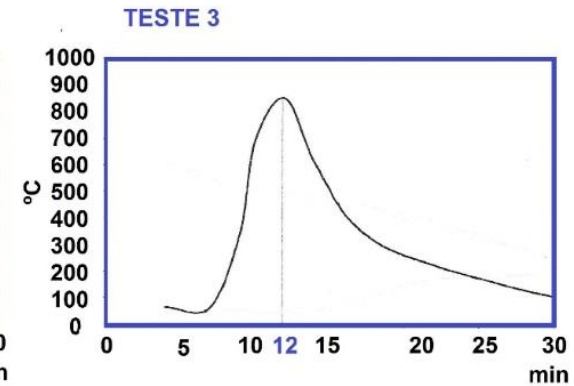
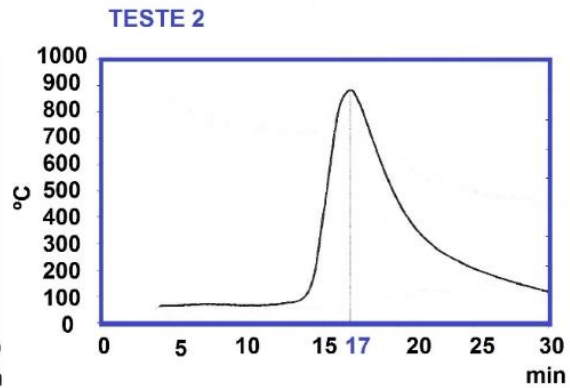
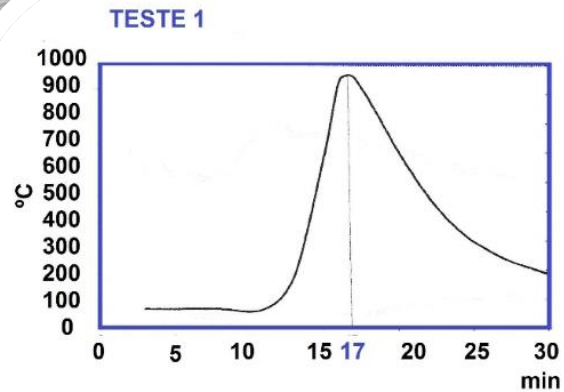
Sinterização Contínua do fabricante TCS
Capacidade de Produção: 90.000 t/ano

- Área útil: 13m²
- Largura útil: 1,2m
- Comprimento: 10m
- Abastecimento da Alimentação: 9t/h
- Temperatura de ignição: 850 a 1000 °C



Resultados

Acompanhamento da Temperatura



Sinter

Resultados

Rendimento do Processo

Peso total de sínter nos 5 testes: 45t

Granulometria: 15 a 35 mm → comercialmente planejada

4 a 15mm → aceito pelo cliente

→ Nível elevado de fusão pelo excesso de temperatura

→ Sem percepção de poros que comprometessem aplicação

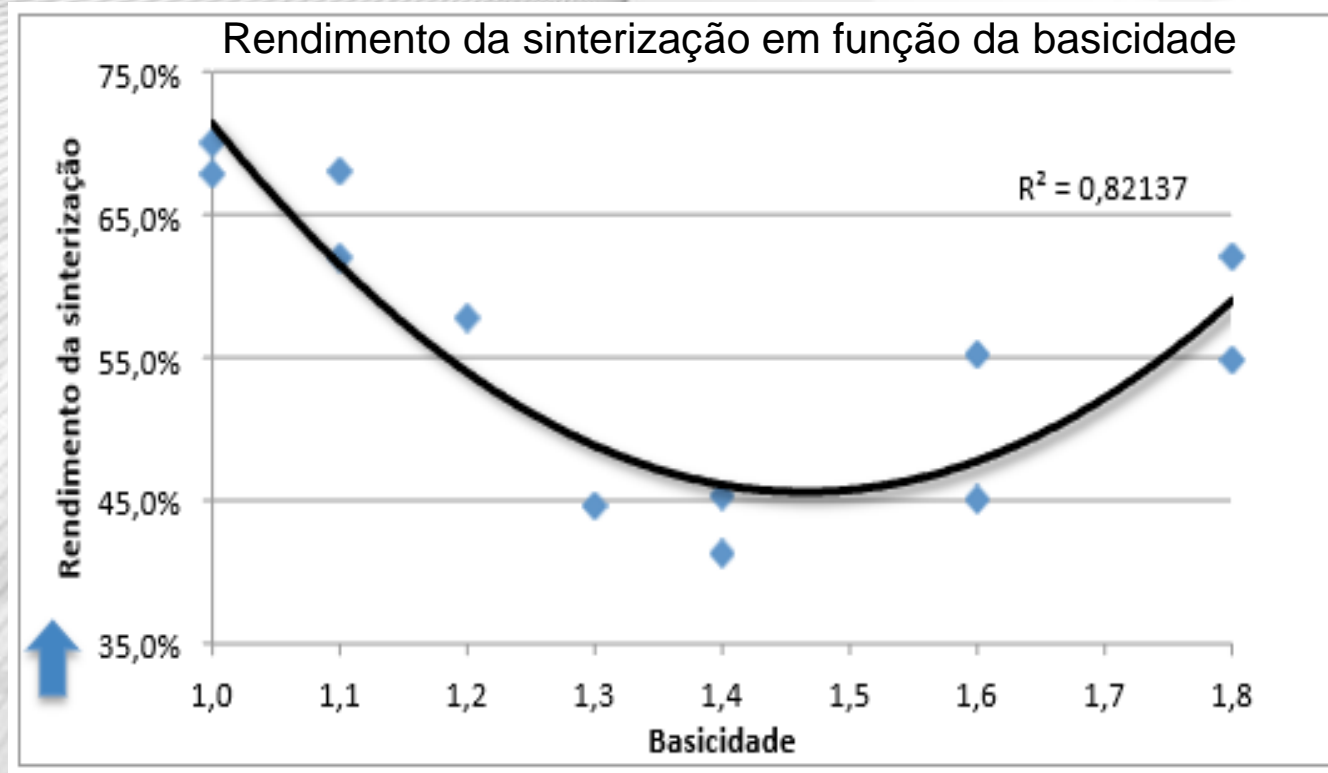
$$\eta = \frac{\text{peso final de sínter}}{\text{peso de matéria prima abastecida nos silos}}$$

$$\eta = 45 / 83,66$$

$$\eta = 53,80\%$$

Resultados

Rendimento do Processo



$$\eta = 53,80\%$$

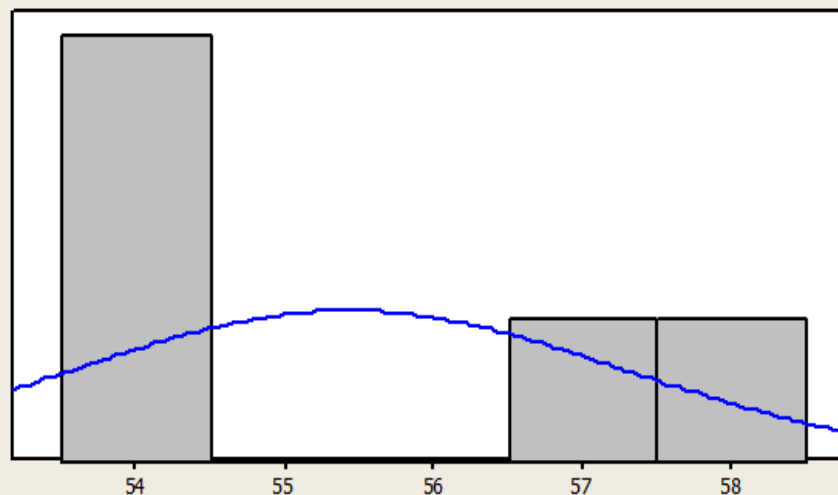
Basicidade de
0,6 a 1,1

* Formação de cascões

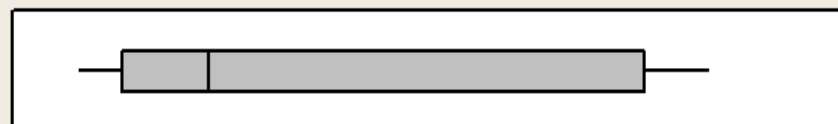
Resultados

Composição
Química

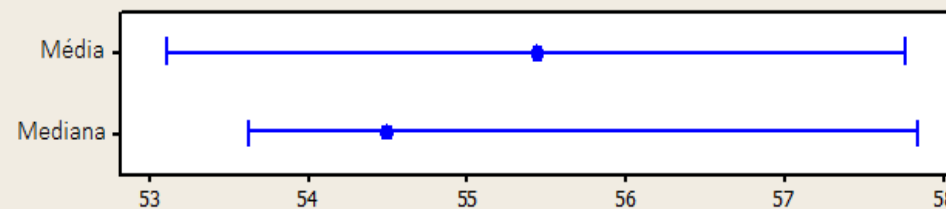
Distribuição de Fer



Média	55,422
StDev	1,873
N	5
Mínimo	53,620
1º Quartil	53,895
Médiana	54,480
3º Quartil	57,420
Máximo	57,840
95% Intervalo de Confiança -> Média	
53,096	57,748
95% Intervalo de Confiança -> Mediana	
53,620	57,840
95% Intervalo de Confiança -> StDev	
1,122	5,383



95% Intervalos de Confiança

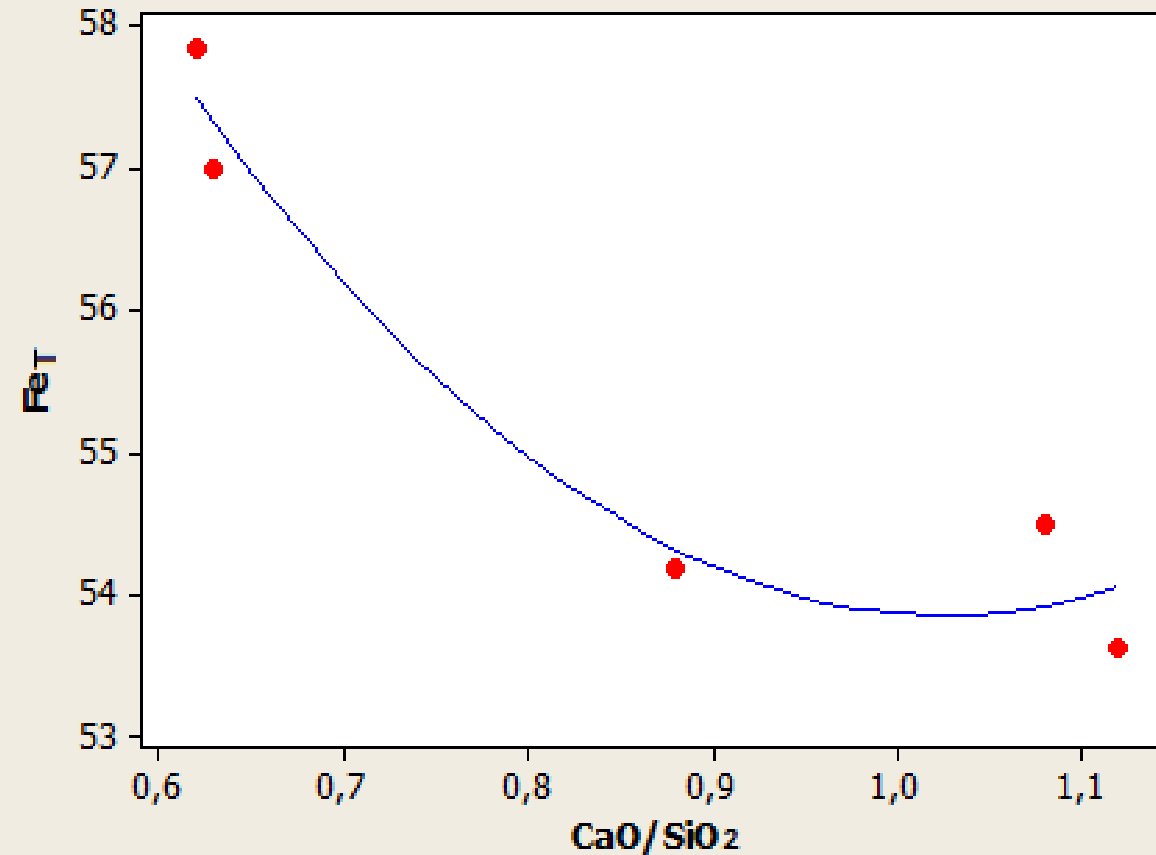


Resultados

Composição Química

Regressão Quadrática para Correlação de Fe_T e Basicidade

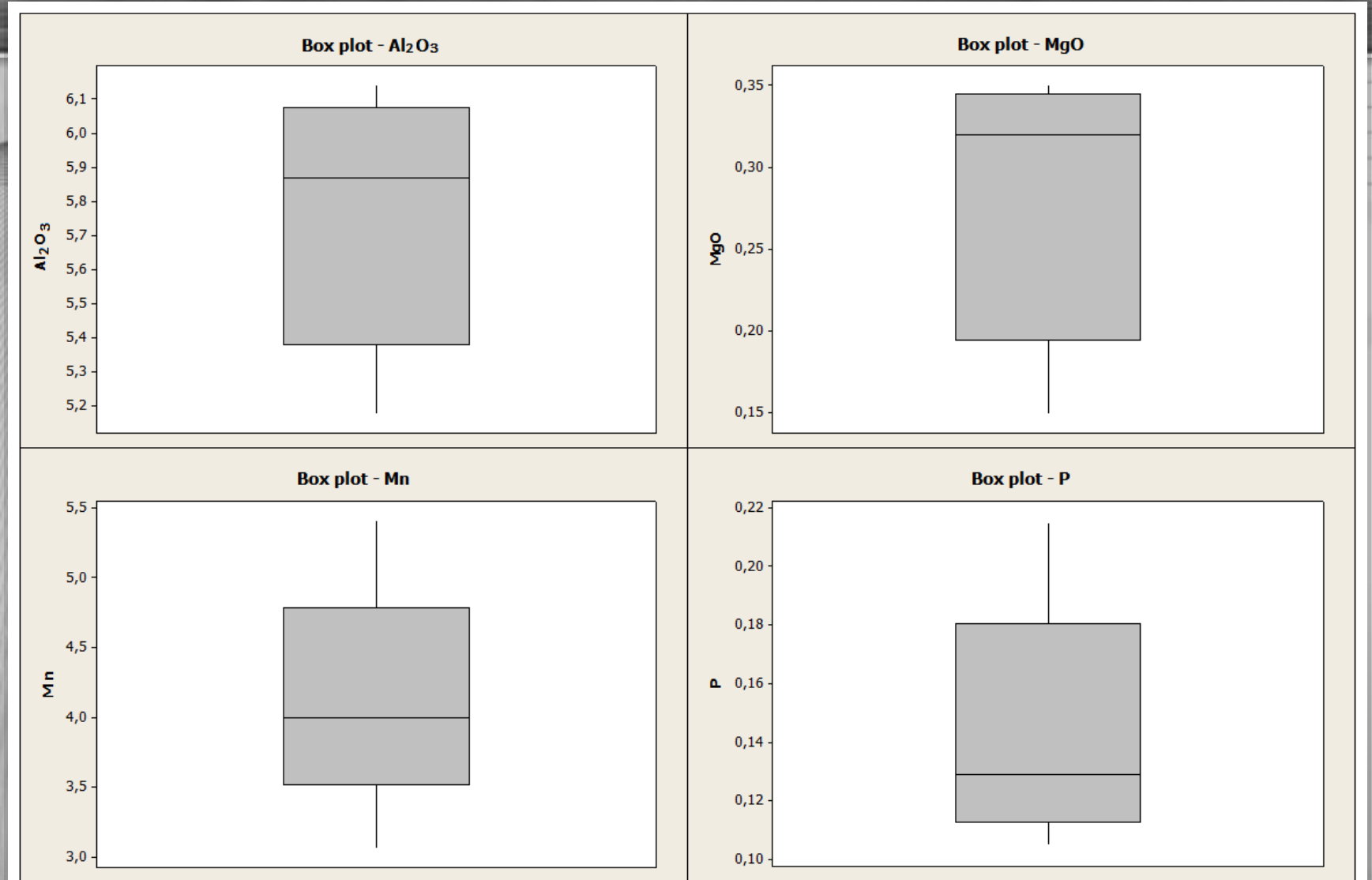
$$Fe_T = 77,35 - 45,93 (CaO/SiO_2) + 22,44 ((CaO/SiO_2)^2)$$



R-Sq	94,7%
R-Sq(adj)	89,4%

Resultados

Composição Química



Conclusão

- # Rota de sinterização apresenta-se em modelo ecoeficiente na geração do coproduto sínter.**
- # Teor de Fe, Granulometria e Rendimento atrativos para emprego em aciaria.**
- # Maior controle de processo pelo conhecimento da matéria prima empregada em silos na aciaria além da contribuição no controle de temperatura do banho como refrigerante.**
- # Necessidade de conhecimento prévio da composição química antes da aplicação na sinterização para verificação de contaminação.**