Caracterização das Cinzas de Carvão e Lodo de Estação de Tratamento de Água Visando sua Utilização na Manufatura de Tijolo

ALUNO: Mauro Valério da Silva
ORIENTADORA: Dra. Denise Alves Fungaro

Instituto de Pesquisas Enérgicas Nucleares – IPEN-CNEN/SP

INTRODUÇÃO

Geração de Resíduos

Processo industrial ⇨ gera resíduos - tóxicos e perigosos

não sendo possível simplesmente descartar esses materiais na natureza sem causar danos à saúde e ao meio ambiente.

Reciclagem/Reutilização de Resíduos Sólidos

Surge como uma das formas de solução para o problema da geração de resíduos industriais

Cinzas de Carvão

O carvão queimado em usinas termelétricas gera energia, mas há também a produção de resíduos sólidos durante o processo.

BRASIL

Geradas: 4 milhões ton /ano (2004)

PRINCIPAL APLICAÇÃO: área da construção ~ 30 %

Custos altos de transporte com produto de relativamente baixo valor no mercado

Cinzas de Carvão depositadas a céu aberto ao redor da usina : Passivo Ambiental

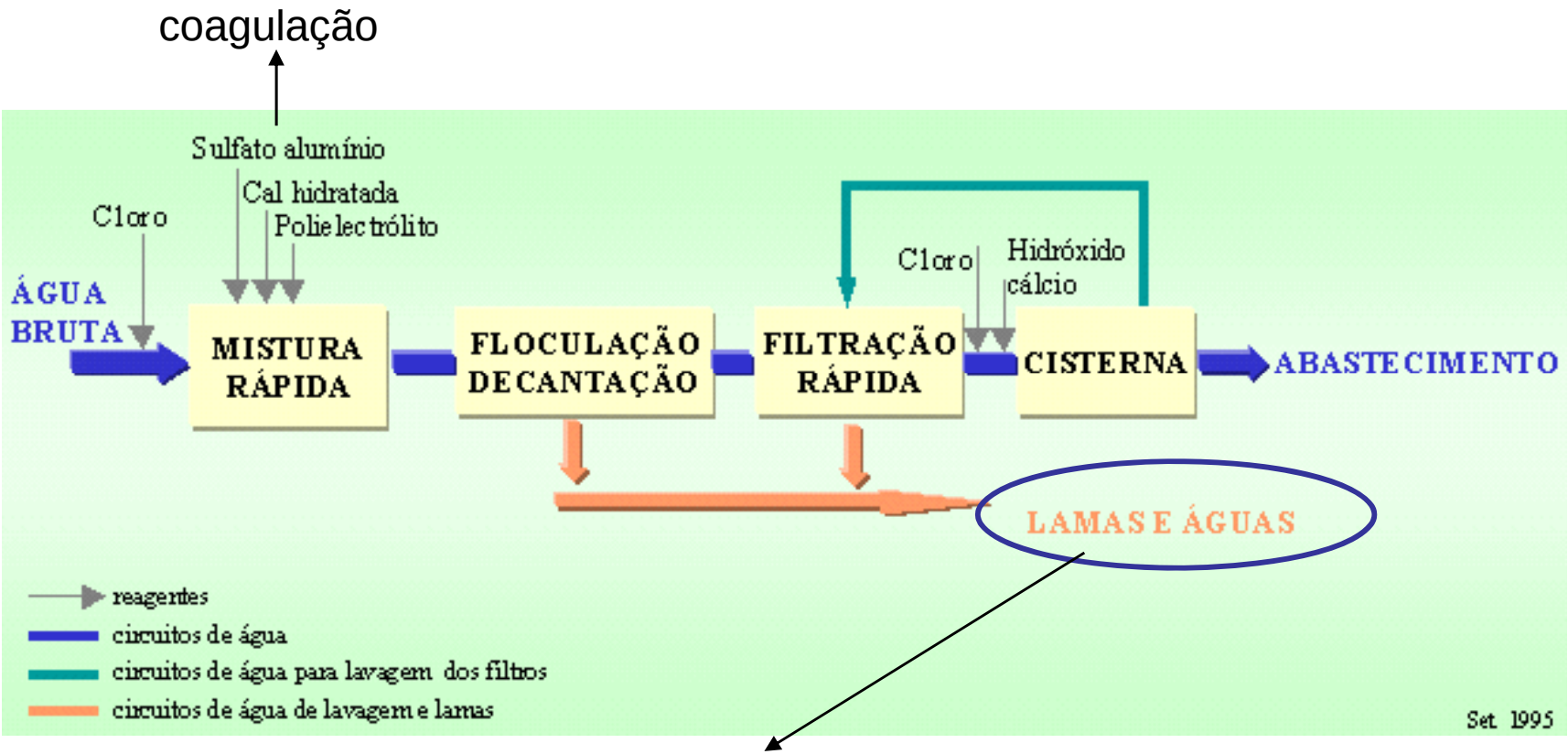
Recomenda-se: Ampliação das potencialidades de utilização

Fonte: Dra. Denise Fungaro

Lodo da Estação de Tratamento de Água (ETA)

ETA = a unidade produtiva da "indústria da água".

ETAPAS DA ETA



LODO = Resíduo Sólido NBR1004 (1989)

Lodo da ETA

BRASIL : 30.000 ton/ano - Estado de São Paulo

Dispostos em corpos d'água sem tratamento

Destinação do lodo desidratado :

- adubação
- incineração
- aterro sanitário de lixo urbano
- compostagem com lixo urbano
- Utilização em massas de tijolos

Fonte: Engº Mauro Valério da Silva

Fabricação de Tijolos

Fabricação de Tijolos Tradicional

1. ARGILA + Água → Rios, vales

2. Trituração

3. Modelagem

4. Secagem ao ar / 1-2 dias

5. FORNO / 3 dias → Emissão de CO_2 Derrubada de árvores

6. Esfriamento ao ar livre

Tijolos Ecológicos

Tijolo solo-cimento (década de 40)

Solo – mais areia do que argila

Cimento – no lugar da queima

Tijolo modular – geração de menos resíduo na construção

Tijolos Ecológicos

Atualmente : fabricação de tijolos usando **Resíduos Industriais** entre as matérias-primas, por ex.:

- cinzas de carvão
- lodo de ETA
- resíduos siderúrgicos
- resíduos petroquímicos
- rejeitos do desmonte de operações de mineração

Objetivo

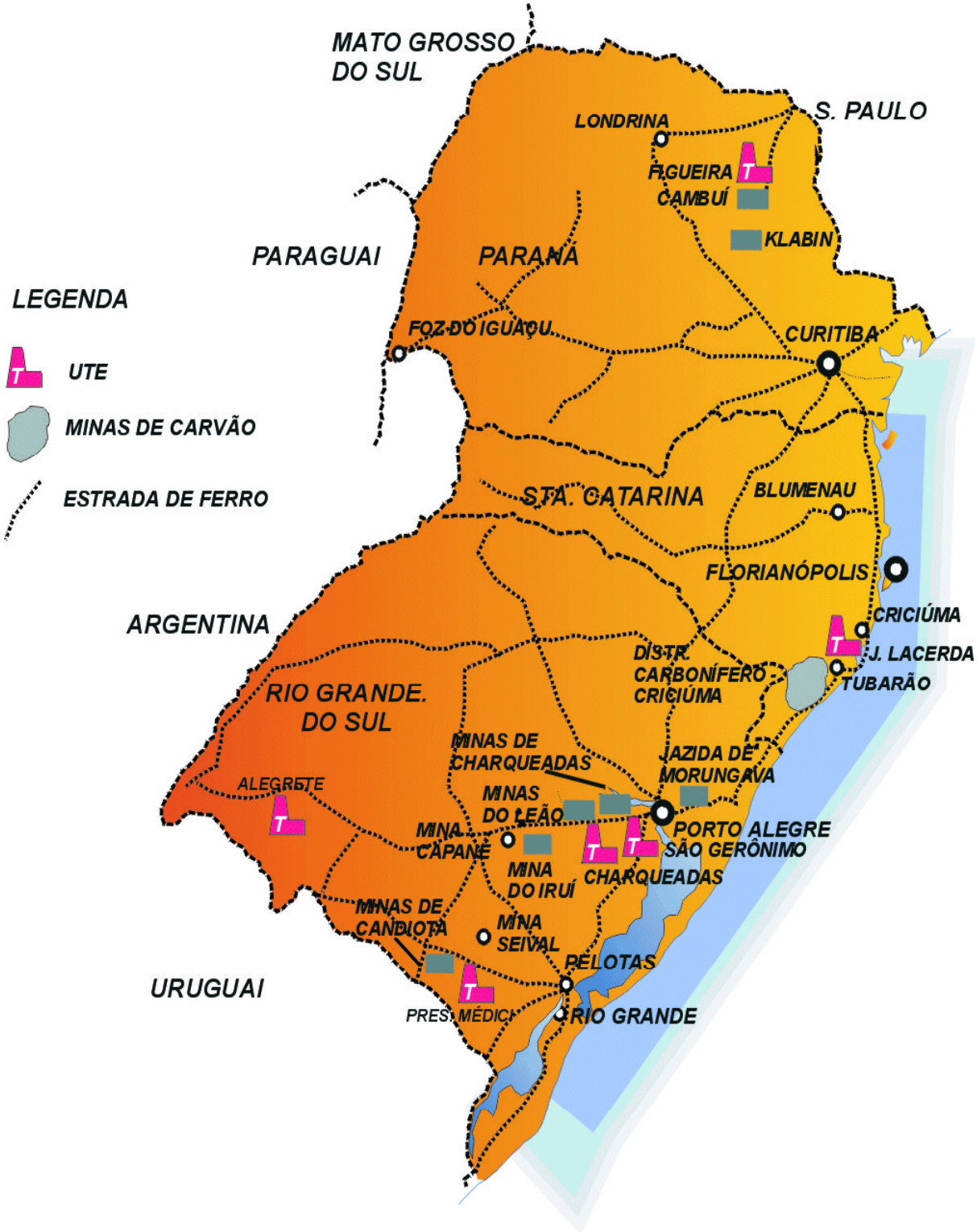
O objetivo do trabalho foi avaliar o aproveitamento dos resíduos sólidos de usina termelétrica a carvão e de estação de tratamento de água na confecção de tijolos ecológicos.

- **MATERIAIS E MÉTODOS**

Cinzas de Carvão

Usina Termelétrica de Figueira - PR

Filtro ciclone



LODO DE ETA

Local: Estação de Tratamento Terra Preta situada na Estrada Lara Mara, 77 município de Terra Preta no estado de São Paulo, administrada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

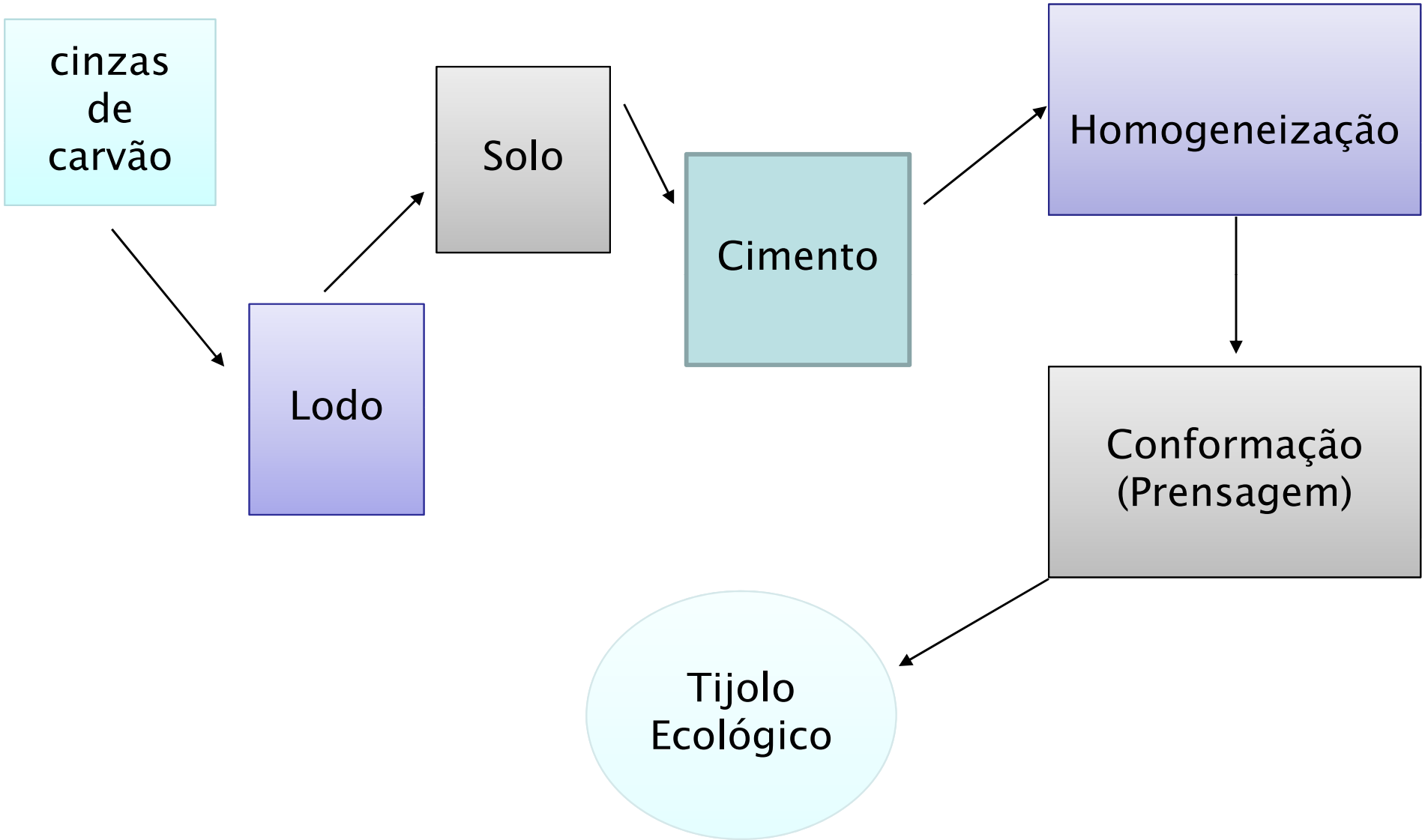
Caracterização físico- química das cinzas de carvão

- Fluorescência de Raios-X (FR-X)
- Difração de Raios-X (DR-X)
- Caracterização morfológica: microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Caracterização físico- química do lodo da ETA

- Fluorescência de Raios-X (FR-X)
- Difração de Raios-X (DR-X)
- Análise granulométrica
- Caracterização morfológica: microscópio eletrônico de varredura (MEV)
- Análise Termogravimétrica

Confecção dos tijolos ecológicos



Confecção dos tijolos ecológicos

Fonte: Sahara

Máquina Simples -Prensa

Confecção dos tijolos ecológicos

Proporções em massa

LOTE 1 – cinza:lodo = 10%:90%

LOTE 2 – cinza:lodo:solo:cimento = 5%:5%:45%:45%

- **Resultados e Discussão**

Cinzas de carvão

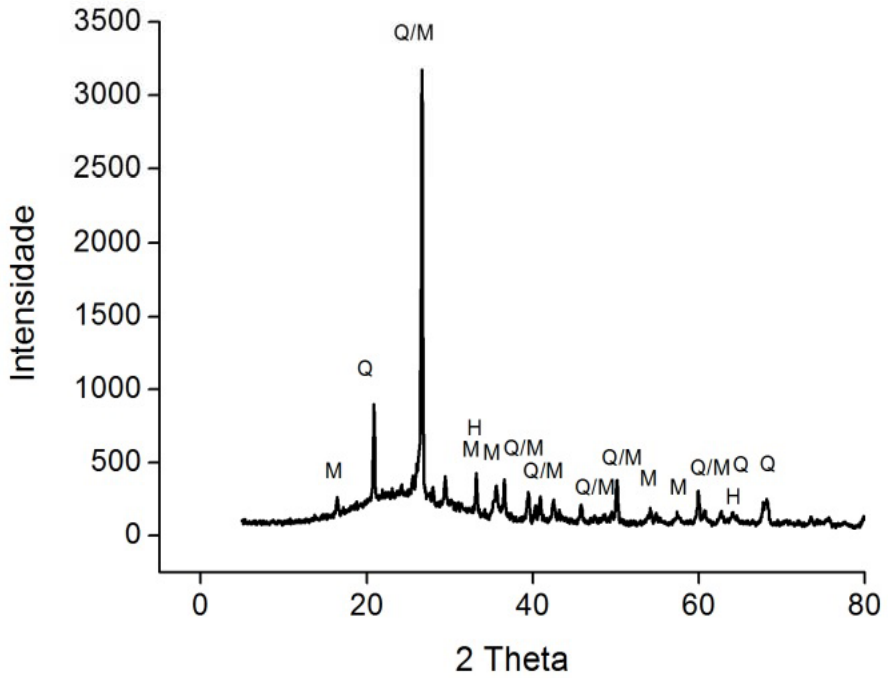
Caracterização Química

Compostos	Quantidade
Fe_2O_3	**34%**
SiO_2	**32%**
CaO	**10%**
Al_2O_3	**9,5%**
Outros’	**< 6%**

propriedades pozolanicas

Cinzas de carvão

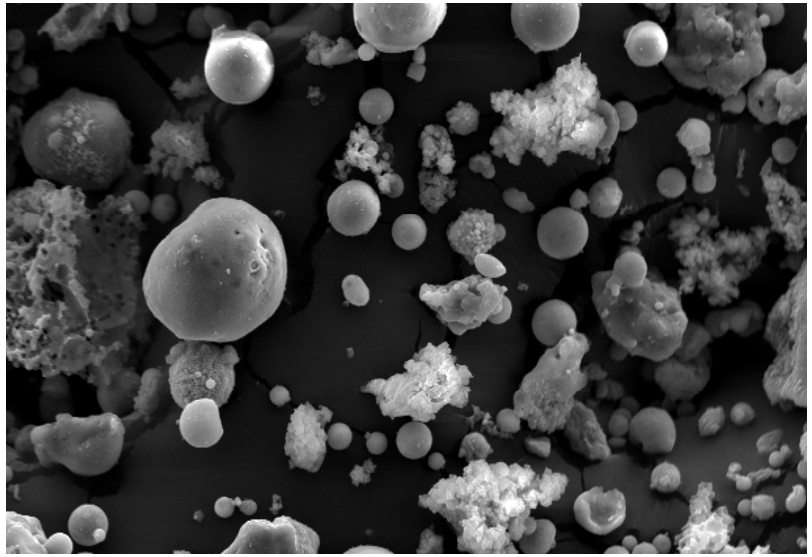
Caracterização Mineralógica



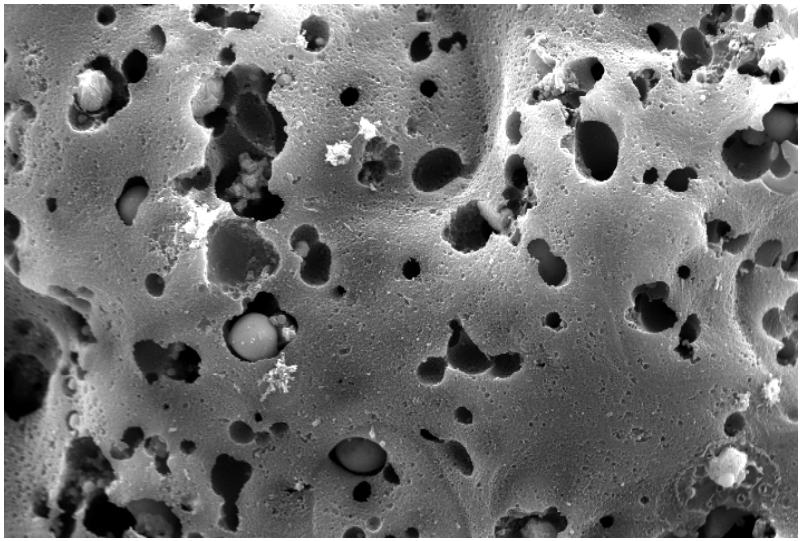
Q=Quartzo (SiO_2)
M= Mulita ($Al_6Si_2O_{13}$)
H= Hematita (Fe_2O_3)

Cinzas de carvão

Caracterização Morfológica



MEV das cinzas de carvão:partículas esféricas



MEV das cinzas de carvão:plenosferas e cenosferas

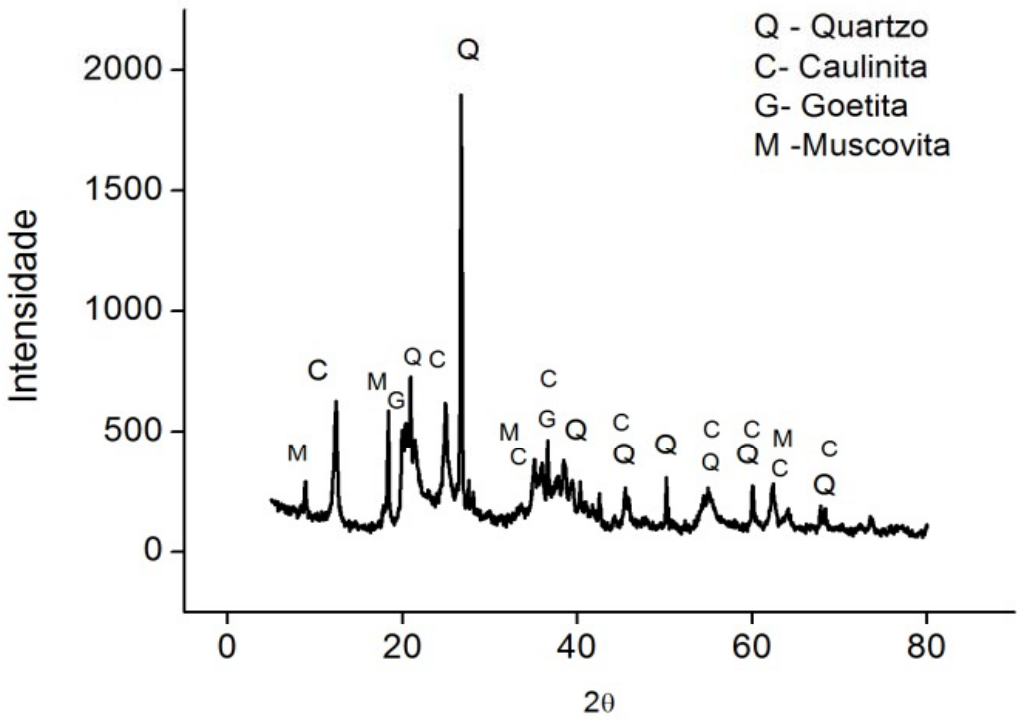
Lodo da ETA

Caracterização Química

Compostos	Quantidade
SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3	**95,10%**
K_2O, MgO, CaO, TiO_2 e P_2O_5	**0,2 a 1,4 %**

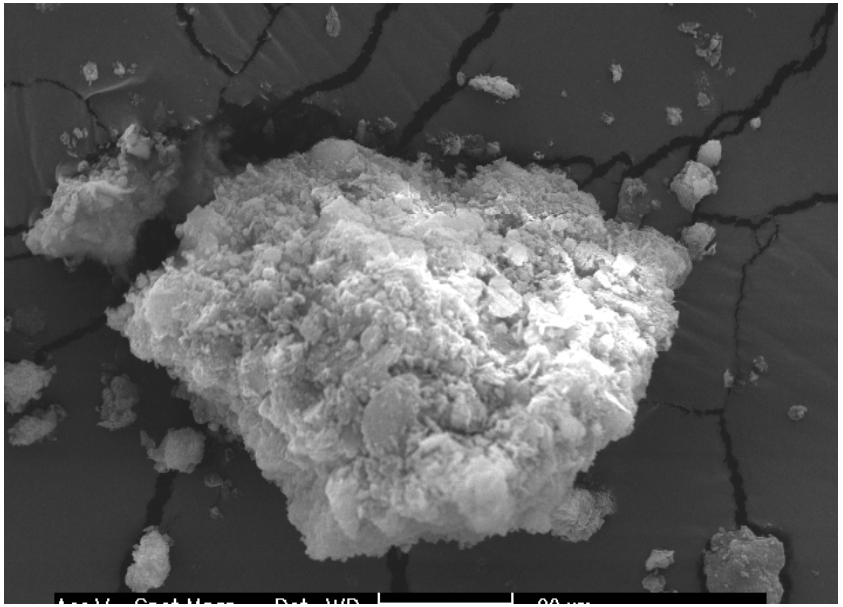
Lodo da ETA

Caracterização Mineralógica



Lodo da ETA

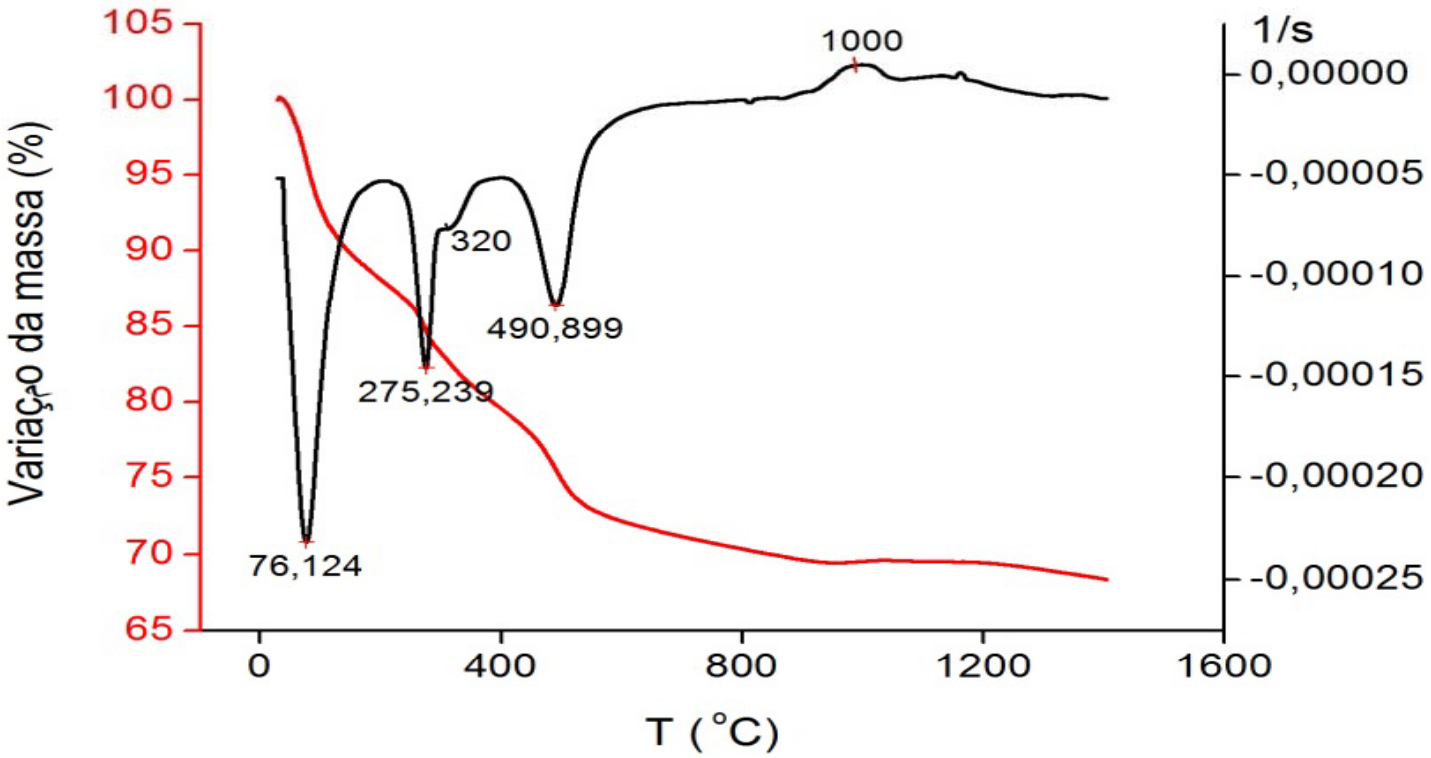
Caracterização Morfológica



Grãos com formatos irregulares e tamanhos variados, havendo a presença de elementos de composição química diferenciada.

Lodo da ETA

Análise Termogravimétrica



Lodo da ETA

Resultados das análises ATG em cada temperatura e perdas de massa associadas a cada estágio de decomposição

Estágio de decomposição	T (ºC)	Perda de massa (%)
1º	até 203	12
2º	até 397	8,4
3º	até 906	9,9
Total	1440	32

Causas da Perda : - eliminação de água adsorvida
- eliminação de hidroxilas
- decomposição de matéria orgânica

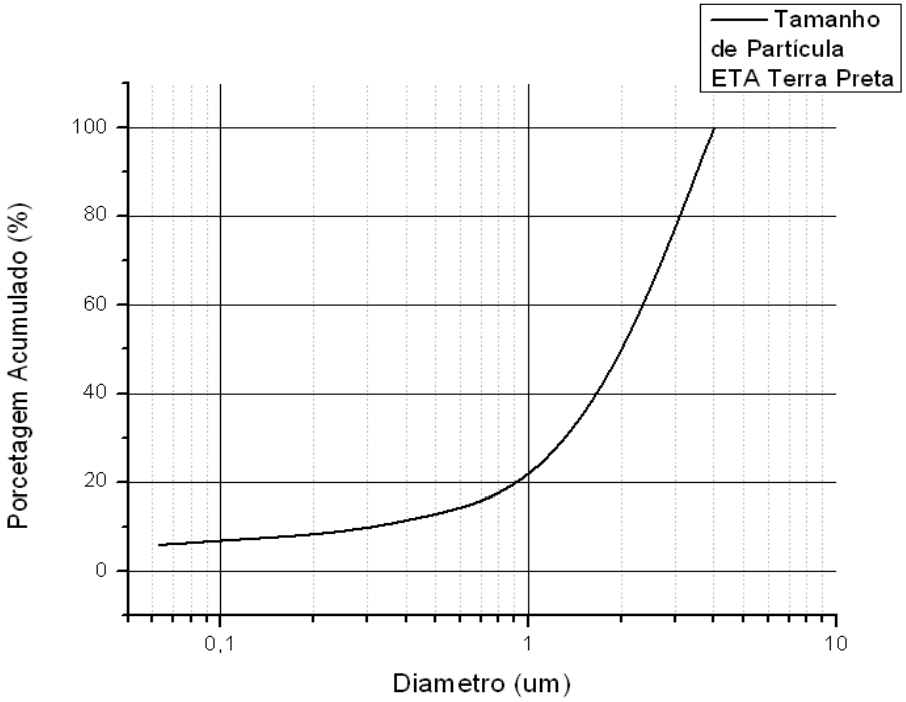
Lodo da ETA

Picos da Curva DTG

Pico – T (ºC)	Causa dos picos
Endotérmico - 76	Remoção da água adsorvida
Endotérmico - 275	Desidratação de hidróxidos: gibsita e goetita
Endotérmico - 320	Presença de gibsita e/ou decomposição de matéria organica
Endotérmico - 491	Desidroxilação de caulinita formando metacaulinita
Exotérmico - 1000	Quebra da estrutura da metacaulinita

Lodo da ETA

Distribuição granulométrica



areia (58,23%) Ø 0,06 mm e 2,0 mm
argila (35,16%) Ø 0,002 mm e 0,06 mm
silte (6,83%) partículas menores que 0,002 mm

Tijolo Ecológico

Caracterização de Tijolo

Tijolo	Dimensões do tijolo (mm)			Área (mm²)	Carga lida (tf)	Resistência (MPa)
	Altura	Comprimento	Largura			
Lote 1	48	200	101	20200	-	-
Lote 2	48	200	101	20200	1,44	0,7

Como pode ser observado, nenhum tijolo produzido nas condições estudadas no presente trabalho atendeu ao requisito da norma brasileira de qualidade em relação à resistência à compressão.

CONCLUSÃO

- Os principais constituintes das cinzas de carvão foram Fe_2O_3, SiO_2, CaO e Al_2O_3 apresentando propriedades pozolanicas. As fases cristalinas identificadas foram quartzo, mulita e hematita.

- O lodo da ETA apresentou quartzo e caulinita nas fases cristalinas, em sua maior proporção. Os teores de sílica e alumínio mais elevados são características dos argilominerais e, em se tratando do alumínio, pode ter participação da quantidade de coagulante, à base de sulfato de alumínio, utilizado no tratamento da água.

- Verificou-se que a baixa resistência dos tijolos foi resultado, provavelmente, da granulometria inadequada do lodo de ETA para o tijolo cinza-lodo e também do baixo teor de cimento para o tijolo cinza-lodo-solo-cimento.

Obrigado!!!