



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel



Votorantim

Celulose e Papel

Redução das emissões de TRS

Forno de Cal da VCP - Jacareí





UNISCEPA
Universidade Setorial
de Celulose e Papel

Forno de Cal 04-404300000

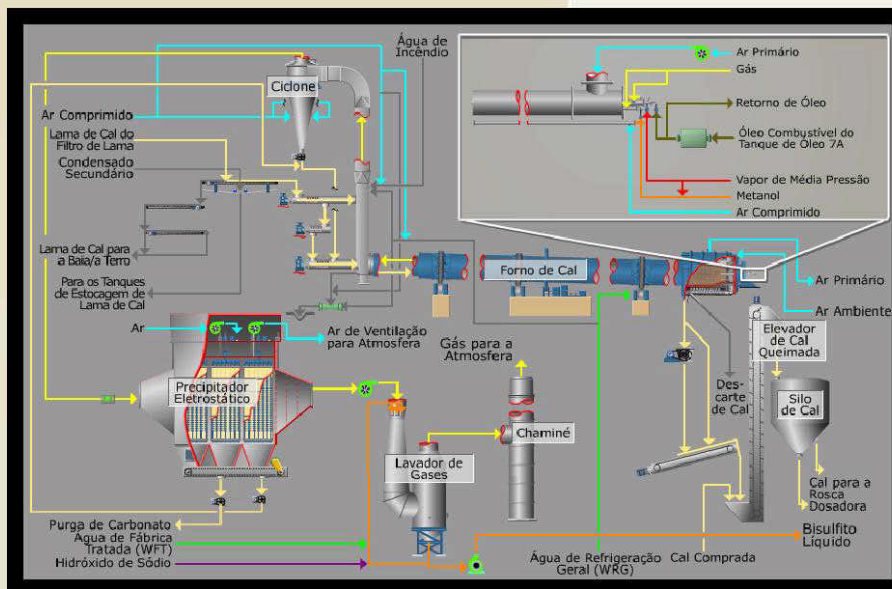
Produção = 410 ton/dia

Combustível = 146 Kg/ton CaO

Dimensões

Comprimento = 95,00 m

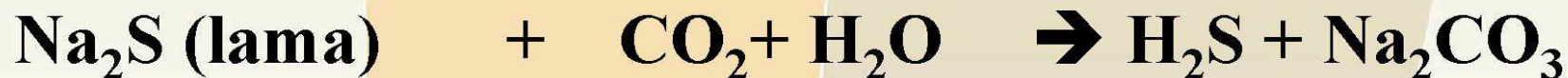
Diâmetro = 3,60 m





Mecanismo de formação do TRS_(a)

Reações possíveis:



Para a formação de H₂S é necessária a redução ou condição ácida.



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

Principais causas de formação de TRS:

- 1. Residual de enxofre não oxidado devido a combustão incompleta (OCP, Metanol, Gases não condensáveis);**
- 2. Infra estrutura do filtro de lama ocasionando a lavagem inadequada da lama;**
- 3. Qualidade e quantidade dos fluídos de diluição e lavagem da lama e do lavador de gases;**
- 4. Controle do perfil de temperatura do forno;**
- 5. Lama formada de baixa qualidade;**



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

1. Residual de enxofre não oxidado devido a combustão incompleta

A geração contínua de TRS pelo combustível principal ou auxiliar é pouco provável devido ao ambiente de combustão manter temperaturas superiores a 650°C, porém distúrbios de queima geradoras de temperatura baixa podem levar a formação de TRS.



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

2. Infra estrutura do filtro de lama

- a. Tela obstruída.**
- b. Facas da raspa sem corte.**
- c. Incrustação sob as raspas.**
- d. Ajuste da raspa.**
- e. Entupimento das grades.**
- f. Vácuo deficiente.**
- g. Pressão baixa do CPR.**



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

3. Qualidade e quantidade dos fluídos de diluição e lavagem da lama e do lavador de gases

- a. Vazão de fluído para lavagem da lama no filtro de licor branco.**
- b. Vazão de fluído para lavagem da lama no filtro de lama.**
- c. Presença de compostos de enxofre no fluído usado no sistema (inclusive lavador de gases).**



UNISCEPA

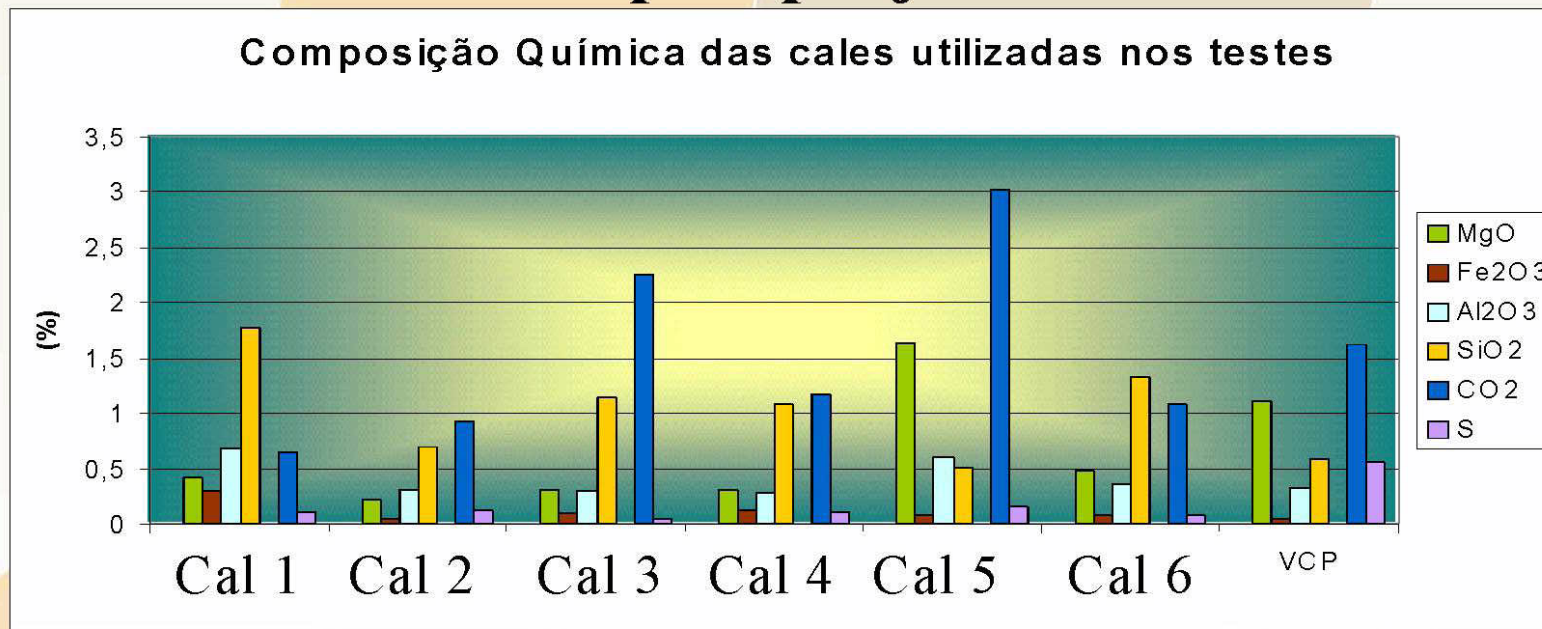
Universidade Setorial
de Celulose e Papel

4. Controle do perfil de temperatura do forno

- a. Temperatura na calcinação acima de 900°C.**
- b. Temperatura no topo do ciclone mais alta possível (liberação de H₂S entre 200 e 400°C)(b).**

5. Lama formada de baixa qualidade

a. Variação na composição de inertes da cal comprada com valores acima dos recomendados pelo projeto.



SiO₂ < 0,5%

MgO < 0,75%

Al₂O₃ < 0,5%



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel



Votorantim

Celulose e Papel



ABTCP

5. Lama formada de baixa qualidade

c. Eficiência alta no último reator com presença de CaO livre ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

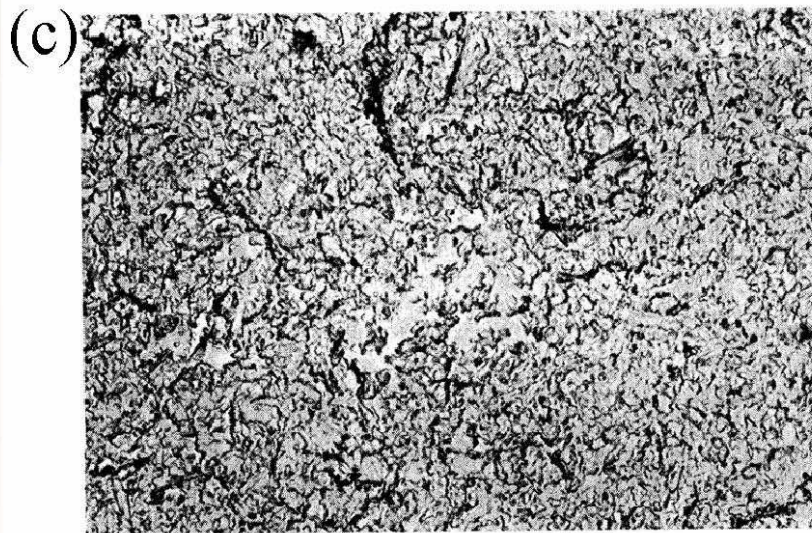


Fig. 9-8. Lime putty from slaked quicklime, soaked for 7 days, that developed Emley plasticity of 650; well dispersed with very uniform, fine particle size. (15,750 \times).

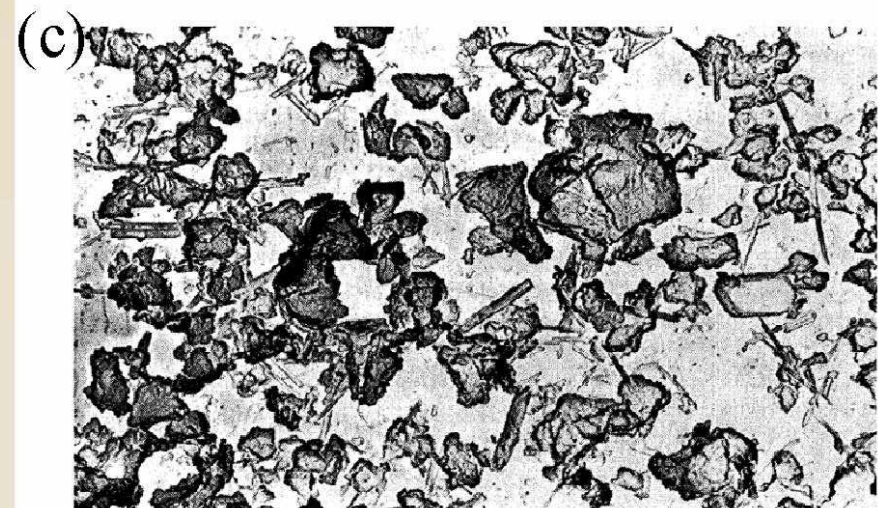


Fig. 9-10. Lime putty from slaked quicklime, soaked for 7 days; has Emley plasticity of 120; possesses agglomerates, large crystals, and hydro calcium silicates. (3400 \times).

A forma das partículas é tão importante quanto o tamanho, a plasticidade favorável a melhor drenabilidade da lama gerada é favorecida pela utilização de cal requeimada – porosa e com reação mais lenta.



Ações com forte impacto nas emissões:

- 1. Aumento da vazão de condensado no filtro de licor branco para valores acima de 6% (relação vazão de condensado/vazão de licor branco);**
- 2. Aumento da pressão do sistema de remoção contínua de camada para 60 bar;**
- 3. Purga de partículas finas e metais no PE (retirada entre os campos 1 e 2);**



UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

Ações em andamento:

- 1. Oxidação da lama de cal.**
 - Linha de saída do depósito para o filtro
- 2. Oxidação do condensado para sistema**
 - Linha principal de condensado para sistema
- 3. Produto auxiliar de drenagem.**
 - Aplicação no depósito ou direto na tina
- 4. Produto abatedor de odor.**
 - Aplicação no lavador de gases



Check - list do operador:

Vazão de Condensado CD32 =
Vazão de Condensado CD33 =
Chuveiros entupidos CD32 =
Chuveiros entupidos CD33 =

Check-list TRS

Checar também:

pH lavador de gases FC42=
Concentração de Lama=
pH lavador de gases FC43=
Concentração de Lama=

Temperatura topo ciclone FC42=
Temperatura topo ciclone FC43=

Densidade FL32 =
Densidade FL33 =

Análises da lama 32
Álcali=
Consistência=

Análises da lama 33
Álcali=
Consistência=

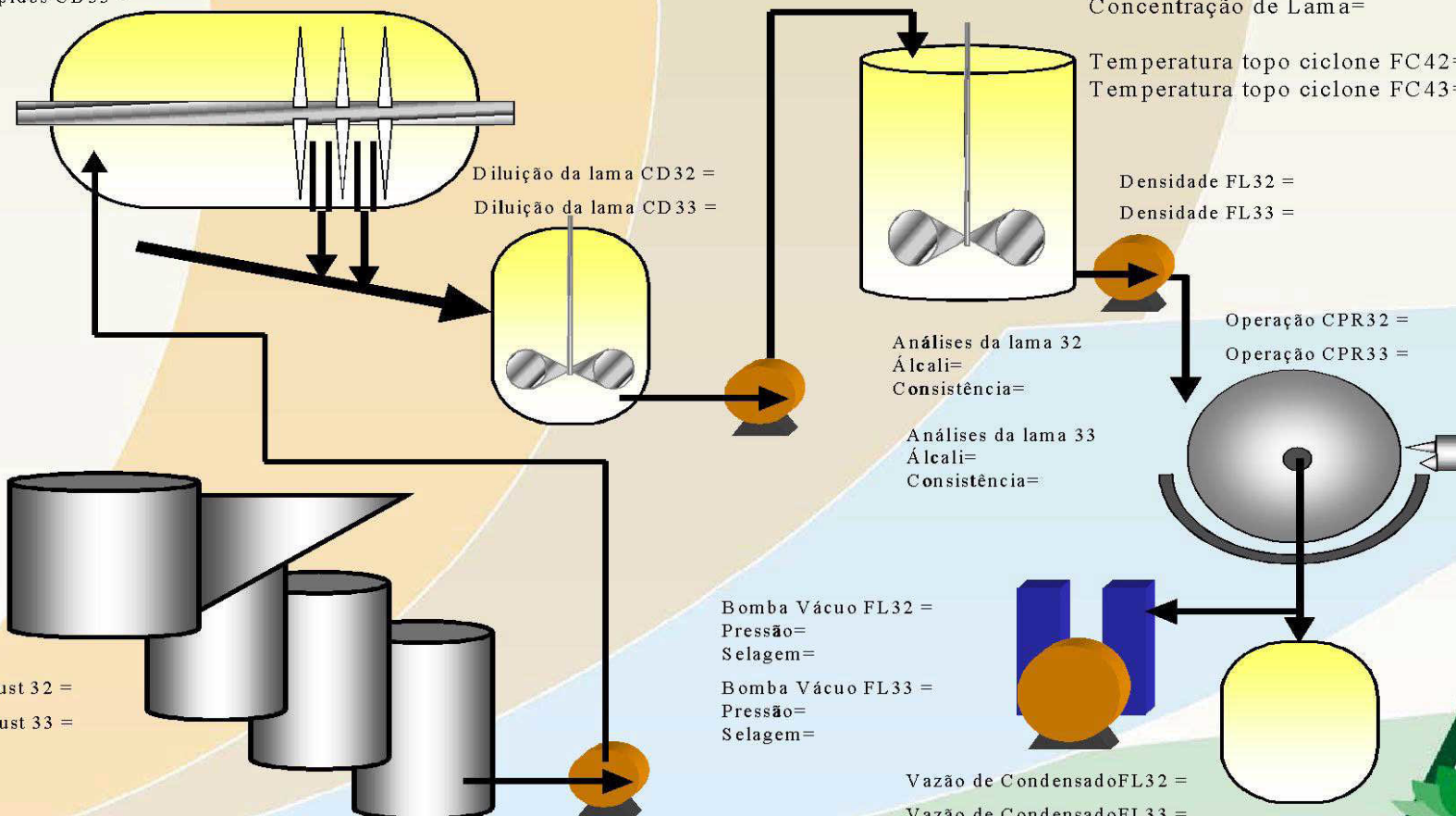
Bomba Vácuo FL32 =
Pressão=
Selagem=

Bomba Vácuo FL33 =
Pressão=
Selagem=

Operação CPR32 =
Operação CPR33 =

Eficiência Caust 32 =
Eficiência Caust 33 =

Vazão de Condensado FL32 =
Vazão de Condensado FL33 =
Chuveiros entupidos FL32 =
Chuveiros entupidos FL33 =





UNISCEPA

Universidade Setorial
de Celulose e Papel

Bibliografia

- (a) Jouni Jântti – Emissão de TRS em forno de cal – Revista “O Papel” – Junho de 1999 – pág.46.**
- (b) Murray, F.E., Prakash, C.B., Studies on H₂S Emission During Calcining, Pulp and Paper Magazine of Canadá, 74 (1973), n°5, pp. 99-102.**
- (c) Robert S. Boynton – Chemistry and technology of lime and limestone.**