



PROJETOS DE LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTO

CD

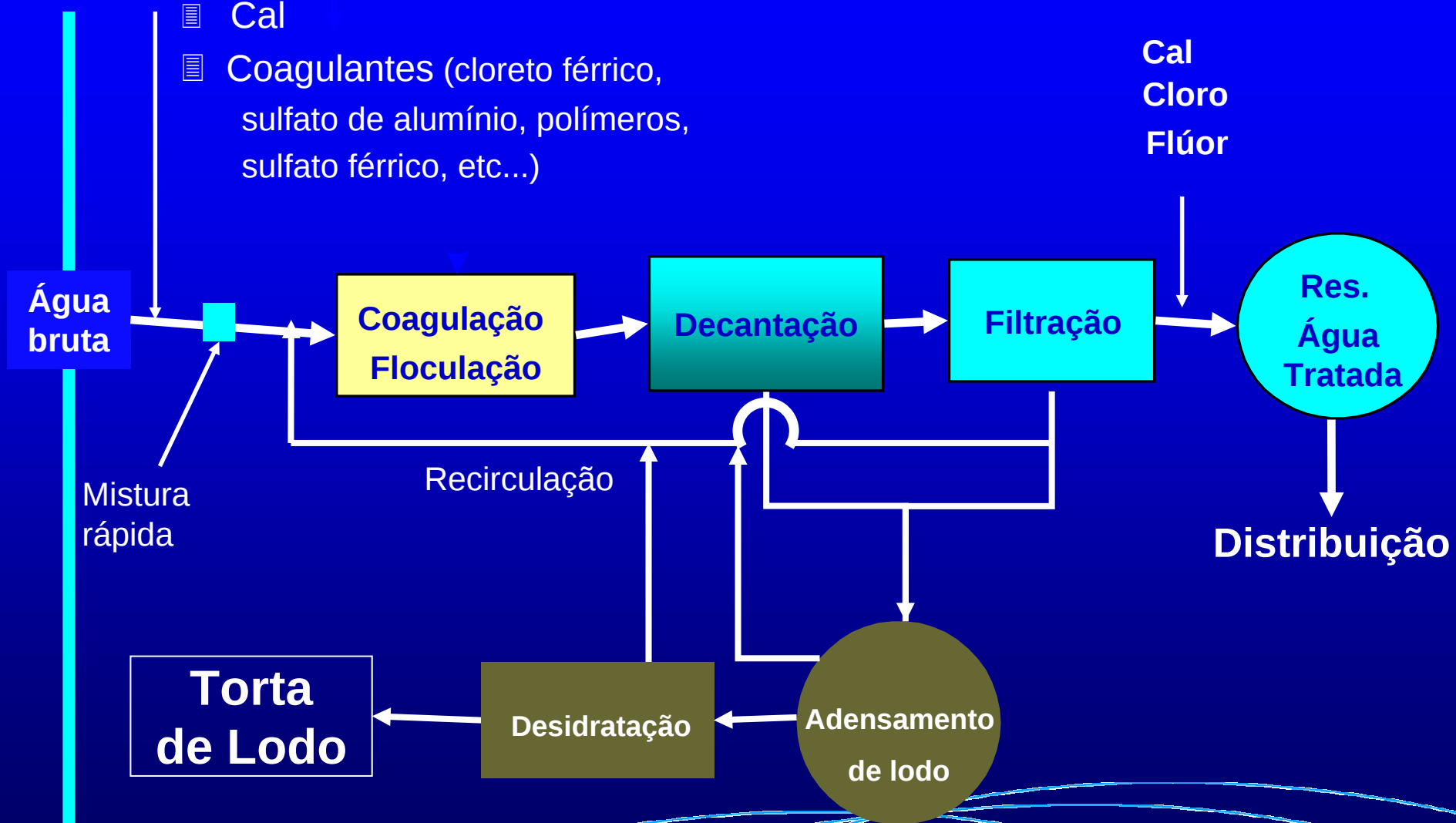
Superintendência de Pesquisa e
Desenvolvimento Tecnológico

Américo de Oliveira Sampaio



O QUE É LODO de ETA ?

- Cal
- Coagulantes (cloreto férrico, sulfato de alumínio, polímeros, sulfato férrico, etc...)



LODO DE ETA



Descarga de lodo do decantador

ETA Rio Grande



Ponte removedora de lodos

ETA Rio Grande

99,5 a 97 % - água

0,5 a 3 % - sólidos

▣ produtos químicos do tratamento

▣ sólidos suspensos (silte; argila; areia)

▣ partículas coloidais

▣ matéria orgânica

O QUE É LODO de ETE?





Quantidade de lodos gerada pela Sabesp

Teor de sólidos: 30%
Umidade: 70%

Teor de sólidos: 30%

Umidade: 70%

Produção Diária (ton/dia)

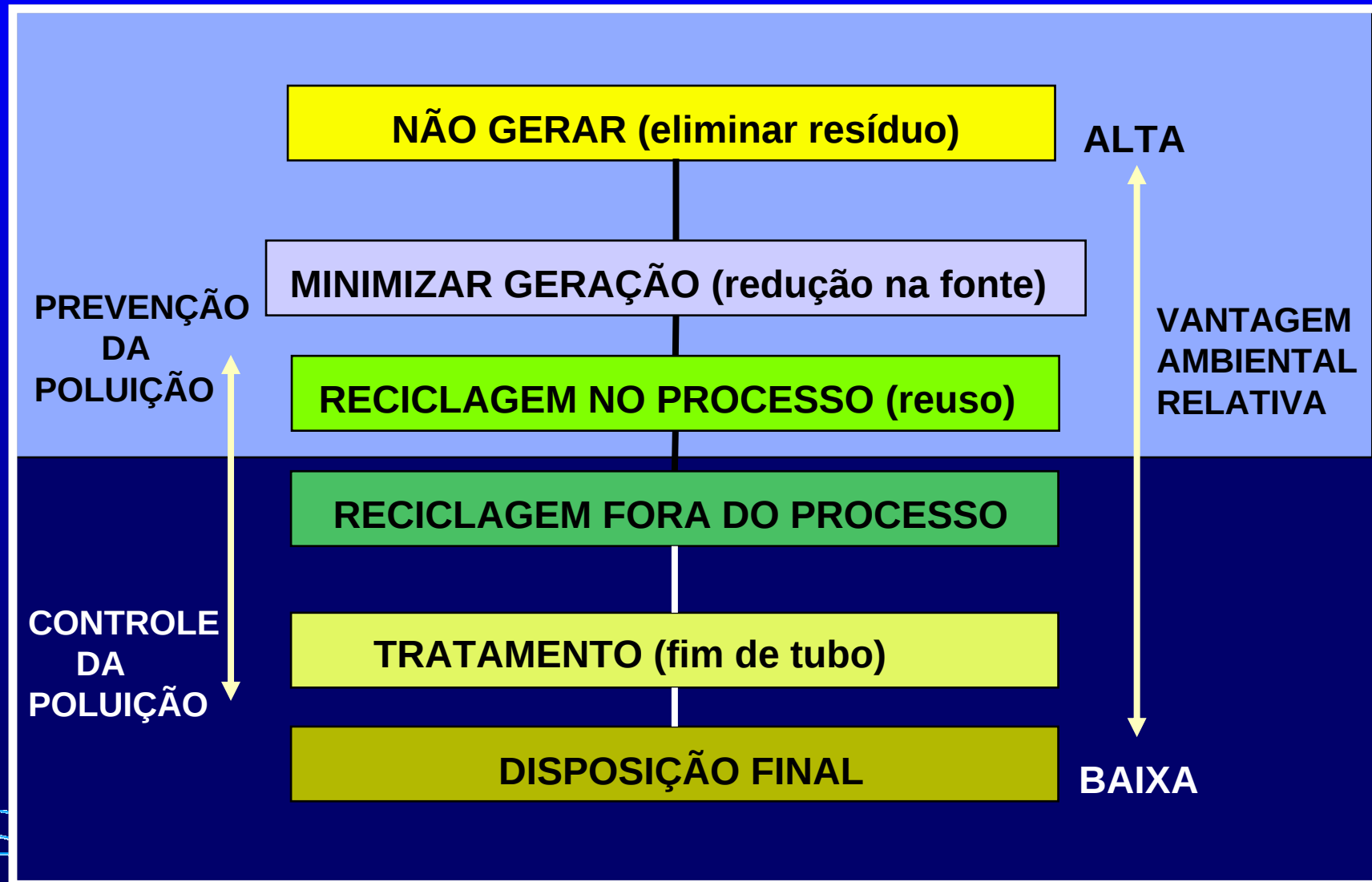
ETA Taiaçupeba
61,1 t/dia (TS 30%)

ETA Cubatão
70 t/dia (TS 20%)

	ETA		Acréscimo de acordo com o aumento da produção	ETE					
	2002			2010		2002		2010	
	base seca	base úmida		base seca	base úmida	base seca	base úmida		
Itaipava (TS 30%)	78	260		69	230	711	2370		
RMSP Cubatão (TS 20%)	80	267		30	100	78	258		
Litoral	25	120		6	19	45	150		
TOTAL	183	647		105	349	834	2778		



HIERARQUIA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS





PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO / PRODUÇÃO + LIMPA

O QUE É ?

- Usar menos matérias primas e insumos (recursos naturais, água, energia)
- Gerar menos resíduos
- Reduzir a toxicidade dos produtos usados



Estratégias para Definições das Soluções para Processamento e Destino Final de Lodo de ETAs e ETEs

MÉTODO TRADICIONAL



MÉTODO PROPOSTO

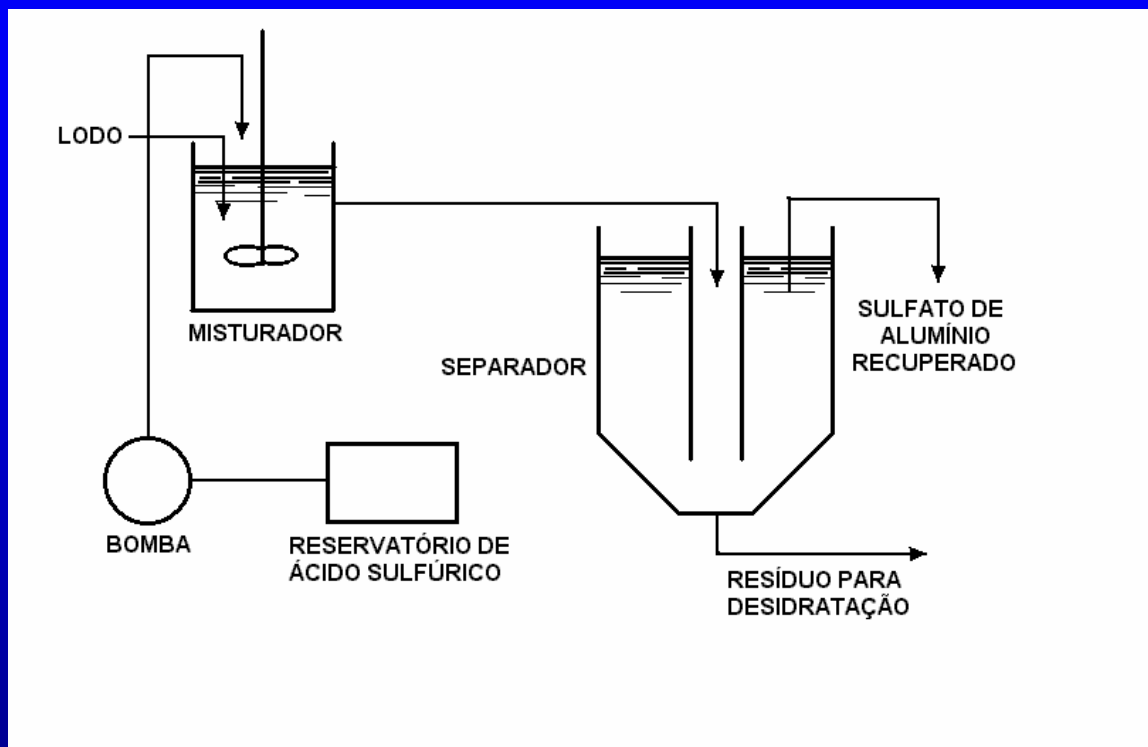


PRODUÇÃO + LIMPAS PARA LODO DE ETAs

Recuperação de Produtos Químicos



Lodo de ETA



Processo de recuperação de sulfato de alumínio

- Recuperação de 60 a 90% do sulfato
- Diminuição de até 80% do volume de lodo



PRODUÇÃO + LIMPAS PARA LODO DE ETAs

Otimização do Processamento do Lodo (adensamento e desidratação)



Filtro Prensa

Adensamento

Mesa desaguadora: 4 a 6%

Flotação: 7%

Adensadores por gravidade: 3%

Desidratação

Centrífugas: 20 a 22%

Filtro prensa: 30%



Mesa desaguadora



PRODUÇÃO + LIMPAS PARA LODO DE ETEs

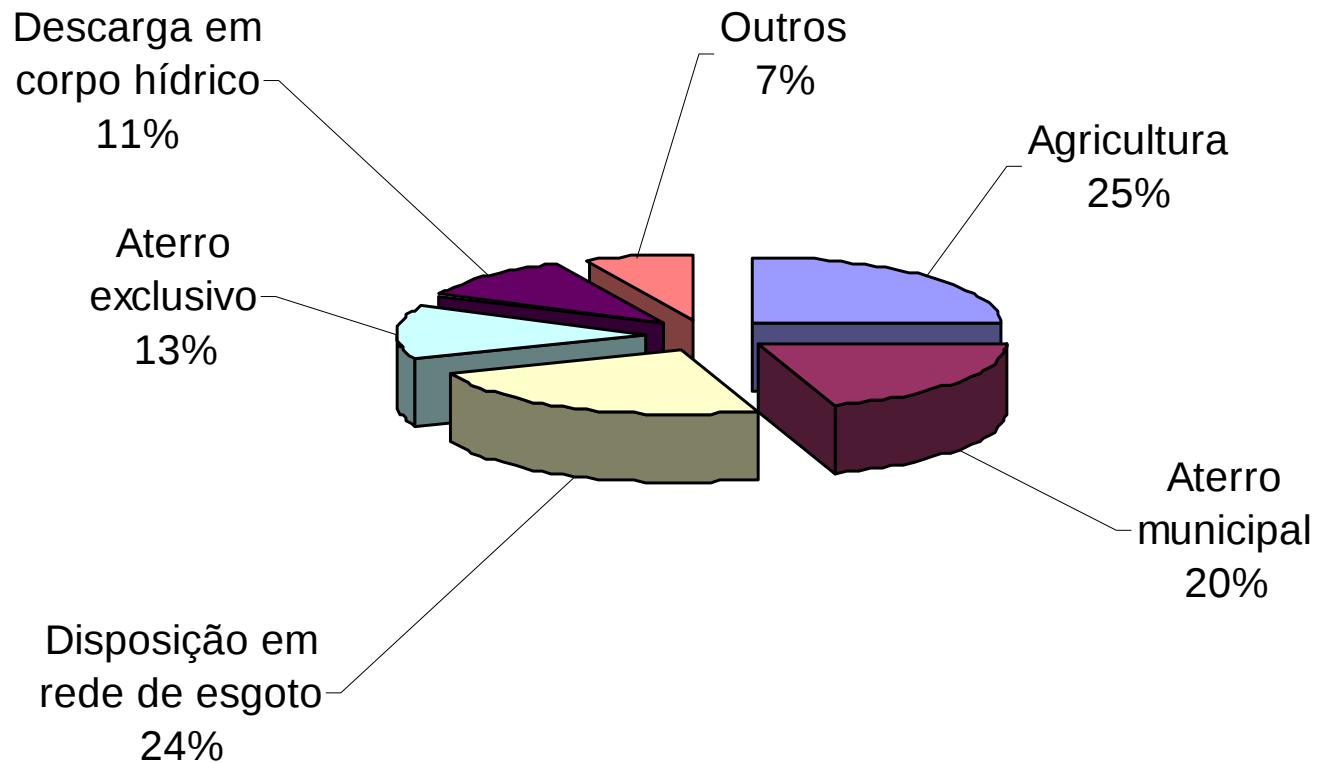
Otimização do Processamento do Lodo (adensamento e desidratação)





Disposição Final de Lodos de ETAs nos Estados Unidos

Fonte: AWWARF (1999)



LODO DE ETAs - Linhas de Pesquisa



**Lançamento em ETEs
(Franca - ETE ABC)**

Controle de Odores

**Cobertura de aterros
sanitários**

**Recuperação de áreas
degradadas**

**Utilização na indústria
cerâmica**



Pesquisa - Disposição em ETEs



Simulação em escala piloto da viabilidade do lançamento de lodos das ETAs em ETEs da RMSP

Projeto Tietê - Fase II

Início: Jan / 2003

Duração: 1 ano

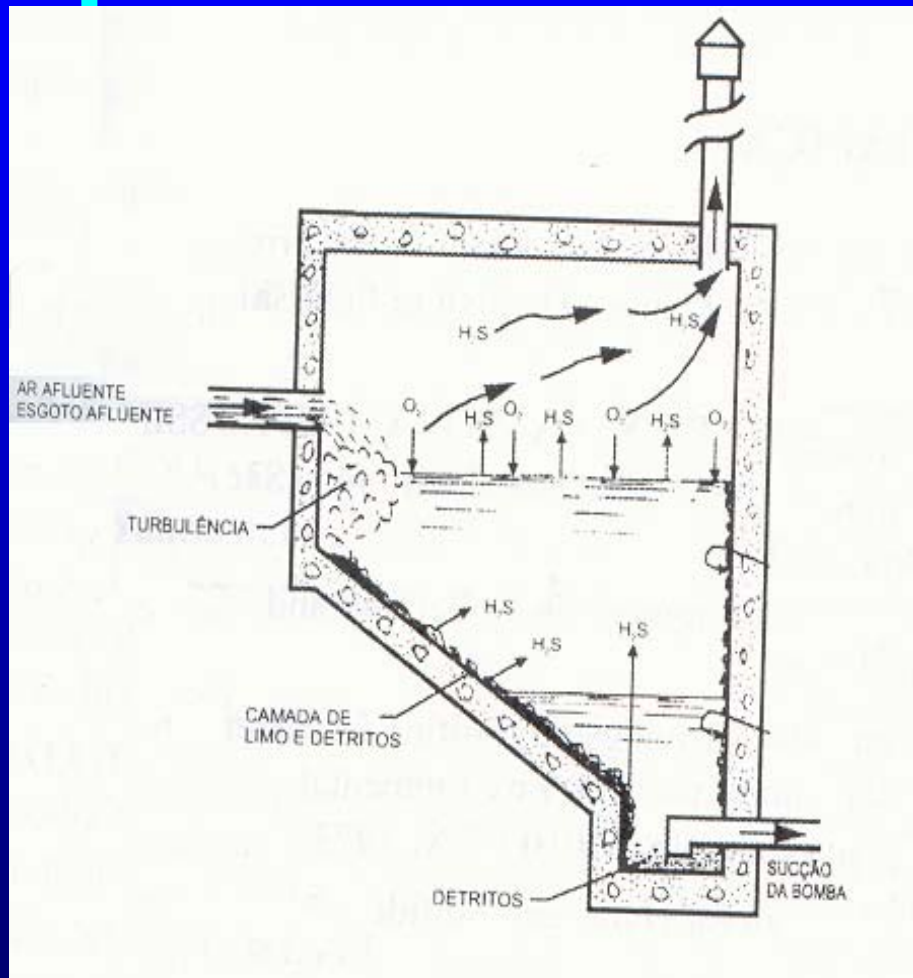
**Custo da Pesquisa: R\$ 650.000,00
(financiamento BID)**



Estudo em escala real do lançamento de lodo da ETA em ETE para a cidade de Franca



Pesquisa - Controle de Odores em Sistemas de Esgoto Sanitário



CONTROLE DE SULFETOS

- Solução atual:

Aplicação de nitrato de amônia

- Pesquisar

**Uso de lodos de ETA com
cloreto férrico**

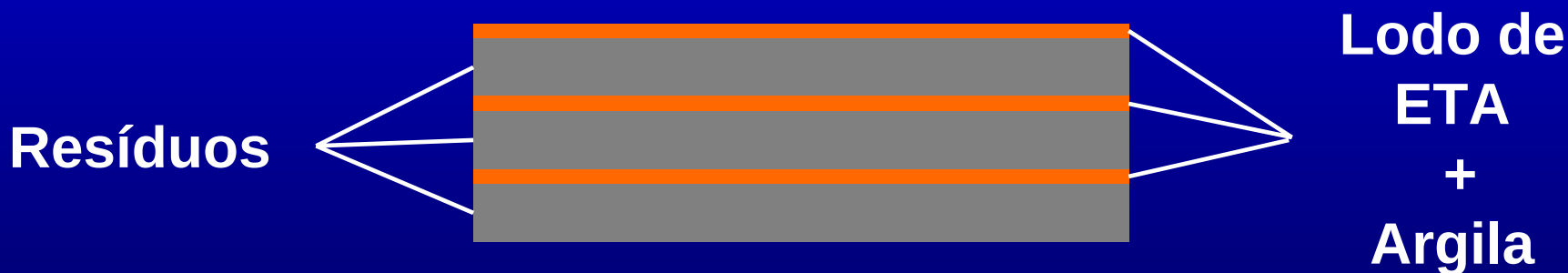
**Geração de Odor pela
produção de sulfeto**



Pesquisa - Cobertura de Aterros Sanitários

Objetivo: Testar e avaliar a incorporação de lodo de ETA como material de cobertura de aterro sanitário para selagem diária

Resultados Esperados : Dosagem de mistura argila / lodo que atendam os requisitos operacionais do aterro sanitário



Aplicação do lodo de ETA para recuperação de áreas degradadas

Área degradada



Pesquisa em
desenvolvimento na
UNESP / Jaboticabal

Mucuna-preta



Caruru



Crotalária



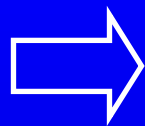


Incorporação do lodo da ETA Cubatão na indústria de bloco cerâmico

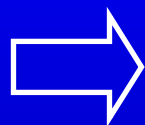


LODO DE ETA > CERÂMICA

Produção de
cerâmica
vermelha



Estado de São Paulo - 55%
da produção nacional



30 % - Região de Tatuí



≈ 60 fabricantes
12 municípios



2 fabricantes

Regularização ambiental



SMA - Cetesb



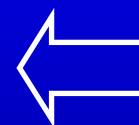
**Negociação de conflitos e
Gerenciamento ambiental**

**Aplicado onde técnicas
tradicionais não funcionam**



**Indicação:
Cerâmica Mônaco**

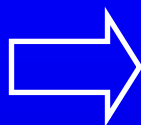
**Convênio
entre Estado
de São Paulo
e Canadá**





LODO DE ETA > CERÂMICA

Lançamento de
lodo de ETA



Em córregos
e reservatórios

Pressão dos órgãos
ambientais

Estimativa de Produção de lodo de ETA na RMSP

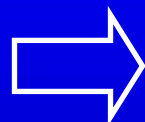
ETA	prod. m3/s	base seca	base úmida TS = 30%
Guaraú	33,0	36,3	120,9
Taiacupeba	10,0	18,3	61,1
ABV	11,0	10,9	36,2
Rio Grande	5,0	4,9	16,4
Casa Grande	4,0	3,7	12,4
Baixo Cotia	0,7	2,9	9,8
Alto Cotia	0,9	1,0	3,4
Total		78	260



LODO DE ETA > CERÂMICA

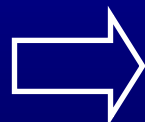
ETA Cubatão

$$Q_{\text{média}} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$$



1ª ETA da SABESP c/
fase sólida de tratamento

Desaguamento mecânico
Filtro prensa de esteira



Produção atual de lodo :
25 ton/dia
(20% teor de sólidos)



Objetivo

Avaliar a incorporação máxima do lodo da ETA Cubatão na argila normalmente utilizada na cerâmica Mônaco, de modo a atender aos requisitos básicos de produto e do método de fabricação



Critérios para a avaliação da incorporação de lodo de ETA na fabricação de blocos cerâmicos

Não interferência no processo de fabricação do bloco cerâmico



Mudanças:

- nos moldes de extrusão
- na composição de argilas
- procedimento de queima
- tempo de secagem em estufa

Atendimento às especificações técnicas de blocos cerâmicos - NBR 7171



- Retração
- Absorção de água
- Resistência mecânica à compressão

OU SEJA

ETA Cubatão



- Capacidade;
- Fase Sólida.

X

Cerâmica Mônaco

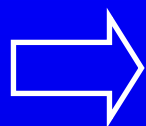


- Capacidade;
- Regularização Ambiental



LODO DE ETA > CERÂMICA

**Lodo de
ETA**

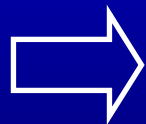


Cerâmica

s/ reg. Amb.



LIXÃO



Cerâmica

C/ reg. Amb.

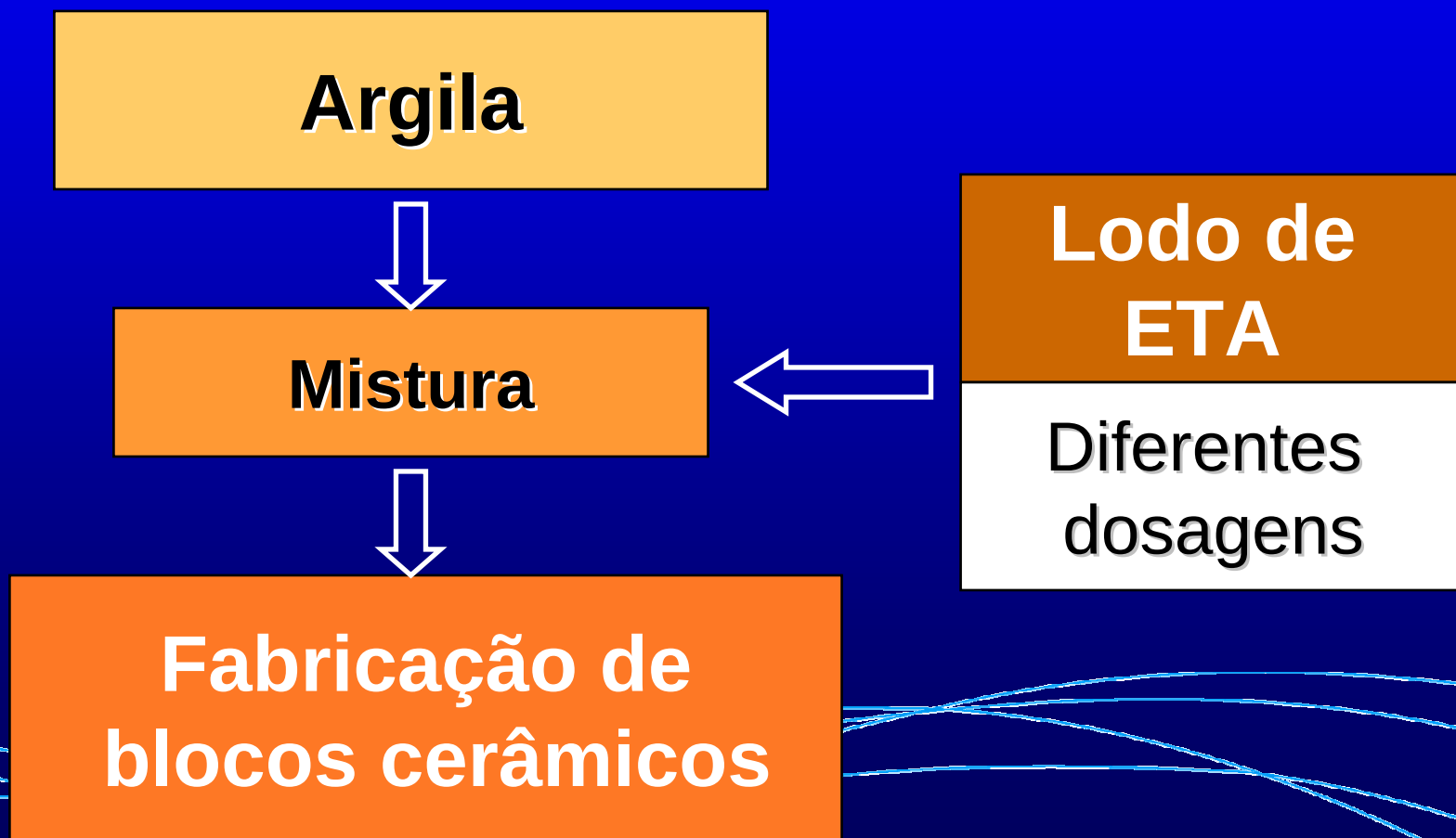


**Aterro
sanitário**



Descritivo do Projeto

Ensaio de incorporação de lodo de ETA na fabricação de blocos cerâmicos em escala real





Metodologia

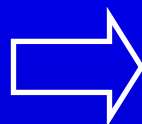
Caracterização

Lodo
ETA Cubatão

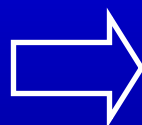


Labs. USP

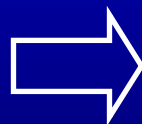
Inst. Quím,
Eng^a Minas,
Mecânica Solos



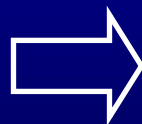
Teor de sólidos



Teor de matéria orgânica
por infra-vermelho



Composição mineralógica

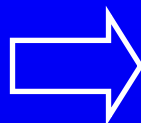


Composição granulométrica



LODO DE ETA > CERÂMICA

Incorporação
do lodo de ETA
na fabricação do
bloco cerâmico



Dosagem volumétrica

Diferentes proporções
de lodo de ETA/argila
1:4 - 1:5 - 1:8 - 1:10



Pátio

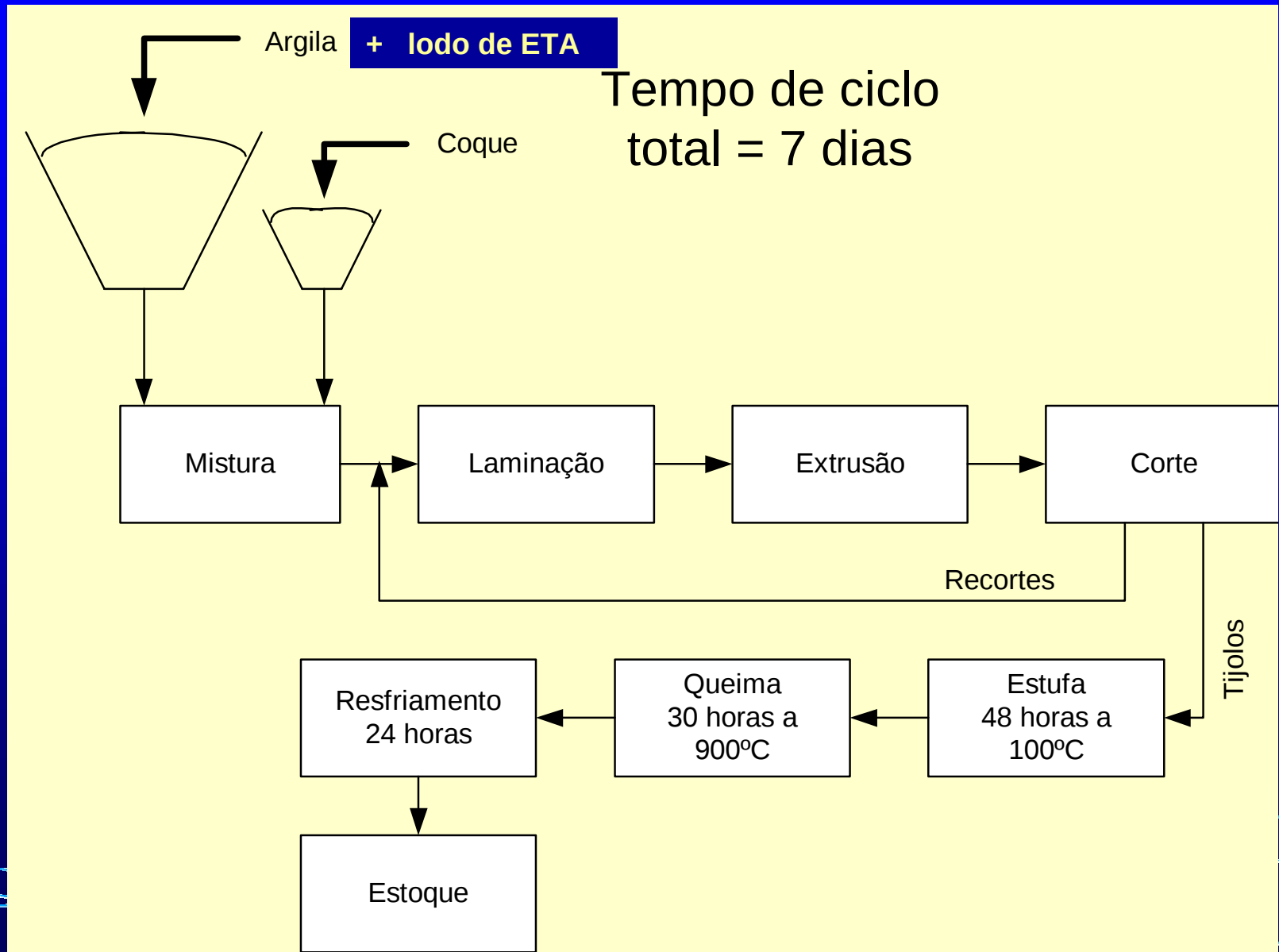


Lodo



Mistura

Fluxograma do Processo de fabricação do bloco cerâmico



Processo de fabricação do bloco cerâmico



Extrusão



Corte



Empilhamento



Estufa



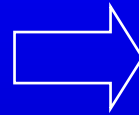
Queima



Bloco

Especificações de blocos cerâmicos NBR 7171

Ensaio dos
blocos
cerâmicos



Laboratório
ACERVIR



Absorção de água - NBR 8947

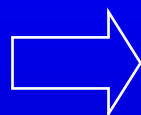


Compressão - NBR 6461

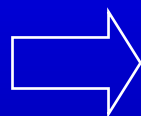


Resultados da caracterização do lodo de ETA

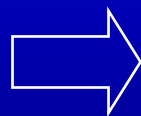
Presença
dos
compostos



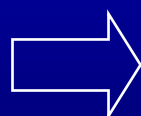
Mica



Goethita



Quartzo



Calcita



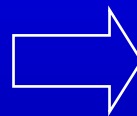
Caolinita



Resultados da caracterização do bloco cerâmico

Dosagem

1 lodo ETA : 4 argila
1 lodo ETA : 5 argila



Trincas na estufa
Retração excessiva
após a queima
Trincas após queima

Lodo c/ 7 dias de
repouso e secagem



LODO DE ETA > CERÂMICA

Dosagem
1 lodo ETA : 10 argila

Lodo c/ 7 dias de
repouso e secagem

Critérios	Especificação NBR 7171	Dosagem 1: 10	Dosagem s/ lodo
Compressão	1 MPa	0,4 MPa	0,8 MPa
Abs. de água (%)	8 a 25	20,9	18,4
Dimensões (mm)			
Comprimento	240 ± 3	242,1	242,0
Largura	115 ± 3	114,7	116,0
Altura	140 ± 3	138,8	139,0

Blocos com reentrâncias nas paredes



LODO DE ETA > CERÂMICA

Dosagem
1 lodo ETA : 8 argila

Lodo c/ 7 dias de
repouso e secagem

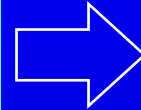
Critérios	Especificação NBR 7171	Dosagem 1: 8	Dosagem s/ lodo
Compressão	1 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa
Abs. de água (%)	8 a 25	19,1	19,1
Dimensões (mm)			
Comprimento	240 ± 3	239,3	239,2
Largura	115 ± 3	112,1	110,7
Altura	140 ± 3	137,7	135,4

Blocos com paredes retas



Discussão dos Resultados

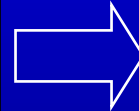
Resultados
específicos



Para cada combinação
de ETA e cerâmica

**Características do
lodo de ETA Cubatão**

- mineralógica
- tamanho de partículas



Similares à argila da
Cerâmica Mônaco



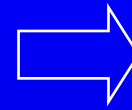
Não deve interferir
no processo



LODO DE ETA > CERÂMICA

Dosagem
1 lodo : 8 argila

Molde c/ paredes
retas



Atendeu aos
critérios

Dosagem
1 lodo : 10 argila

Molde c/ paredes
arredondadas



Baixa resistência à
compressão

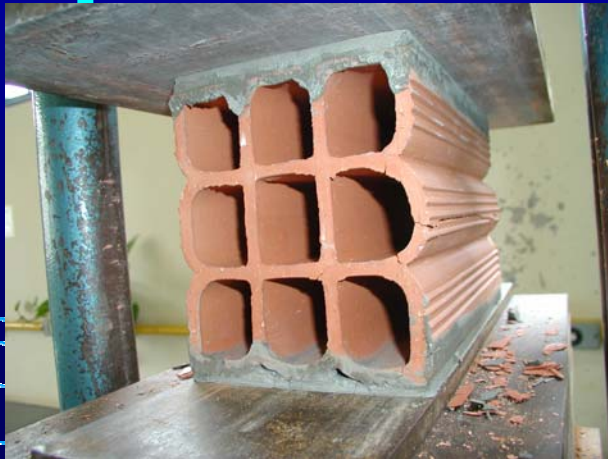
Problema de ajuste
de processo

Ensaio de resistência à compressão

Bloco com paredes retas



Reentrâncias nas paredes





Conclusões e recomendações

Características materiais do lodo (ETA Cubatão) são similares às da argila (Cerâmica Mônaco) - Permitem sua incorporação no bloco cerâmico.

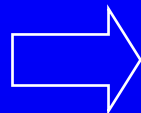
Lodo ETA Cubatão - dosagem 1:8 - Bom resultado

Bloco paredes retas => proporciona melhor resistência à compressão que o bloco de paredes curvas



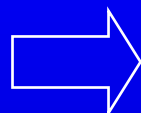
LODO DE ETA > CERÂMICA

Novos ensaios



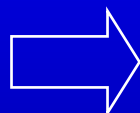
Máxima dosagem de
lodo da ETA Cubatão

Otimizar



Produção diária
da Cerâmica Mônaco

Fase atual



Contrato piloto

Transporte e disposição
na Cerâmica Mônaco
= R\$ 35/ton

VS

Disposição
em aterro sanitário
= R\$ 70/ton



LODO DE ETEs - Linhas de Pesquisa

**Registro no Ministério
da Agricultura**

**Remoção e disposição
final do lodo de lagoas de
estabilização**

**Conversão do
condicionamento químico do
lodo da ETE Barueri**

Aplicação em Culturas Agrícolas

milho

café

pupunha

banana

florestas



**Caracterização
geotécnica**



Registro do Biosoólido no Ministério da Agricultura

RESÍDUO

LODO



PRODUTO AGRÍCOLA

BIOSSÓLIDO

Viabilidade do Uso na Agricultura :

- ▣ redução das despesas com transporte e disposição do lodo
- ▣ economia pelo prolongamento da vida útil de aterros exclusivos para a disposição do lodo
- ▣ reciclagem de macro e micro nutrientes



**CONDICIONADOR
DE SOLOS**



Pesquisa - Uso do Biossólido nas Culturas de Milho e Café



Café - Franca

Instituição: UNESP/Jaboticabal

Início: 1997

Término: 2003

Custo da Pesquisa: R\$ 295.000,00



Milho - UNESP/Jaboticabal



Pesquisa - Uso do Biossólido em Plantações Florestais



Instituição: IPEF / ESALQ-USP

Início: 1998

Término: 2006

Custo da Pesquisa:

1ª Etapa - R\$ 322.000,00

2ª Etapa - R\$ 455.000,00

Total - R\$ 777.000,00

Eucalipto - Itatinga



Pesquisa - Uso do Biossólido nas Culturas de Banana e Pupunha



**Banana -
Pariquera-Açu**

Instituição: Instituto Agrônomo de Campinas IAC

Início: 2001

Término: 2003

Custo da Pesquisa: 1ª Etapa - R\$ 90.000,00

2ª Etapa - R\$ 87.000,00

Total - R\$ 177.000,00



**Pupunha -
Ubatuba**

Com biossólido

Sem biossólido



Conversão do Condicionamento químico do lodo da ETE Barueri com a utilização de polímeros para desidratação nos filtros prensa



- Redução do custo de produtos químicos e de transporte de torta de lodo em torno de R\$ 115.000,00 / mês
- Redução de 22% do volume de lodo gerado

Cal + cloreto férrico

X

polímeros



Utilização de polímeros no condicionamento do lodo para desidratação em filtro prensa de placas



Lodos de Lagoas de Estabilização - Remoção e Disposição Final

LAGOAS OPERADAS PELA SABESP

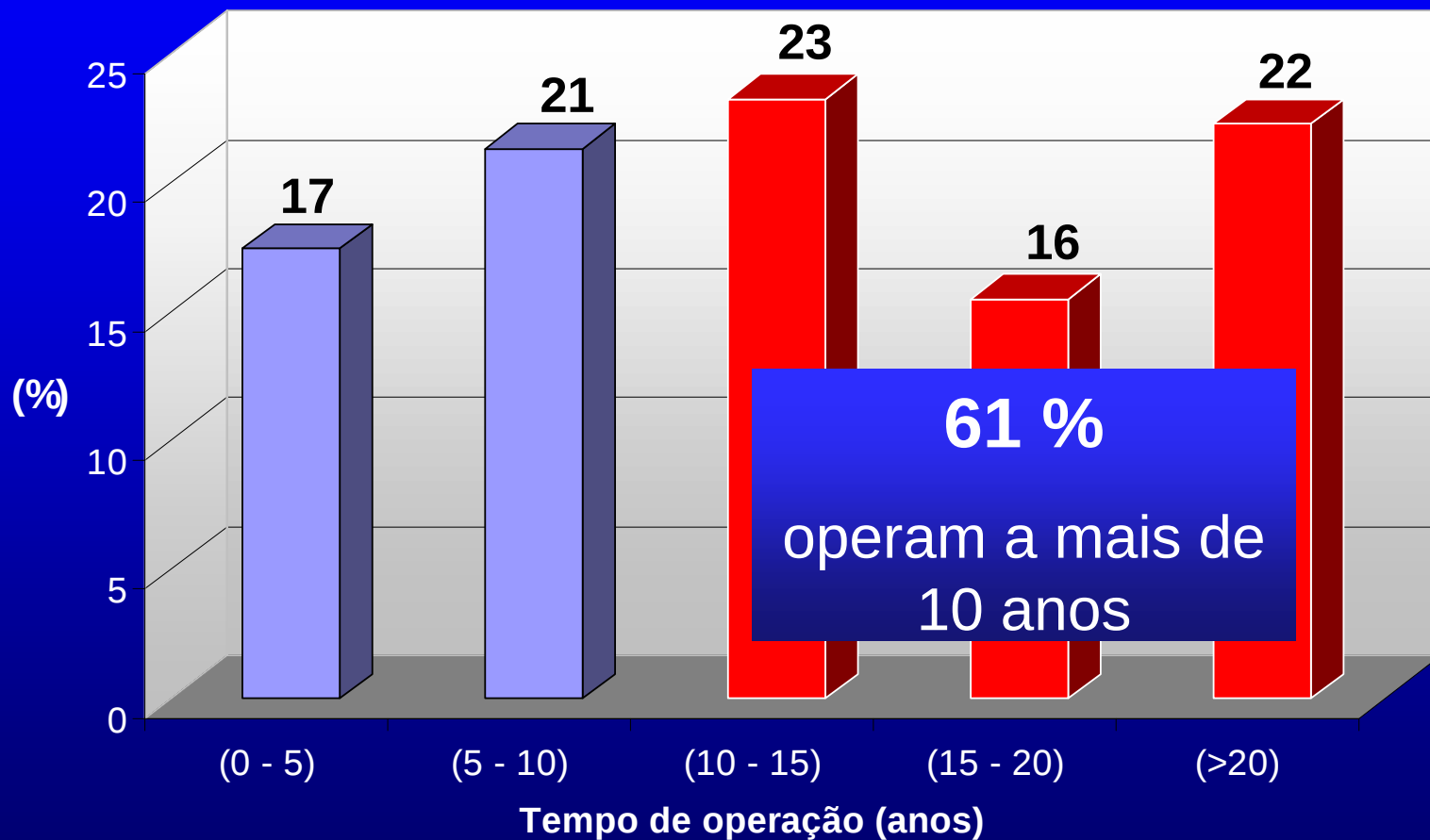
Tipo de lagoa	Quantidade	Vazão nominal (L/s)
Sistema Australiano	100	3.592,00
Lagoa Facultativa	114	1.101,00
Lagoa aerada	19	839,23
Outros	3	33,20
Total	236	5.565,43

Fonte: Dados fornecidos pelas áreas operacionais. (2000)



Tempo de Operação das Lagoas da Sabesp

(%) das lagoas em função do tempo de operação





Lagoas de Estabilização

CONSEQUÊNCIAS DO ACÚMULO DE LODO

- Diminuição da eficiência da lagoa;
- Liberação de maus odores.

QUANDO REMOVER O LODO?

- Quando o volume de lodo ultrapassar 50% do volume útil da lagoa (CETESB, Mara, Yanes)



Objetivo da pesquisa

Recuperar a eficiência das lagoas de estabilização com o emprego de equipamentos que otimizem as diversas etapas envolvidas na remoção e disposição final.

■ Remoção com teores de sólidos maiores

- ↓ otimização dos equipamentos de desidratação
- ↓ redução de área para disposição em vala
- ↓ redução do volume transportado para disposição líquida na agricultura

■ Preservação da camada impermeabilizante da lagoa

■ Remoção com a lagoa em operação

FORMAS DE REMOÇÃO DO LODO de LAGOAS

Desativação Temporária

Necessidade de mais de uma lagoa



Em Operação





Estágio atual:

- Identificação dos melhores equipamentos para remoção;
- Negociação com os fornecedores de equipamentos para estudo em escala real.

Próxima etapa:

- Viabilizar a limpeza de uma lagoa para demonstração para as diversas UNs.