

**NORAM**

pulp & paper group

**Sistema de Purificação da Cinza do Precipitador  
Eletrostático (PDP)  
para Redução de Cloreto em Fábricas de Celulose**

**NORAM Engineering and Constructors, Ltd.**

**[www.noram-eng.com](http://www.noram-eng.com)**

**Ibase Ltda**

**[www.ibase.ind.br](http://www.ibase.ind.br)**

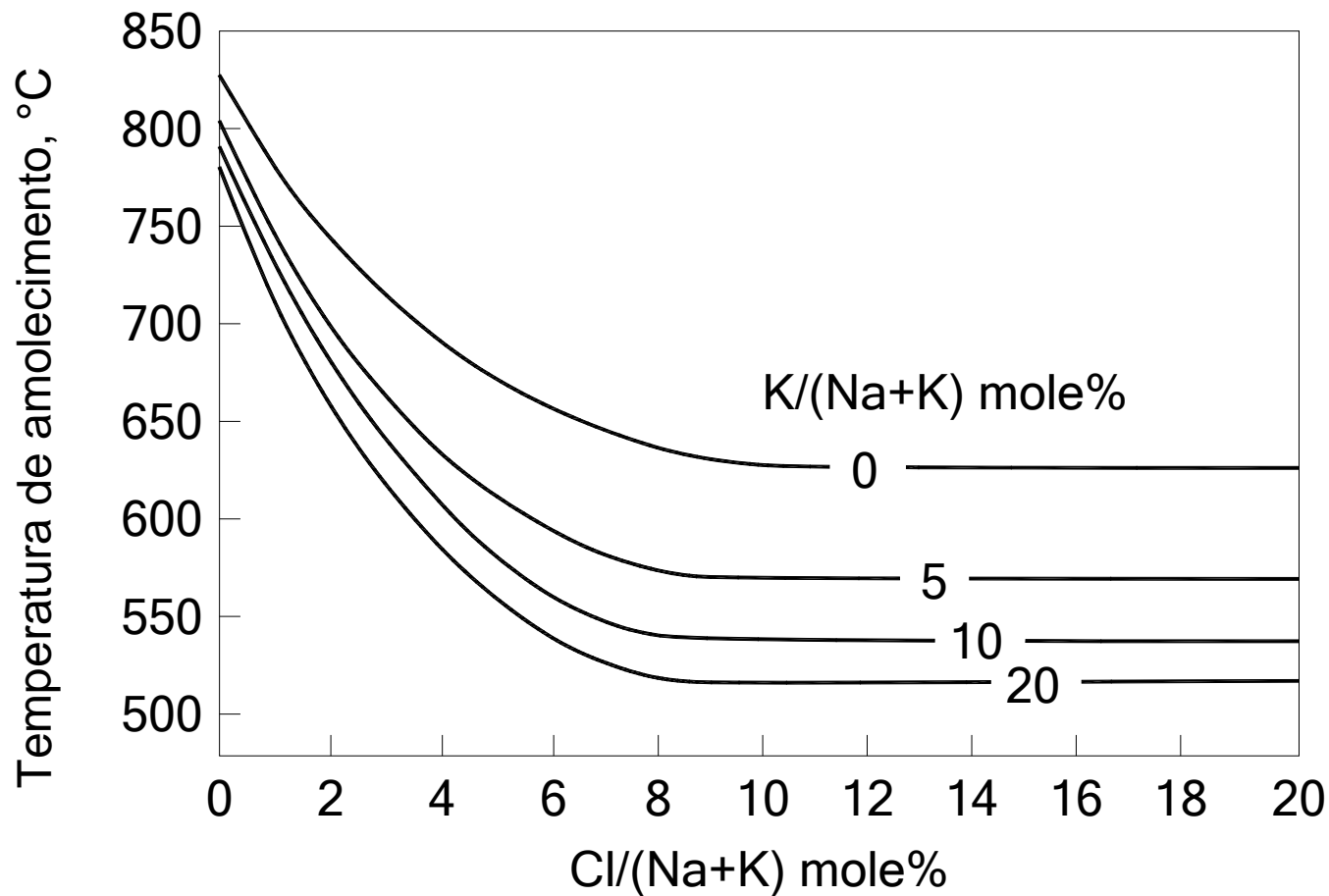
## Por que Reduzir Cloretos?

- Os cloretos entram no ciclo de recuperação com a madeira, a água de fábrica e com os químicos de reposição
- A purga de cloretos no ciclo de recuperação é baixa e os mesmos acabam se concentrando no ciclo de recuperação
- Os cloretos diminuem a temperatura de amolecimento das cinzas acarretando:
  - Entupimentos
  - Perdas de produção por paradas para lavagem da caldeira
  - Aumento no consumo de vapor para sopradores

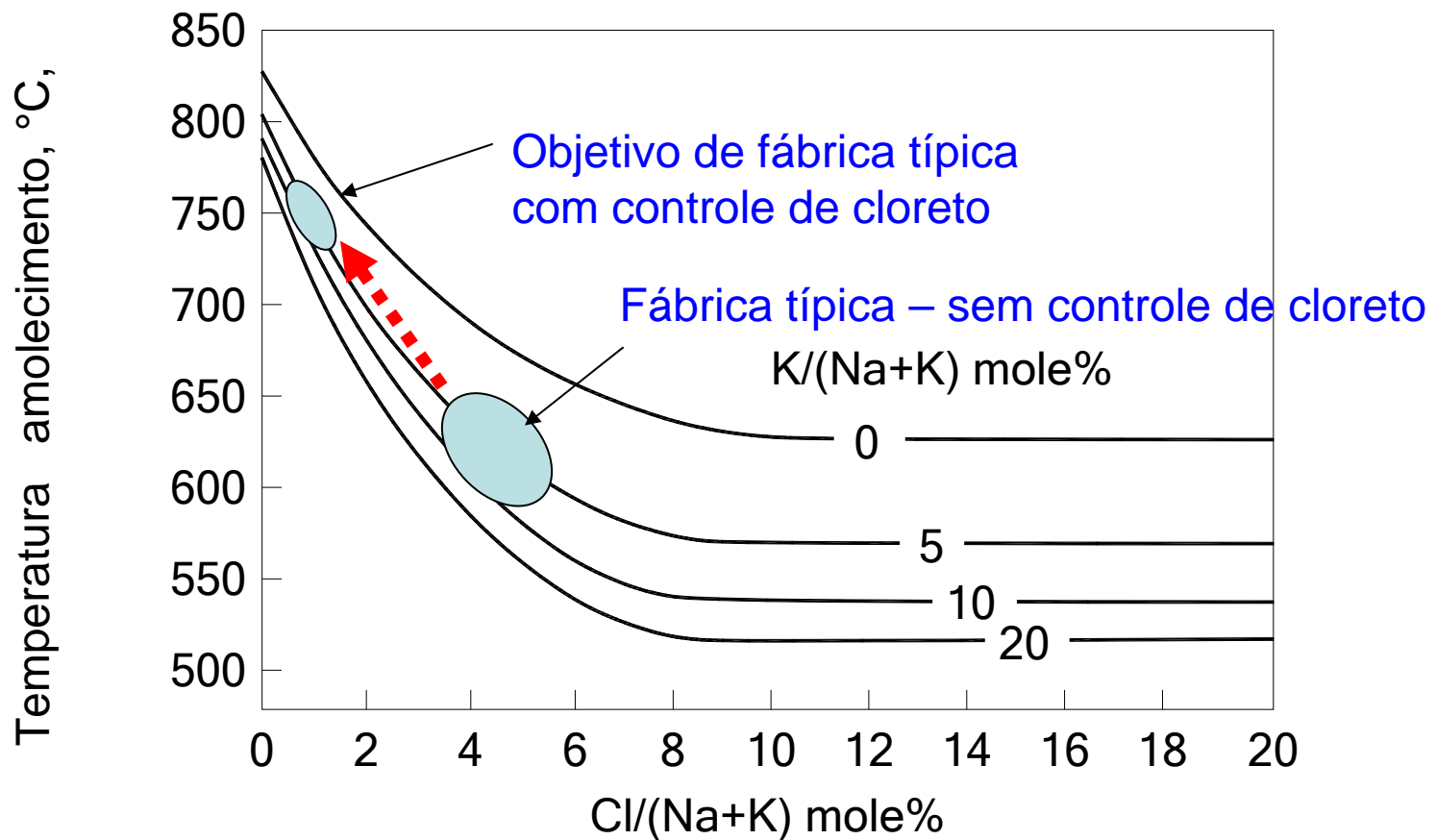
## Fontes de cloretos

- Madeira
  - Exemplo: 2000 t/d @ 200 ppm = 0,4 t/d Cl
- Reposição de soda
  - Exemplo: 20 t/d @ 1% = 0,2 t/d Cl
- Reposição de enxofre
  - Exemplo: 40 t/d @ 0,5% = 0,2 t/d Cl
- Água de fábrica
  - Exemplo: 500 gpm at 100 ppm = 0,3 t/d Cl

Efeito da Composição do Depósito na Temperatura de Amolecimento



## Efeito da Composição do Depósito na Temperatura de Amolecimento



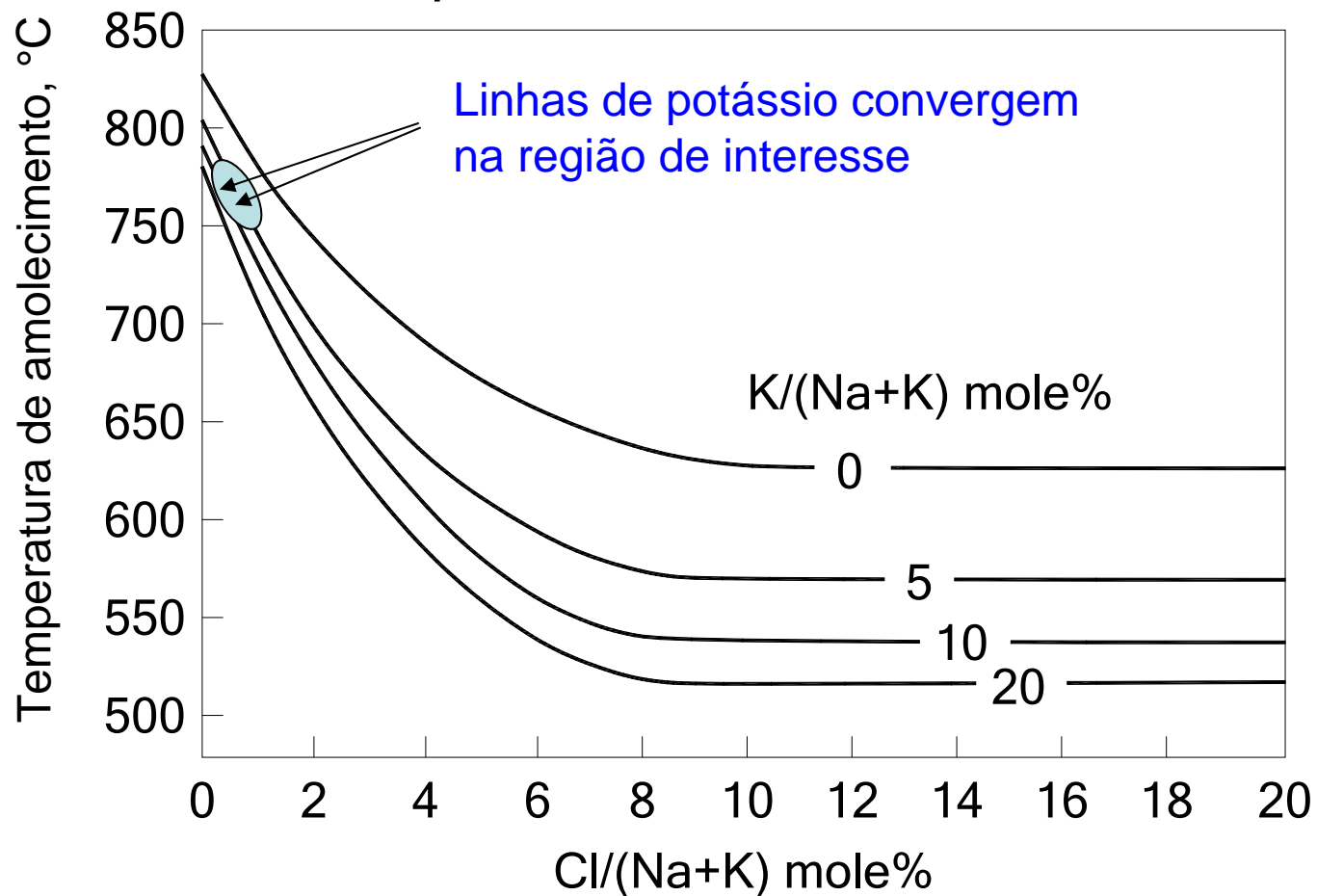
## Observações sobre a tabela

- Quadro usa % mol (tipicamente ~ dobro de wt%)
- Reconhecer que o quadro foi desenvolvido para a *composição do depósito* que se acredita estar mais perto da composição do licor do do que a composição de cinza do precipitador eletrostático (PE) aonde cloretos e potássio estão enriquecidos
- Muitas fábricas buscam ~1 wt% de cloretos na cinza do PE que corresponde a ~0,3 wt% em sólidos de licor ou ~0,6 % mol

## Observações sobre a tabela

- Potássio, K, é equivalente ao sódio como álcali ativo
- Qualquer perda de K deve ser repostada com sódio
- *Em uma fábrica que está controlando cloreto, K faz pouca diferença na temperatura de amolecimento*
- Uma temperatura de amolecimento adequada pode ser alcançada baixando-se apenas a concentração de cloretos

### Efeito de Composição do Depósito na Temperatura de Amolecimento



## Purificação de Cinza do PE para Controlar Cloretos

- Muitas fábricas começaram a purificar cinza do PE para reduzir cloretos
- Cinza do PE é a corrente adequada para purgar cloretos e potássio em função do enriquecimento de Cl (~2 a 3x) e K (~1,5 a 2x) nas cinzas quando comparado às concentrações no licor de queima
- Típica Composição de Cinza do PE:
  - Sódio 25 a 30 wt%
  - Potássio 3 a 5 wt%
  - Sulfato 50 a 65 wt%
  - Carbonato 1 a 10 wt%
  - Cloreto 1 a 5 wt%
  - Insolúveis <0,25 wt%

## Purificação de Cinza do PE para Controlar Cloretos

- Cinza pode ser purificada continuamente ou em batelada
- O descarte da cinza sem tratamento tem baixo custo de capital, mas custos operacionais altos
- Custos de reposição de químicos para uma purificação de 40 t/d de cinza são de:
  - ~ \$1,0 million/ano para sesqui a \$0/t & soda a \$400/t
  - ~ \$2,2 million/ano para sulfato de sódio a \$150/t & soda a \$400/t
  - ~ \$3,8 million/ano para sulfeto de sódio a \$400/t & soda a \$400/t
- Muitas fábricas, em função do aumento da campanha da caldeira preferem utilizar esse método (descarte das cinzas)
- *A economia de produtos químicos através do uso de um sistema de purificação é o fator que leva as fábricas ao investimento em tais sistemas.*

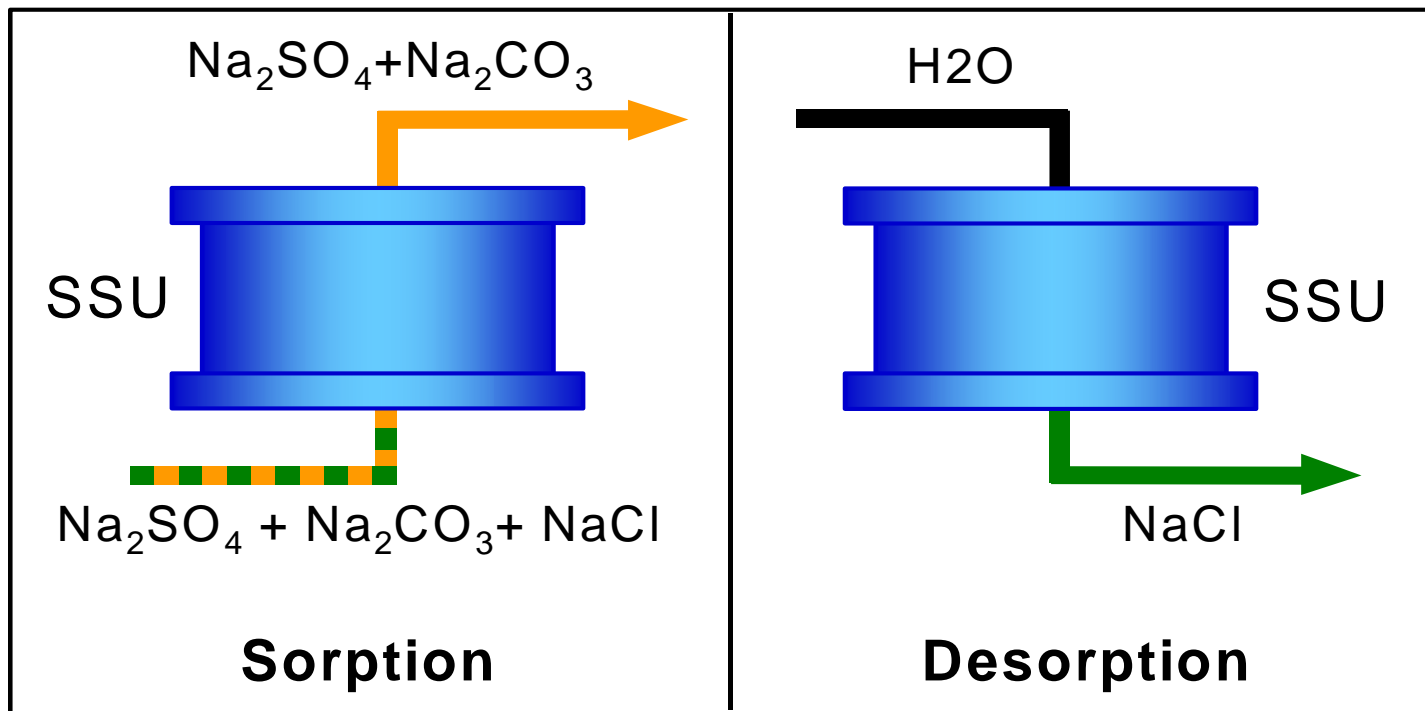
### O Sistema PDP – Purificação da cinza do precipitador eletrostático



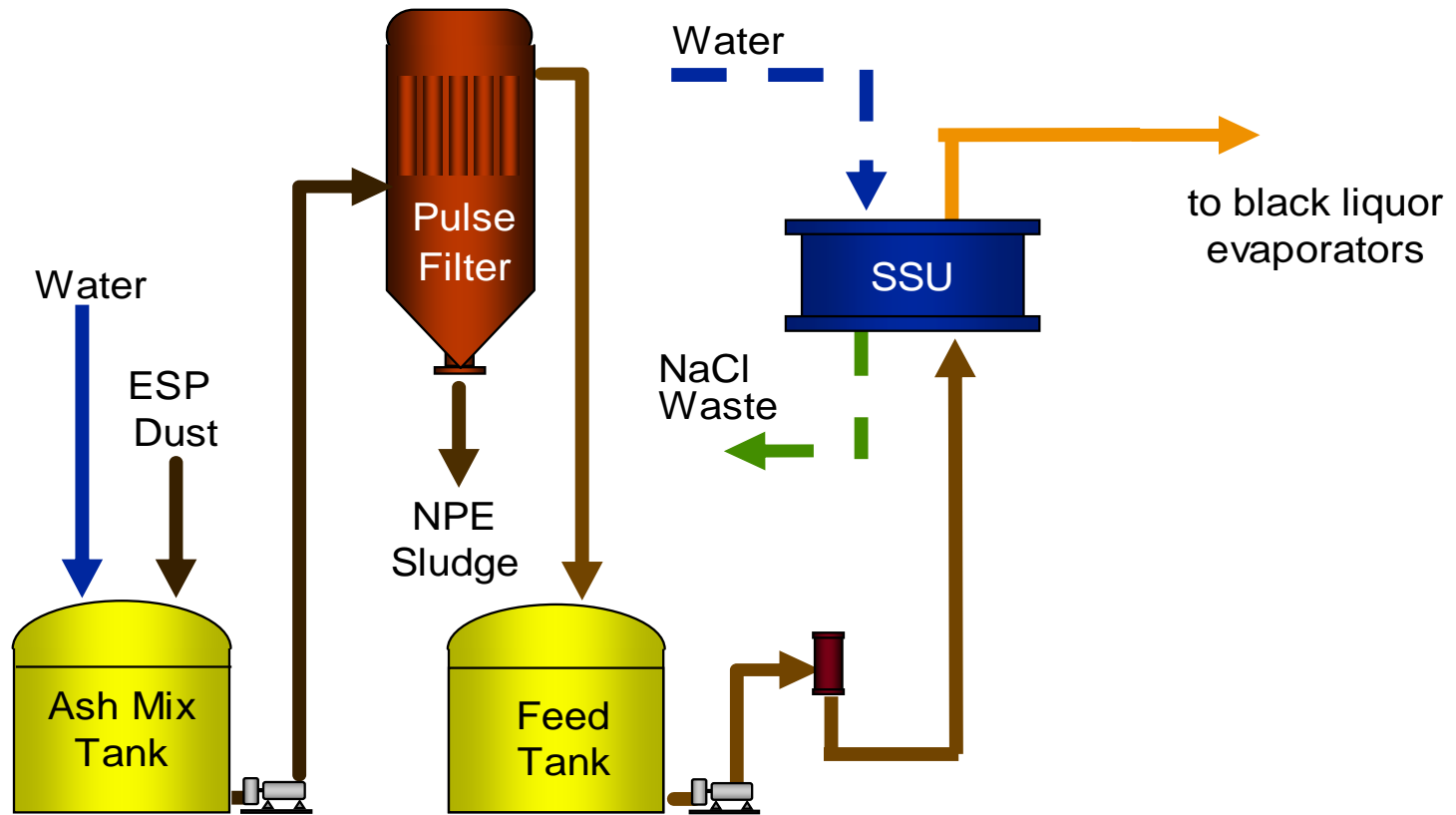
- Fluxo alternado
- Coluna curta
- Resina com alta seletividade
- Separação eficiente
- Baixa/nenhuma diluição
- Mais de cem instalações em uma grande variedade de indústrias

PDP

Unidade de separação de sal



Sistema Esquemático de PDP



## Descrição do sistema PDP

- 1. Cinza do Precipitador é dissolvida em água
- 2. Cinza dissolvida é filtrada para remover insolúveis
- 3. Cinza filtrada é passada pelo leito do SSU aonde
  - Sulfato de sódio e carbonato passam através da resina
  - Cloreto de sódio é absorvido pela resina
- 4. Solução Purificada é enviada para evaporadores
- 5. Água é usada para remover a solução de cloreto de sódio retida e regenerar a resina

## Desempenho do sistema PDP

- Remoção de cloreto, >90%
- Perda de carbonato, <4%
- Perda de sulfato, <4%
- Perda de sódio útil, <4%
- Remoção de potássio, segue Na baseado em mol%
- Um modo alternativo com eficiências mais altas de remoção de cloreto e potássio também esta disponível, embora com maiores perdas químicas

## Requisitos do sistema de PDP ( 60 t/d)

- Cinza dissolvida ~ 25 a 28 wt% (ou mais baixo se desejado)
- ~22 gpm água de fábrica para dissolver cinza
- ~40 gpm água abrandada para regeneração de resina
- ~ 40 gpm de capacidade adicional do evaporador (2-3%)
- ~ 23 gpm para esgoto

## Custos Operacionais Sistema de PDP (60 t/d)

- Vapor para evaporadores (\$5/t, economia 4) \$53k/a
- Potência (\$0,06/kWh) \$11k/a
- Água (\$0,2/m<sup>3</sup>) \$15k/a
- Manutenção (resina,socks,etc.) \$110k/a
- **Total O & M** <\$200k/a

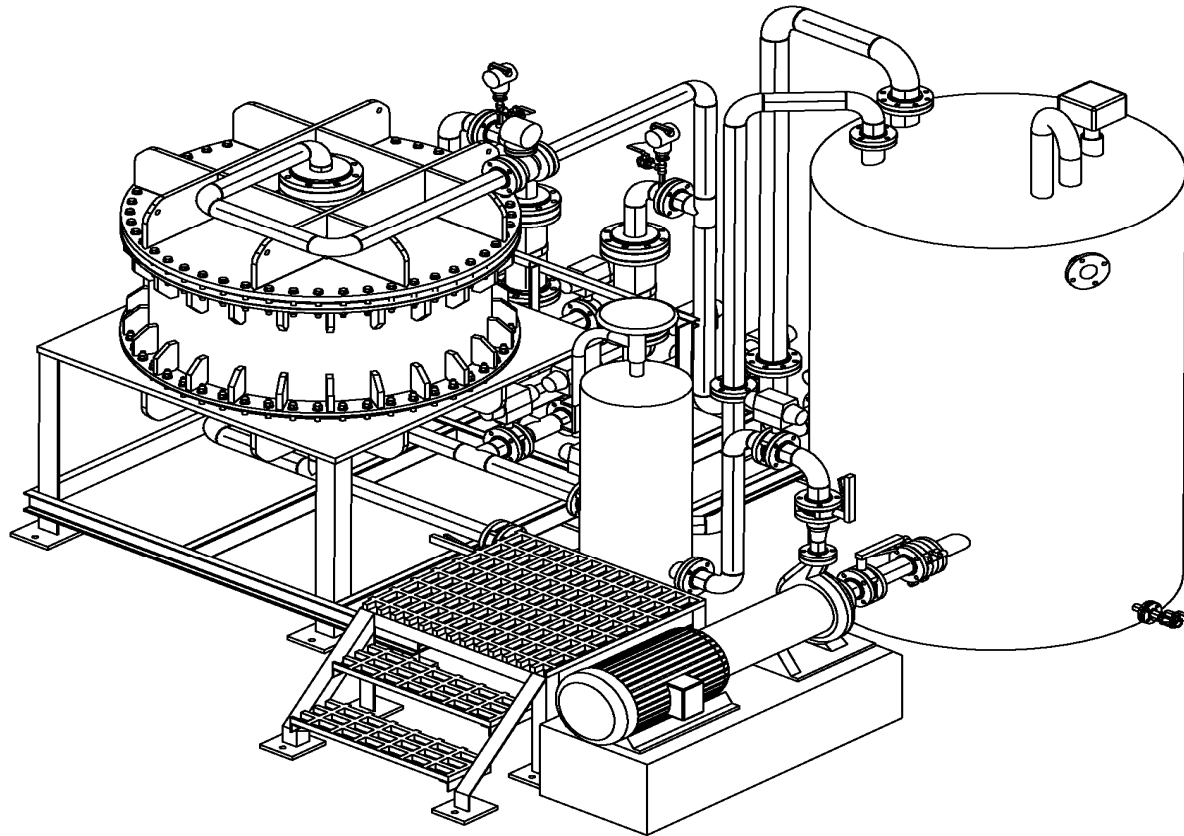
## Economia Sistema PDP

- Devido a baixas perdas (<4%), a economia com químicos é de 96% em relação ao custo da purga da cinza sem tratamento
- Economias de químicos, quando comparadas com a purga de cinzas do PE, dependem da situação da fábrica, mas geralmente são de 2 a 4 milhões/ano
- Níveis mais baixos de cloretos são possíveis com o tratamento das cinzas tendo como consequências:
  - Menor tempo de parada da caldeira para lavagens com água
  - Maior produção de celulose
- Custo operacional de~ \$200k/ano
- Retorno do investimento geralmente é em menos de 2 anos

**NORAM**

pulp & paper group

## Unidade SSU do Sistema PDP



**NORAM**

pulp & paper group

## Unidade SSU do Sistema PDP



**NORAM**

pulp & paper group

Unidade SSU do Sistema PDP



**NORAM**

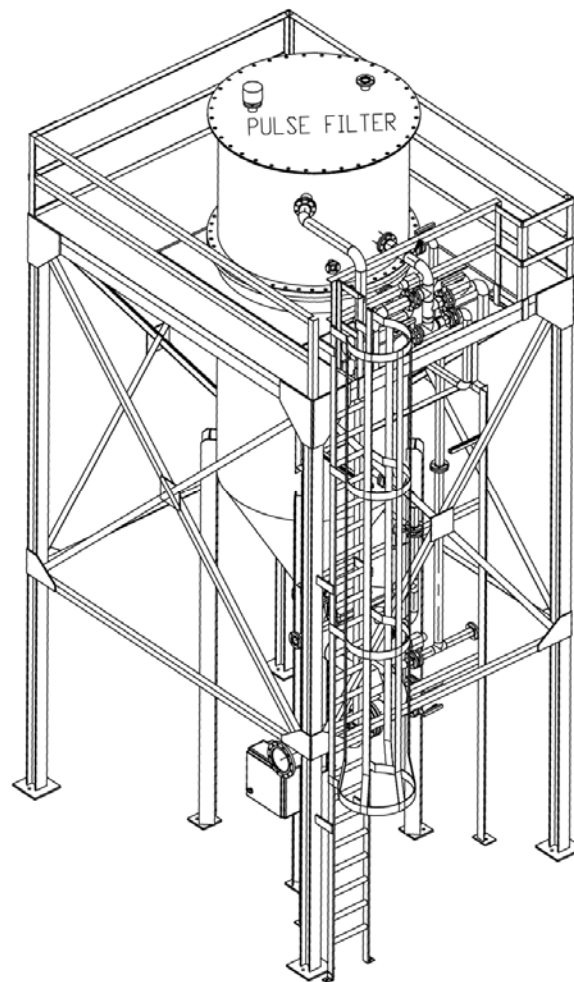
pulp & paper group

Resina seletiva da unidade SSU

**NORAM**

pulp & paper group

Unidade de filtração do sistema PDP



**NORAM**

pulp & paper group

Elementos de filtração da unidade de filtração



**NORAM**

pulp & paper group

Unidade de filtração em operação



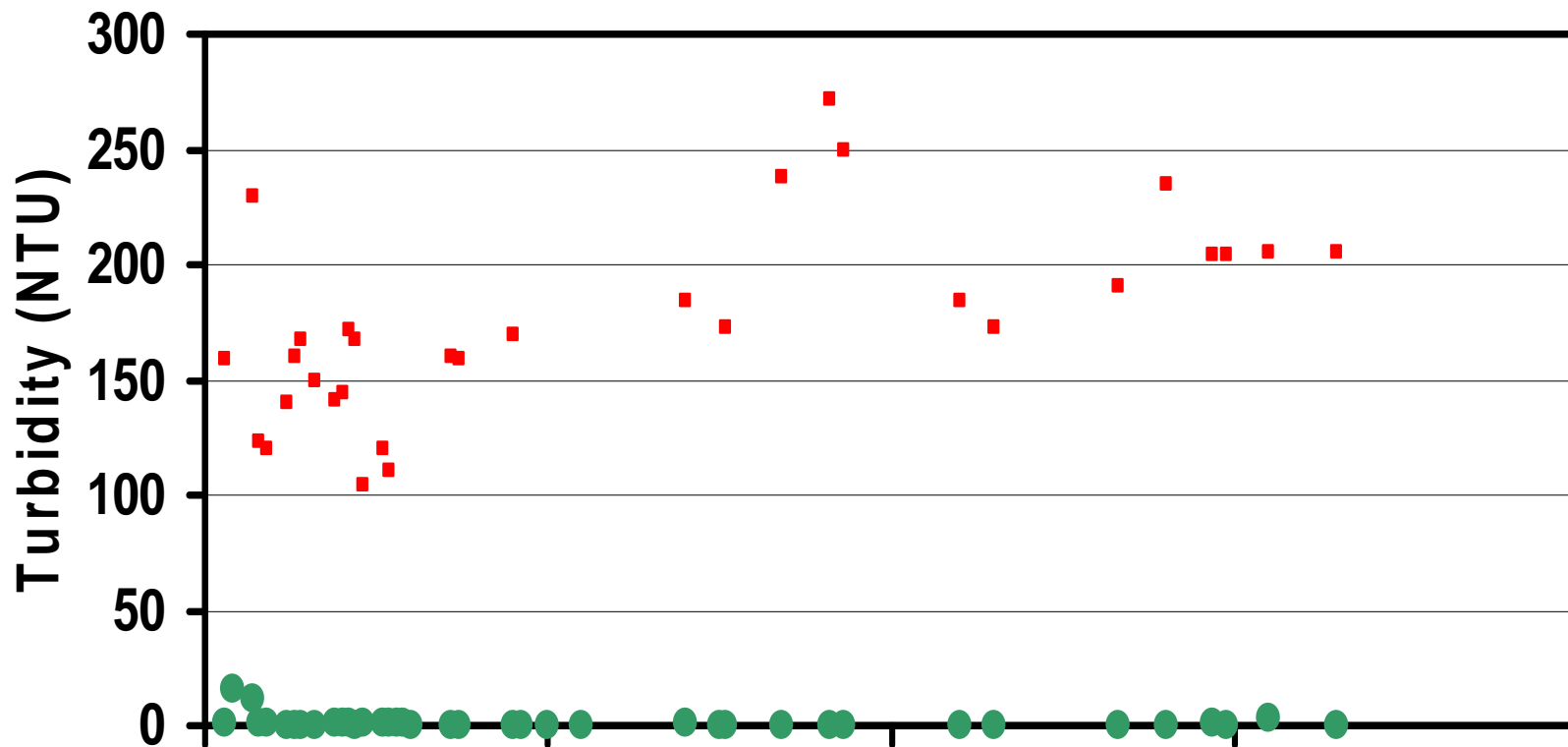
**NORAM**

pulp & paper group

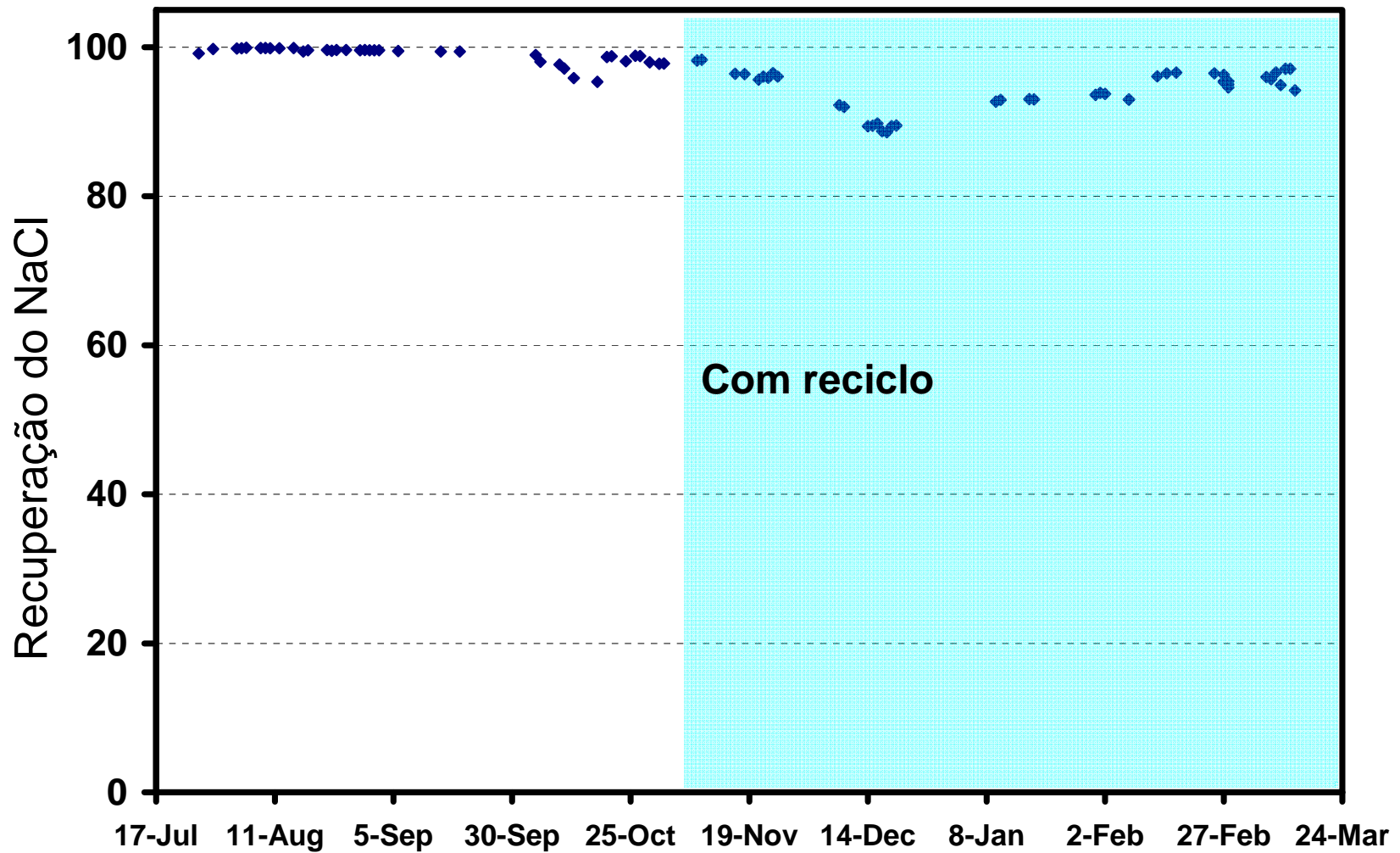
Unidade de filtração do sistema PDP



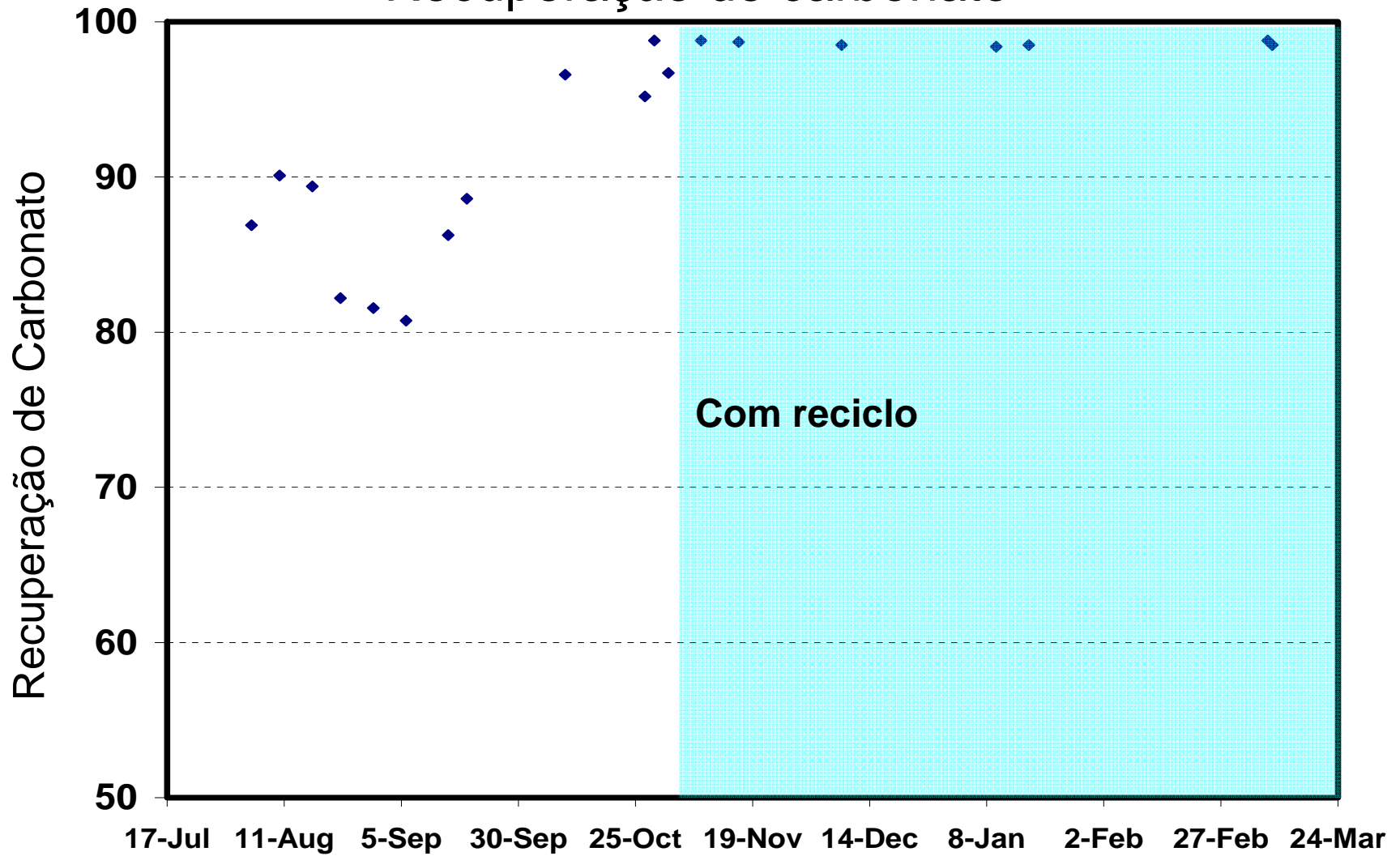
Resultados obtidos em instalações similares  
(em vermelho turbidez de entrada e em verde turbidez de saída da solução após a unidade de filtração)



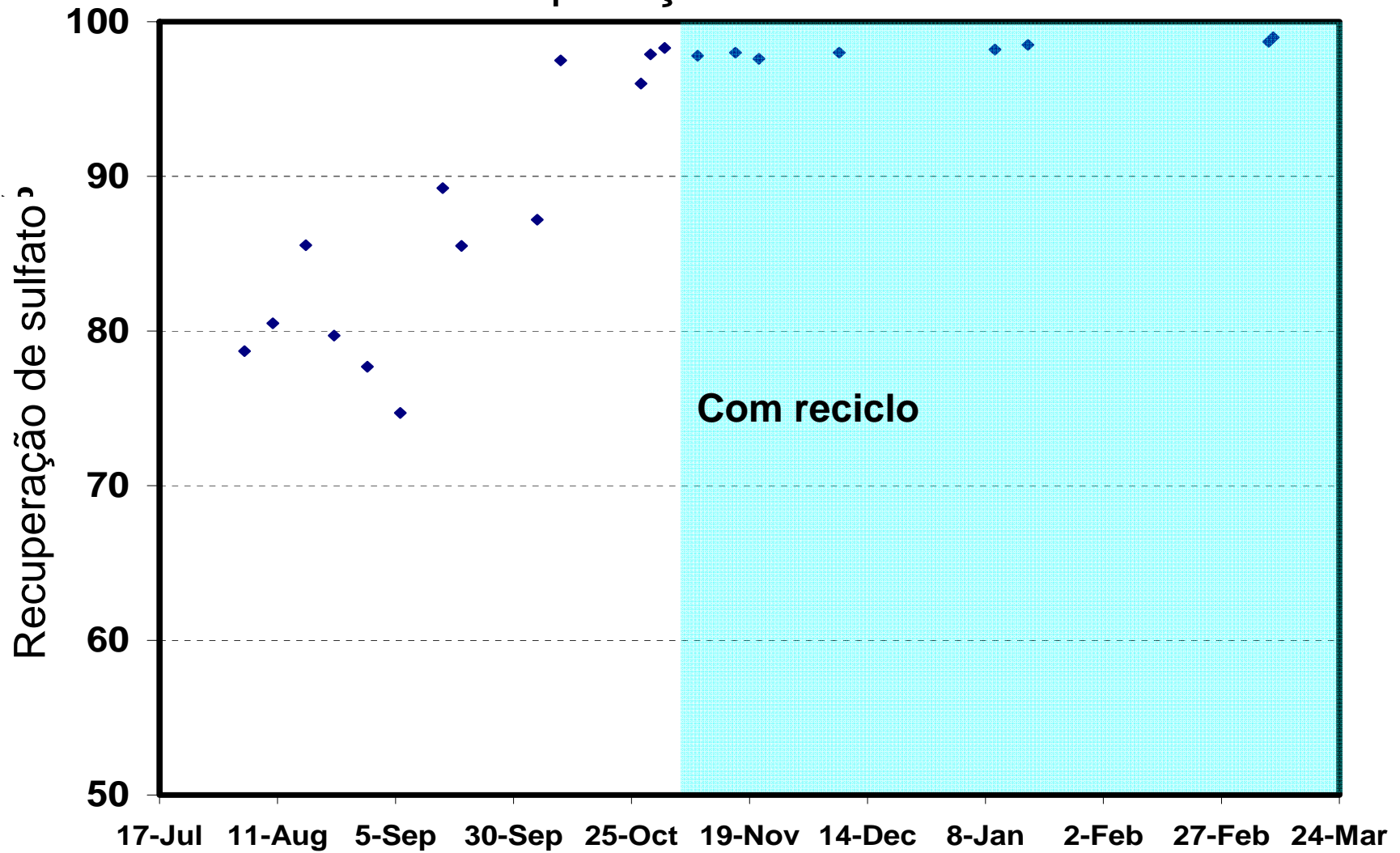
Remoção de cloretos



Recuperação de carbonato



Recuperação de sulfato



## 1ª Instalação de PDP Comercial

- Cliente confidencial nos EUA
- Entregue no prazo e dentro do orçamento
- Alcançou todas as suas garantias:
  - Remoção de cloreto
  - Recuperação de sulfato
  - Recuperação de carbonato
- Partida do sistema em 2008

## 2ª Instalação de PDP Comercial

- O sistema terminou com a purga de cinza do PE
- Foi entregue no prazo, com comissionamento rápido e alcançou todas as garantias
- Reduziu reposição de químicos e estabilizou os valor de ATT e enxofre no sistema de licor.
- Partida do sistema em 2010

### 3ª Instalação de PDP Comercial

- Cliente confidencial nos EUA
- Partida do sistema prevista para o último trimestre de 2011

## 4ª Instalação de PDP Comercial

- Cliente confidencial no Brasil
- Viabilizado pela redução esperada de consumo de químicos e redução no consumo de vapor de sopragem
- Partida prevista para o início de 2012

## Vantagens de PDP - Instalação

- Pequena área requerida
  - SSU instalado embaixo do PE
  - Filtro instalado ao lado do PE
  - Nenhuma exigência de construção nova
- Baixo custo de Instalação
  - Conexões pequenas e simples para interligar
  - Nenhum uso de vapor ou transportadores de sólidos
  - SSU já vem montado e comissionado

## Vantagens do PDP - Em Operação

- Mais baixos níveis atingíveis de cloreto no pó do PE e no licor de queima
- Mais baixas perdas químicas (<4%)
  - Menores custos de reposição de químicos
  - Menores entradas de cloretos via químicos de reposição
- Operação automatizada e simples
- Pouca atenção de operador
- Opera independentemente de outros equipamentos

## Vantagens de PDP - Manutenção

- Equipamento provado em instalações diversas
- Baixa exigência de manutenção
- Facilmente parado e isolado
- Manutenção pode ser executada fora das paradas anuais de fábrica

## Resumo

- Cloreto entra no ciclo de recuperação vindo de inúmeras fontes
- Alto nível de cloreto aumenta o nível de entupimentos na caldeira de recuperação
- Se níveis de cloretos são controlados, K tem pequeno impacto na temperatura de amolecimento
- Sistema de PDP utiliza tecnologia de coluna de leito curto com resina seletiva para separar os cloreto da cinza do PE
- O sistema de PDP tem alta remoção de cloretos, >90%,
- Baixas perdas químicas, <4%
- Baixos custos operacionais
- Unidades pequenas, modulares e com baixo custo de instalação