



# **A aplicação do sistema de lodos ativados de baixa carga combinado com um seletor aeróbico para atender aos rigorosos padrões de emissão de efluentes tratados na indústria de papel e celulose.**

Paul Anthony Woodhead e David Charles Meissner

Centroprojekt do Brasil

Outubro 2008

1



# INTRODUÇÃO



**Apresentamos a aplicação do sistema de lodos ativados de baixa carga em duas fábricas de papel e celulose, sendo:**

- a) Ripasa - descrição do processo de tratamento antigo e das modificações realizadas;
- b) Veracel – construção de uma fábrica de papel e celulose nova.



# DEFINIÇÕES



- LLAS – Low Load Activated Sludge combined with an Aerobic Selector
- Tradução – Lodos Ativados de Baixa Carga combinado com um seletor aeróbico



# LLAS - LODOS ATIVADOS DE BAIXA CARGA COM SELETOR AERÓBIO



## Vantagens:

- Alta eficiência (F/M 0,1-0,15)
- Processo estável (volume grande)
- Baixa consumo de nutrientes
- Baixa produção de Lodo

## Desvantagens:

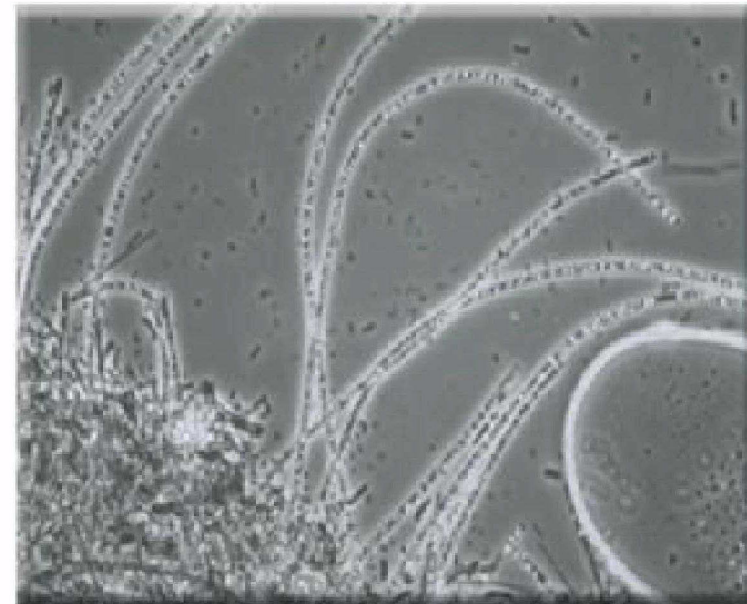
- Requer espaço





# SELETOR AERÓBIO

- Seletor aeróbico essencial para evitar problemas de sedimentação no decantador final (bulking).
- Densidade do lodo (IVL)
  - com seletor <math>< 100 \text{ ml/g}</math>
  - sem seletor > 200 ml/g
- Consumo de oxigênio calculado em função do DQO e consumo de oxigênio (OUR) ao longo do sistema.
- Decantador dimensionado em função da carga de sólidos.



# RIPASA – Dados do Processo de Produção de Papel e de Celulose



1. Focos de produção – celulose de eucalipto branqueada, papéis revestidos e não revestidos
2. Capacidades produtivas
  - Celulose – 630000 ADT / ano;
  - Papel – 390000 ton / ano.
3. Processo de digestão de celulose: tipo Kraft seguido de deslignificação com oxigênio
4. Branqueamento – tipo ECF (“Elementary Chlorine Free”)



# AS EMPRESAS E AS ETEs



## RIPASA

Um exemplo de “upgrade” de lagoas aeradas e lodos ativados de baixa carga





# Ripasa – Sistema Antigo

- Tratamento Primário;
- Lagoa Aerada;
- Reator MBBR;
- Decantador Secundário;
- Lagoa de Polimento





# RIPASA - Antes



# Ripasa – Sistema Novo

- Tratamento Primário;
- Torre de Resfriamento;
- Reator MBBR (atualmente desativado);
- Bacia de Equalização;
- Sistema de lodos ativados com seletor aeróbio;
- Decantador Secundário;
- Lagoa de Polimento.

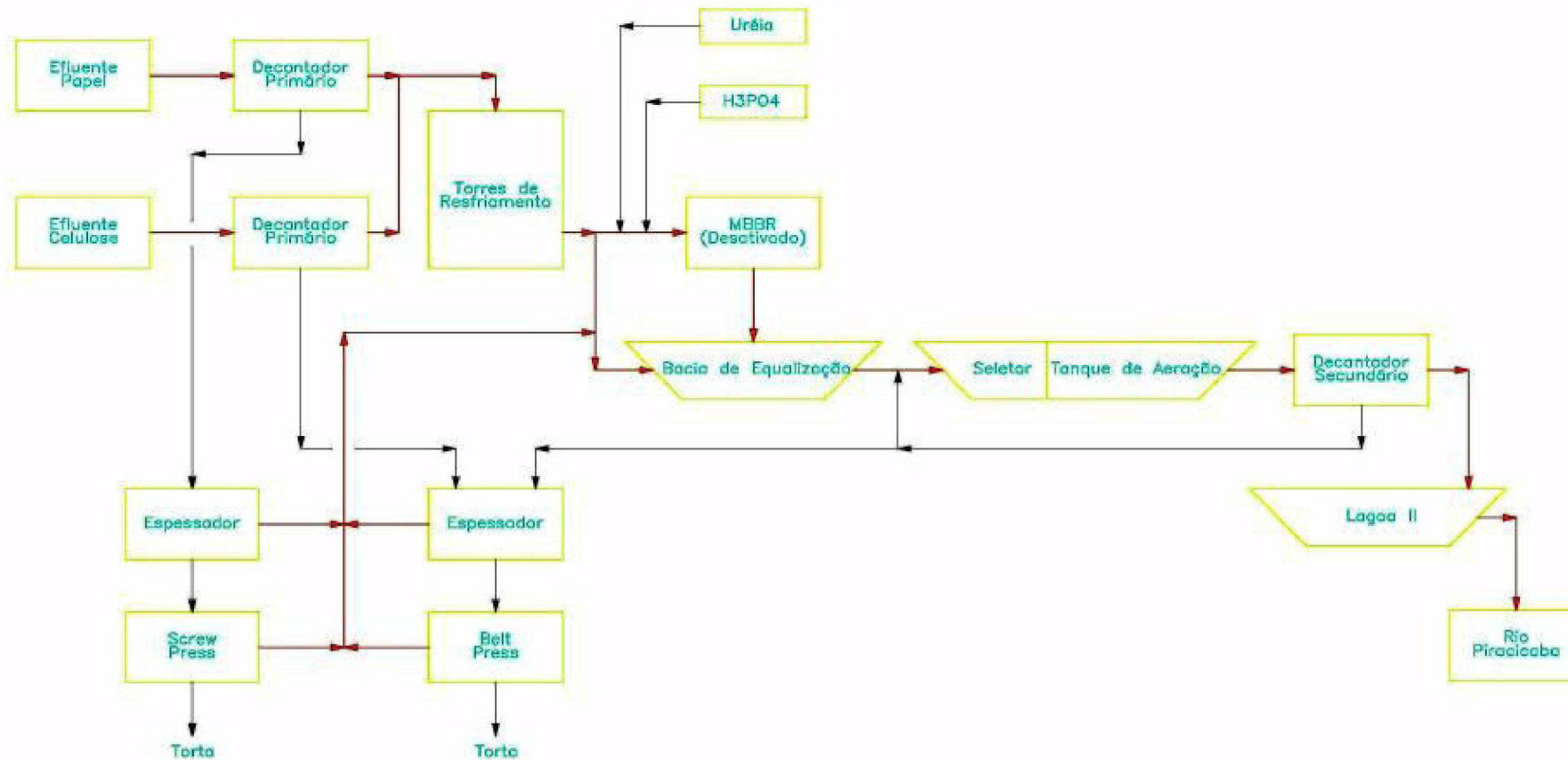




# RIPASA



FLUXOGRAMA RIPASA



# RIPASA - Depois



**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

FOR INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION





# RIPASA – Aeradores de Superfície



**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41st PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION





# VERACEL:

## EXEMPLO DE “GREENFIELD MILL”





# VERACEL – Dados do Processo de Produção de Celulose



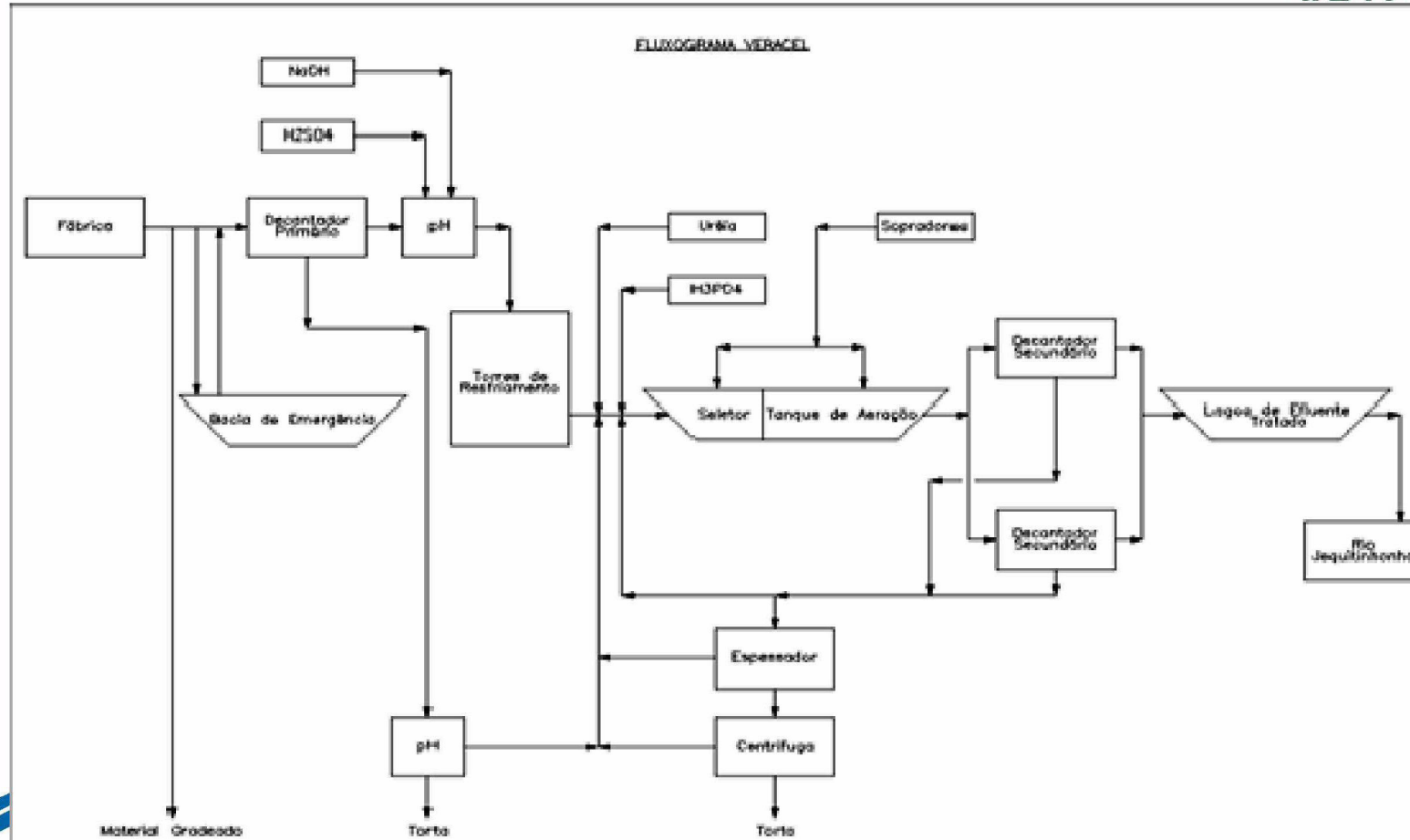
1. Foco de produção – celulose de eucalipto branqueada
2. Capacidades produtivas
  - Celulose – 3010 ADMT (“Air Dried Metric Tons”) / dia;
3. Processo de digestão de celulose: tipo Kraft seguido de deslignificação com oxigênio
4. Branqueamento – tipo ECF (“Elementary Chlorine Free”)



# VERACEL



1ª EXPOSIÇÃO  
CELULOSE E PAPEL  
ONLINE CONGRESS & EXHIBITION





# ETE - VERACEL

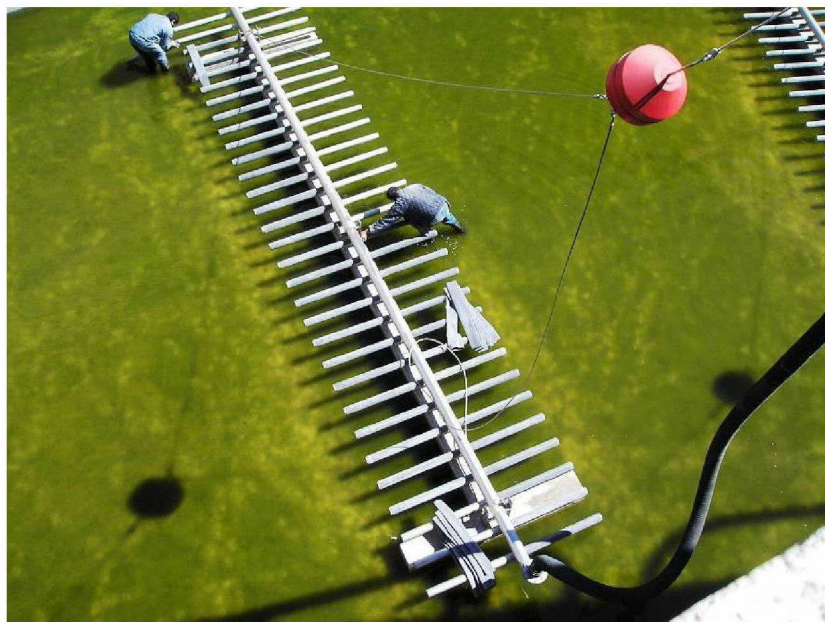


# ETE - VERACEL





# ETE - VERACEL





# ETE VERACEL – Grides de Aeração de difusores de bolhas finas





# COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DE PROJETO - parte 1



PARÂMETRO	RIPASA	VERACEL
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	3000	4000
DBO <sub>5</sub> (Kg/d)	55000	33000
DQO (Kg/d)	120000	110000
Decantadores Primários	02 decantadores retangulares, área unitária de 1600 m <sup>2</sup>	01 decantador circular, diâmetro de 70 m
Torre de Resfriamento	4 células com potência unitária de 50 CV	8 células com potência unitária de 60 CV
Bacia de Equalização - Capacidade	80000 m <sup>3</sup>	Não aplicável
Aeração da Bacia de Equalização	23 aeradores mecânicos flutuantes com potência unitária de 25 CV	Não aplicável
Seletor Aeróbio	6000 m <sup>3</sup>	7500 m <sup>3</sup>
Tanque de Aeração	74000 m <sup>3</sup>	72500 m <sup>3</sup>
Volume Total dos Tanques Usados no Processo de Lodos Ativados	80000 m <sup>3</sup>	80000 m <sup>3</sup>

21



# COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DE PROJETO - parte 2



PARÂMETRO	RIPASA	VERACEL
Sistema de Aeração Instalado	18 aeradores de 150 CV e 30 aeradores de 25 CV	Aeração por ar difuso (bolha fina) com 3 sopradores de 750 kW (potência unitária)
Clarificadores Secundários	02 decantadores circulares diâmetro unitário de 34 m 01 decantador circular diâmetro unitário de 62 m	02 decantadores circulares diâmetro unitário de 65 m
Lagoa de Polimento	300000 m <sup>3</sup>	60000 m <sup>3</sup>
Quantidade de Lodo Biológico Gerada (Kg lodo seco/dia)	19700	15000
Adensadores de Lodo (por gravidade)	01 adensador circular diâmetro de 20 m (lodo primário de papel) 01 adensador circular diâmetro de 20 m (lodo biológico + lodo primário de celulose)	01 adensador circular diâmetro de 22 m
Desaguamento do Lodo Biológico	03 prensas do tipo "belt press" (lodo biológico + lodo primário da celulose)	02 centrífugas
Desaguamento do Lodo Primário	03 prensas do tipo "screw press" (lodo primário do efluente do papel)	02 prensas do tipo "screw press"



# RESULTADOS



## a) SISTEMAS DE AERAÇÃO E DE RESFRIAMENTO

Local da medição	Ripasa (T média – °C)	Veracel (T média – °C)
Entrada da ETE (efluente bruto)	60°C	62°C
Saída da Torre de Resfriamento	40°C	35°C
Entrada no Seletor Aeróbio	37°C	35°C
Bacia de Aeração	33°C	35°C
Saída do Sistema	30°C	34°C



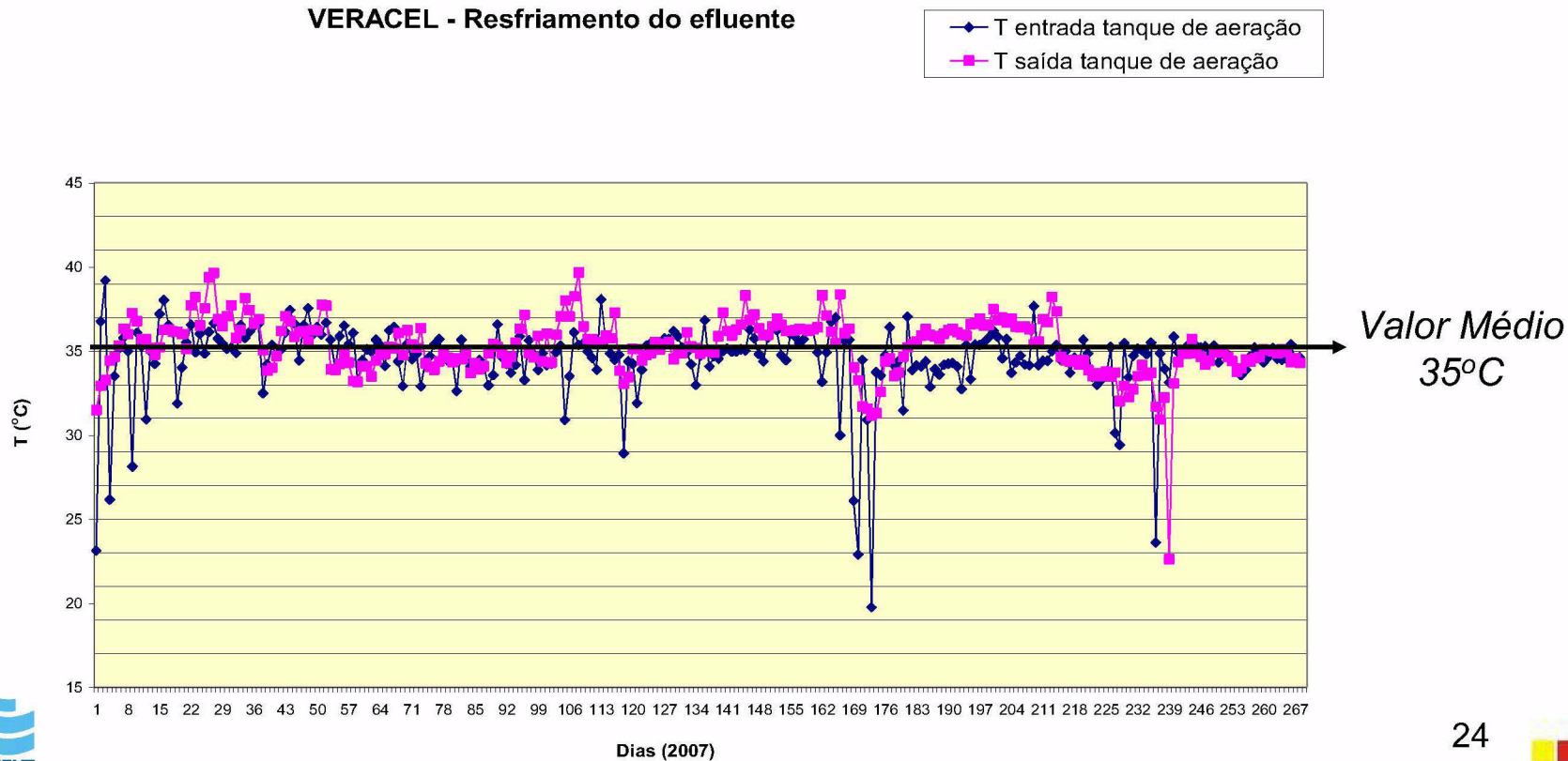


# RESULTADOS

## a) SISTEMAS DE AERAÇÃO E DE RESFRIAMENTO - VERACEL



VERACEL - Resfriamento do efluente

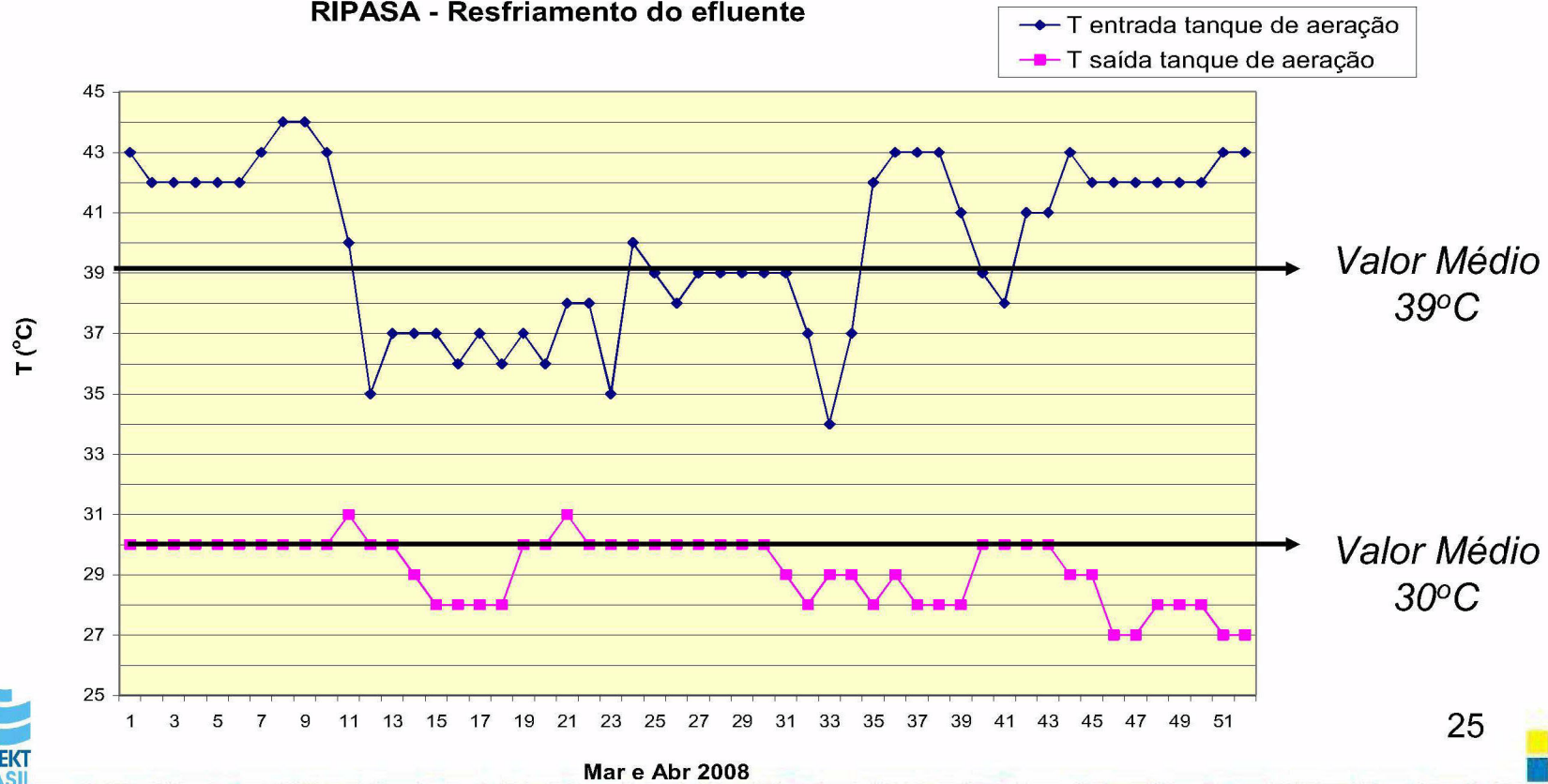


# RESULTADOS

## b) SISTEMAS DE AERAÇÃO E DE RESFRIAMENTO - RIPASA

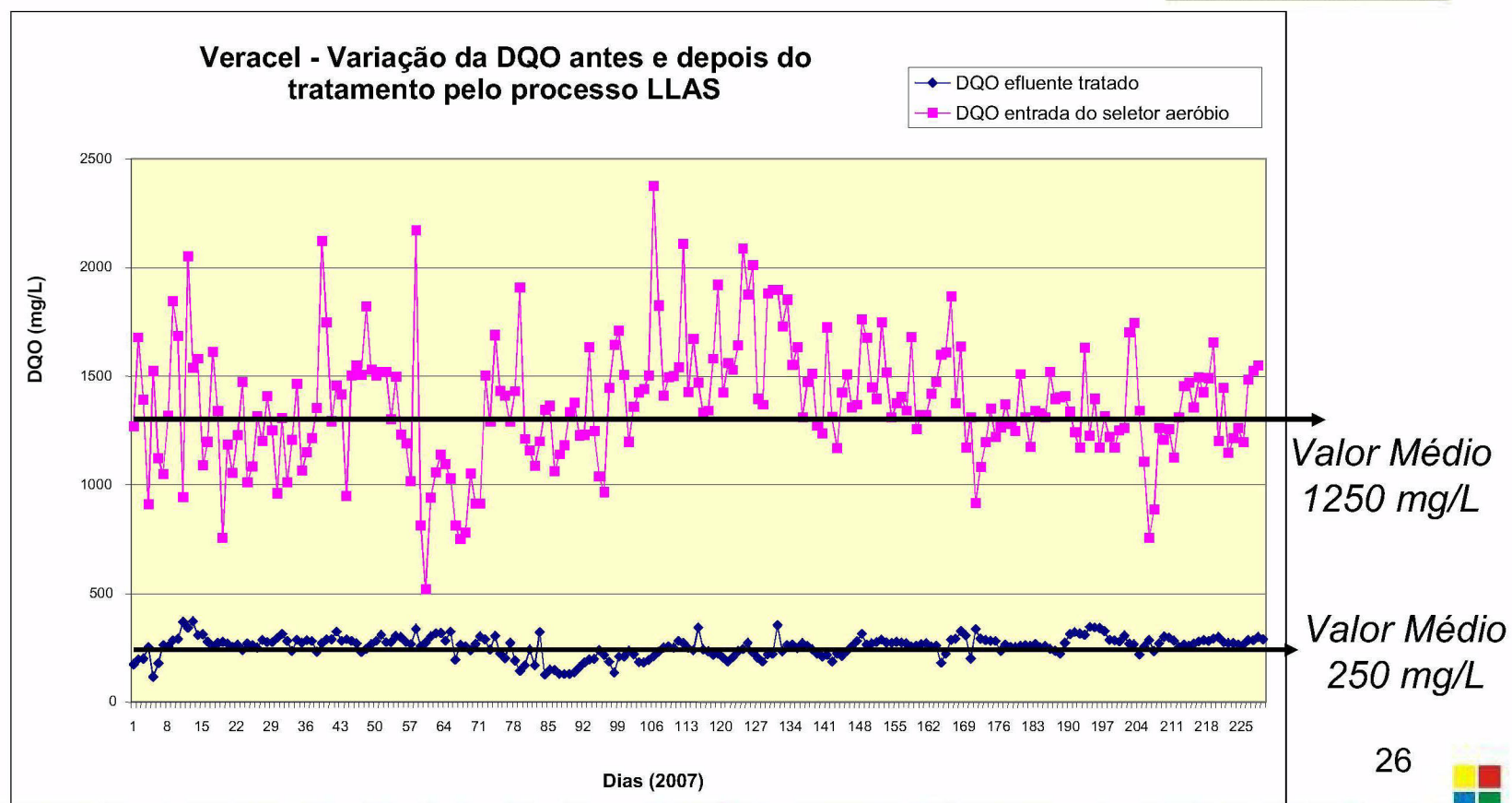


RIPASA - Resfriamento do efluente



# RESULTADOS

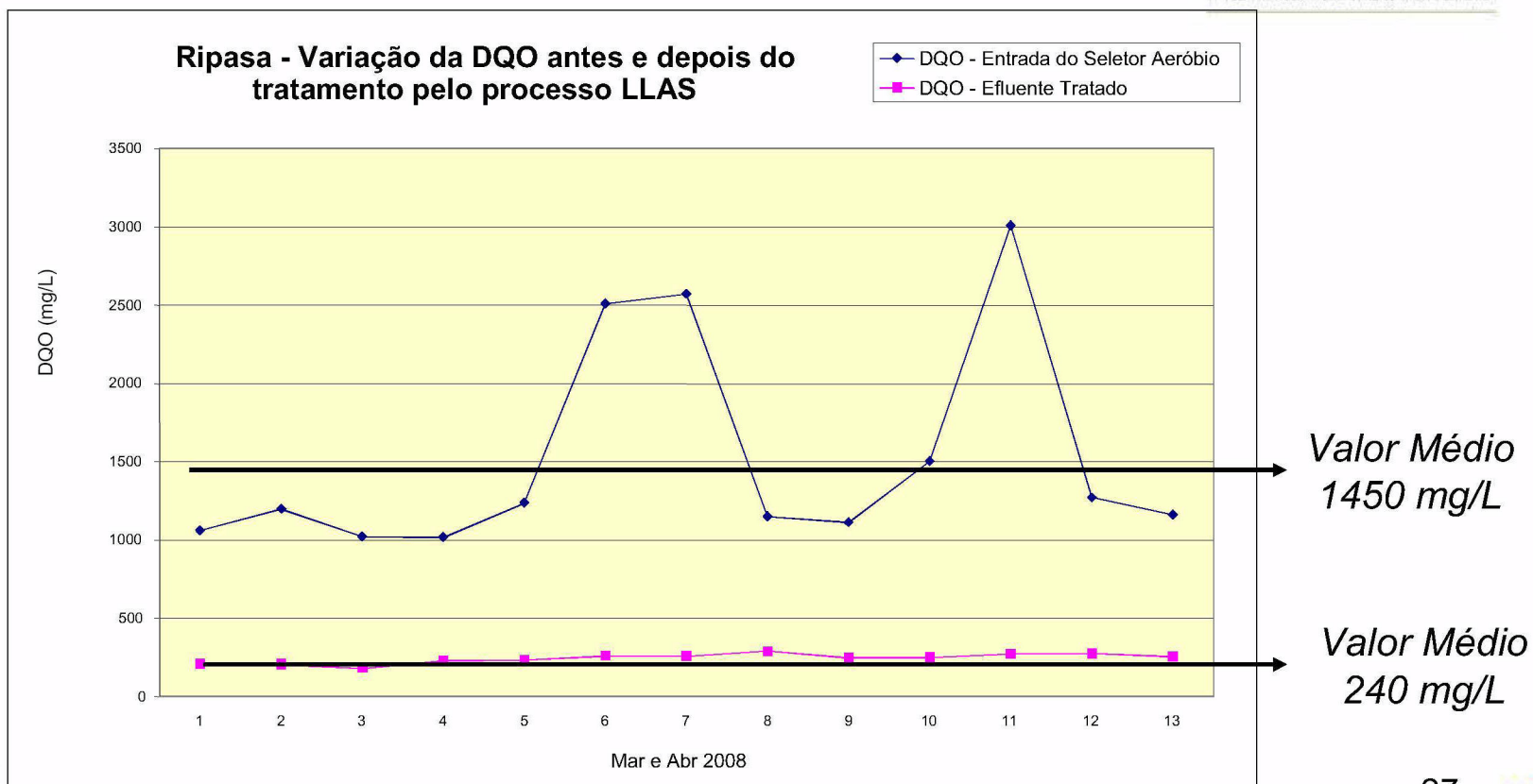
## a) ESTABILIDADE - VERACEL





# RESULTADOS

## b) ESTABILIDADE - RIPASA



# RESULTADOS



## c) CONSUMOS DE NUTRIENTES – COMPARATIVO COM O PROCESSO CONVENCIONAL

Relação $DBO_5$ : N: P Lodos Ativados Convencional	100: 5: 1 (projeto)
Relação $DBO_5$ : N: P Veracel	100: 3,5: 0,35 (projeto)
Relação $DBO_5$ : N: P Ripasa	100: 3,5: 0,35 (projeto)



# RESULTADOS

## d) PARÂMETROS OPERACIONAIS E RESULTADOS PRINCIPAIS DAS PLANTAS – parte 1



PARÂMETRO	VERACEL	RIPASA
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	2724	2786
Carga bruta de DBO <sub>5</sub> (Kg/dia)	37000	51501
Carga bruta de DQO (Kg/dia)	99000	115185
Eficiência global (% de remoção de DBO <sub>5</sub> )	98	99
Eficiência global (% de remoção de DQO)	82	88
Sistema de Aeração em Operação	16 aeradores de 150 CV e 25 aeradores de 25 CV	3 sopradores de 750 kW cada um operando com 70% da potência nominal





# RESULTADOS

## d) PARÂMETROS OPERACIONAIS E RESULTADOS PRINCIPAIS DAS PLANTAS – parte 2



PARÂMETRO	VERACEL	RIPASA
Potência Consumida / DQO removida (somente para o sistema de aeração)	0,55 kW / Kg DQO removida	0,71 kW / Kg DQO removida
Produção de lodo biológico (Kg lodo seco / dia)	11919	10269
Kg lodo seco / Kg DBO removida	0,40	0,35
Kg lodo seco / Kg DQO removida	0,15	0,14
Relação F/M (d <sup>-1</sup> , baseada no teor de Sólidos Suspensos no Tanque de Aeração)	0,06	0,09



# RESULTADOS

## e) QUALIDADE DOS EFLUENTES FINAIS - COMPARATIVO



PARÂMETRO	RIPASA	VERACEL
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	8	13
DQO (mg/L)	245	274
Cor (mg Pt/L)	515	516
AOX (mg Cl/L)	-	2
T (°C)	29	34



# DISCUSSÃO DOS RESULTADOS



- Processo caracterizado pela alta estabilidade, com a absorção dos picos de carga orgânica e a obtenção de um efluente final com baixas variações de DQO;
- Embora os tipos de construção das duas plantas sejam diferentes, os parâmetros de projeto adotados são similares, o que justifica a obtenção de resultados semelhantes;
- As duas plantas foram projetadas para serem operadas com uma relação baixa  $DBO_5 : N : P$  (Na RIPASA valores operacionais são de  $DBO 100 : N 1,87 : P 0,34$ );





# DISCUSSÃO DOS RESULTADOS



- O sistema de aeração por ar difuso (Veracel) se mostra mais eficiente do que o sistema de aeração por aeradores mecânicos (Ripasa);
- Existe, entretanto, um ganho devido ao uso dos aeradores mecânicos (não quantificado neste artigo) referente ao resfriamento do efluente, o que implica em ganhos no investimento e na potência consumida pelas torres de resfriamento;
- Confirmamos a baixa produção de lodo biológico comparado com o sistema de lodos ativados convencional.



# CONCLUSÃO



**A implantação do processo LLAS é viável para se atingir os padrões de emissão de efluentes tratados cada vez mais rigorosos, tanto para as plantas novas como para a reformulação de lagoas aeradas.**





**MUITO OBRIGADO !**

**Centroprojekt do Brasil S/A**  
**Av. das Nações Unidas, 22.351**  
**CEP 04795-100 - São Paulo – SP - Brasil**  
**Tel: (55) (11) 3556-1100**  
**[www.centroprojekt-brasil.com.br](http://www.centroprojekt-brasil.com.br)**  
**[centroprojekt@centroprojekt-brasil.com.br](mailto:centroprojekt@centroprojekt-brasil.com.br)**

