

**CONPACEL – CONSORCIO
PAULISTA DE PAPEL E CELULOSE**

BOIL OUT ENZIMÁTICO

BOIL-OUT ENZIMÁTICO



- O uso de enzimas na produção de celulose e papel não era considerado técnica e economicamente viável.

- Exceto: Modificação de amido

Institutos de pesquisa e indústrias desenvolveram enzimas que oferecem benefícios significativos. Conhecimento técnico de fabricação de papel e uso de enzimas
Processo x Produto

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

CONTEÚDO

- **HISTÓRICO**
- **CONCEITOS BÁSICOS**
- **TIPO DE BOIL-OUT**
- **DIAGRAMA PROCESSO**
- **DESENVOLVIMENTO**
- **RECOMENDAÇÃO**
- **QUESTÕES**

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

OQUE SÃO ENZIMAS

- Todas as enzimas são proteínas.
- Enzimas são catalisadores naturais:
 - Aumenta a velocidade das reações que requereriam altas temperaturas ou pH extremos
 - Enzimas não modificadas pela reação, isto significa que não são consumidas
- Enzimas são muito específicas com relação ao substrato e reação:
 - Exemplos:
 - celulasas são específicas para celulose
 - lipases para lipídeos

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

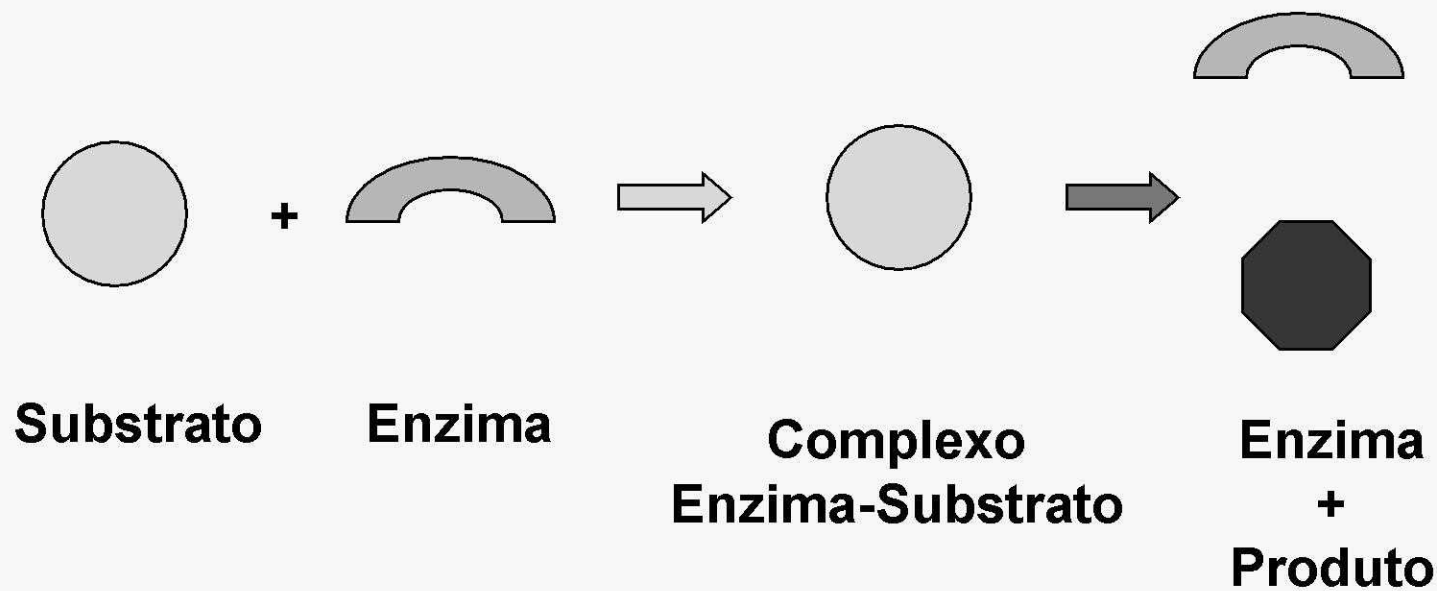
- **Produtos à base de enzimas**
- **Amilases**
 - Aumento da drenagem e destintamento (deinking)
 - Modificação de amido para aplicação no revestimento
- **Celulases**
 - Destintamento e aumento da alvura
 - Modificação de tissue
 - Redução de energia no refinamento
- **Xilanases**
 - Auxiliar de branqueamento (pré branqueamento)
 - Redução de energia no refinamento
- **Pectinases**
 - Remoção do lixo aniônico

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

- **Lipases**
 - Controle de pitch
 - Boilout
 - Remoção de traços de triglicerídeos
- **Proteases**
 - Boilout e controle de limo microbiológico (slime)
- **Catalase**
 - inibição de corrosão
- **(Oxidoreductases, peroxidase and lacase)**
 - Chapa de fibra
 - Deslignificação
 - Obs.: Em desenvolvimento

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

- **Reação enzimática**



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

- Depósitos em Máquina de Papel
- Depósito orgânico
 - Microbiano
 - Slime bacteriano, bolores e leveduras e algas
 - Não microbiano
 - resinas, stickies, pitch, látex, polímeros
- Depósito mineral
 - Amorfo
 - cargas, caulim
 - Cristalino
 - Incrustações: Ca, oxalatos, BaSO₄

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

CONVENCIONAL

- Depósitos orgânicos

- microbiano

- Sulfonilicinas, polímeros, cores, leveduras e algas

- não microbiano

- resinas, stickies, pitch, látex, polímeros

- Depósitos minerais

- amorfos

- cargas, carilhos

- cristalinos

- incrustações: Ca, oxalatos, BaSO₄

Boilout alcalino

Boilout ácido

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

- Tradicional:
 - boilout alcalino
 - hidróxido de sódio + dispersante + antiespumante
 - Boilout ácido
 - ácido + inibidor de corrosão
- Enzimático
 - Substitui o boilout alcalino
 - Enzima + Biodispersante

Princípio: destabilização do biofilme e depósitos

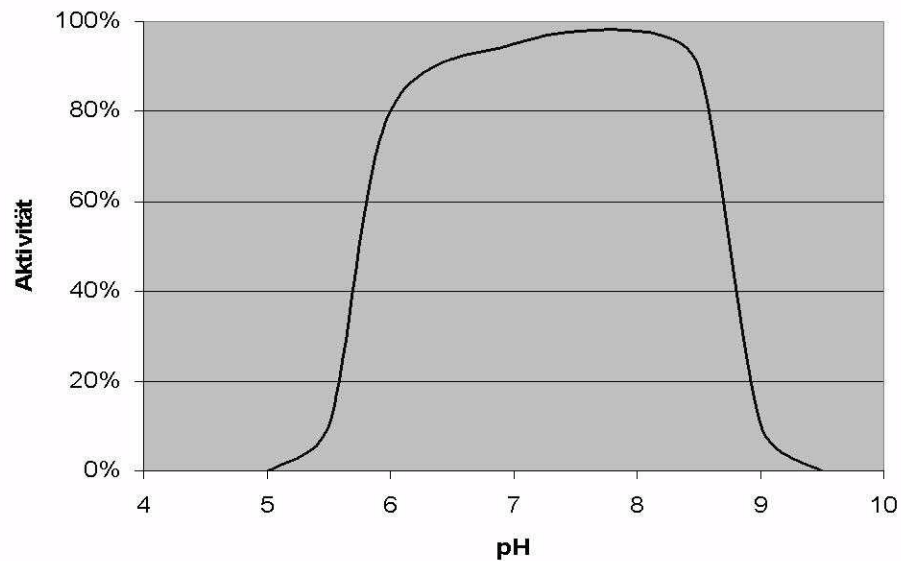
BOIL-OUT ENZIMÁTICO

- Enzimas
 - degrada as células e a superfície de fixação dos microrganismos
 - degrada pitch, stickies e amido
- Biodispersante
 - dispersa slime e depósitos (pitch, stickies)

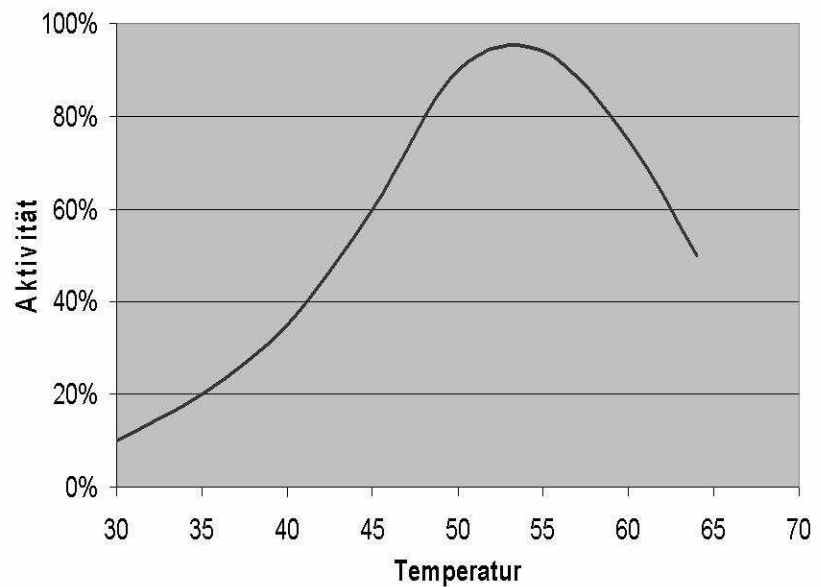
BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Eficiência

- Depende do pH



temperatura



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Tipos e Aplicação

Amido

Produto:- BUSPERSE 242

Base:- AMILASE

Tintas

Produto:- OPTMYSE 540

Base:- ESTERASE

Preparação de Massa / Approach Flow

Produto:- BUZYME 2504

Base:- PROTEASE

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

TINTAS

Convencional

Base :- NaOH
Concentração:- 10% v/ v
Recirculação:- 2 horas
Enxague :- H2O

Enzimático

OPTMYZE 540
10% v/ v
2 horas
H2O

AMIDO

Convencional

Base :- NaOH
Concentração:- 1% v/ v
Recirculação:- 2 horas
Enxague :- H2O

Enzimático

BUZYNE 2506
10% v/ v
2 horas
BUSAN 1125 (1% V/V)

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

PREPARAÇÃO DE MASSA E APPROUCH FLOW

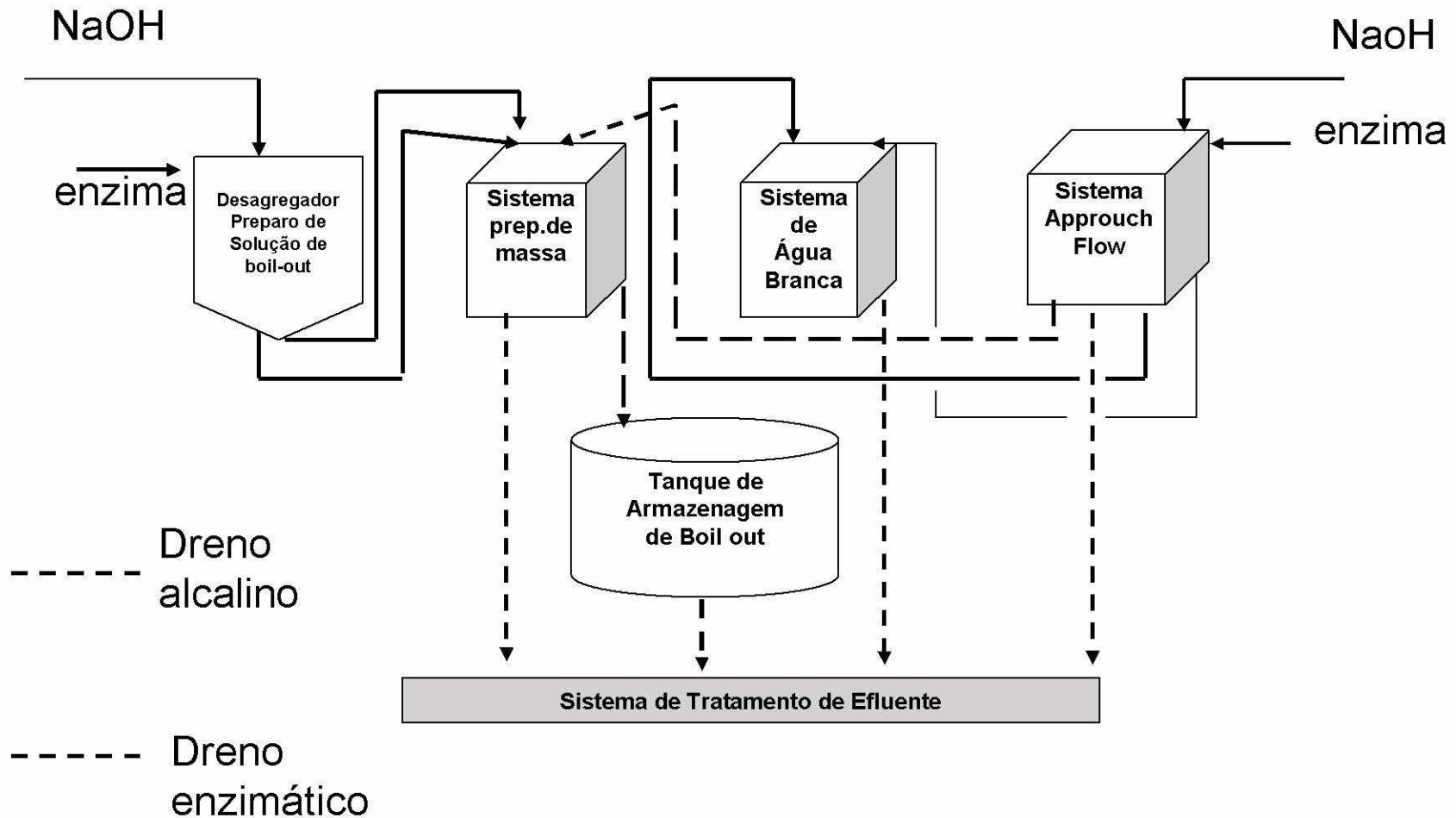
Convencional

Base :- NaOH
Concentração:- 3% v/ v
Dispersante:- BUSPERSE 2420
Concentração :- 0,05% v/ v
Recirculação:- 2 1/2 horas
Enxague :- H2O

Enzimático

BUZYME 2504
0,5%
BUSPERSE 2420
0,05% v/ v
2 1/2 horas
H2O

BOIL-OUT ENZIMÁTICO



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

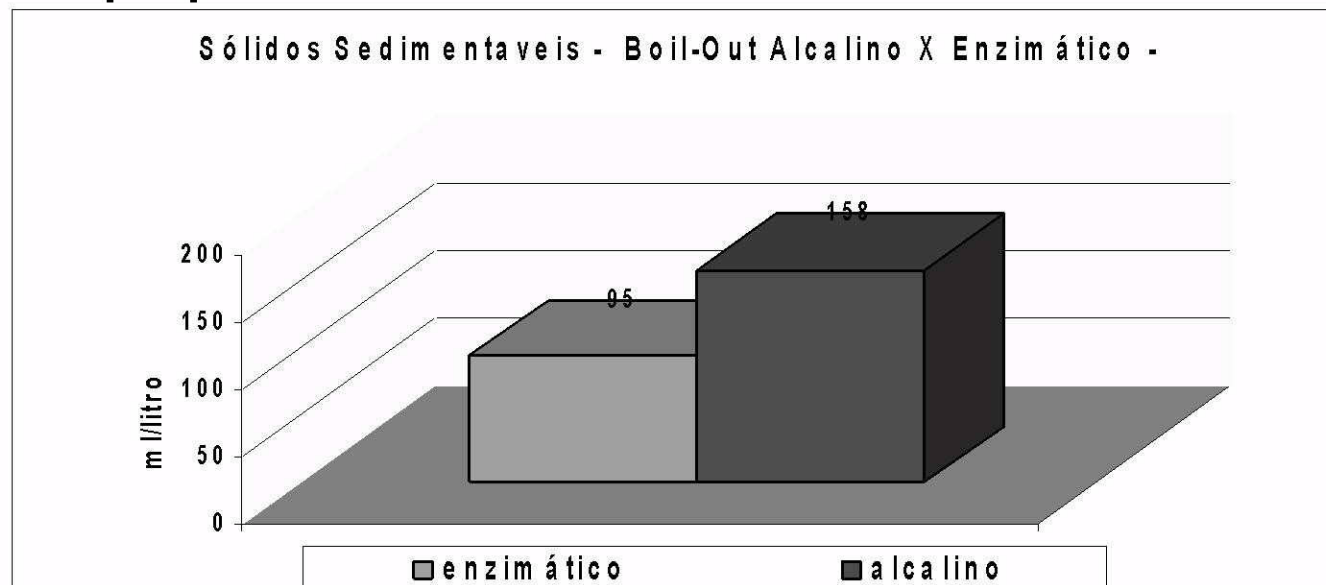
Estudo de tempo - BOIL OUT													
		Alcalino						Enzimático					
Preparação de Massa		Boil-out			Enxague			Boil-out revisado			Enxague revisado		
Tanques	volume	hora			hora			hora			hora		
	m3	início	transfere	min.	início	transfere	min.	início	transfere	min.	início	transfere	min.
Desagregador	180	05:40	06:40	60	06:50	07:20	30	05:40	06:40	60	07:05	07:20	15
Tq entrada	180	06:34	07:08	34	07:20	07:50	30	06:34	07:08	34	07:10	07:20	30
Tq massa refinada	180	07:08	07:30	22	07:50	08:37	47	07:08	07:30	22	07:30	07:50	20
Tq de mistura	180	07:30	07:47	27	08:37	08:50	27	07:30	08:00	30	08:00	08:20	20
Tq da máquina	180	07:47	08:30	33	08:50	09:10	20	08:00	08:30	30	08:30	08:50	20
Transfere tq. Boilout	180	08:30	08:20	20				08:30	08:20	20	08:50	09:00	10
Drenagem de Enxague													
Tempo circulação boil-out				136			154			136			115

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Impacto Ambiental

Sólidos Sedimentáveis

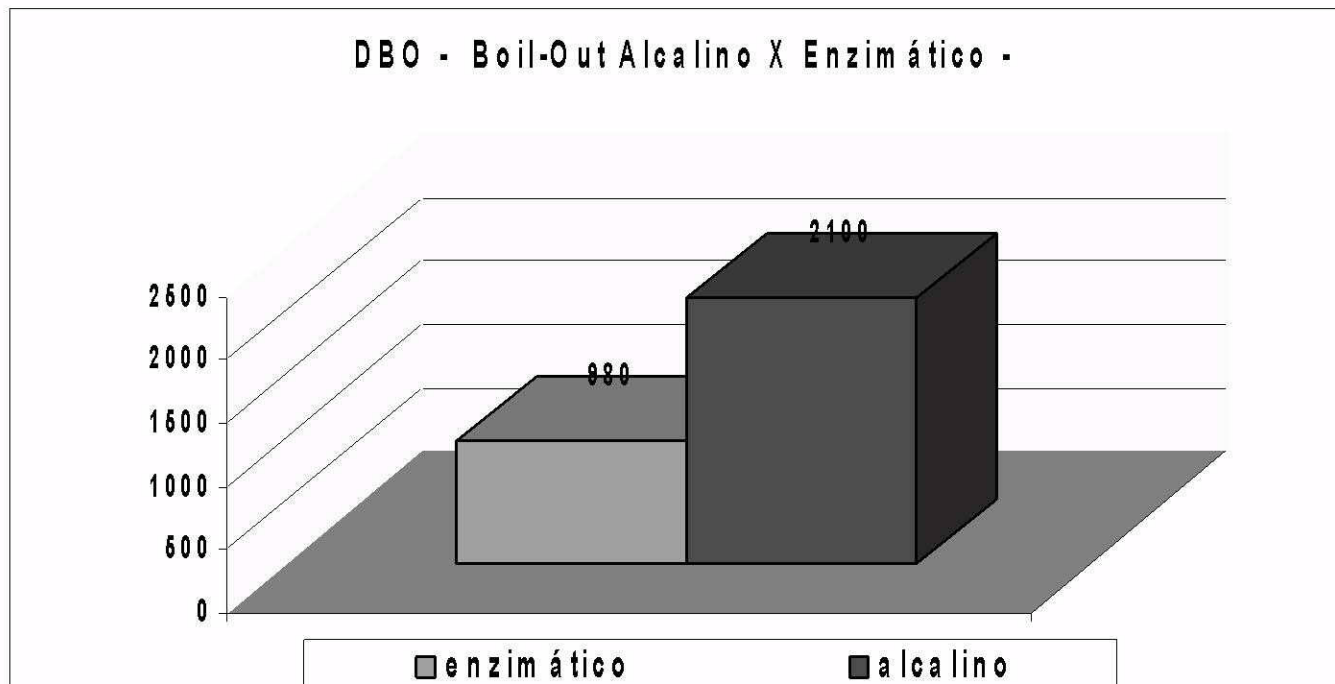
- Redução em 40% o volume de sólidos sedimentáveis no efluente das máquinas de papel



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Impacto Ambiental - DBO

Redução em 54 % na carga de DBO enviada para o efluente das máquinas de papel



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Impacto Ambiental

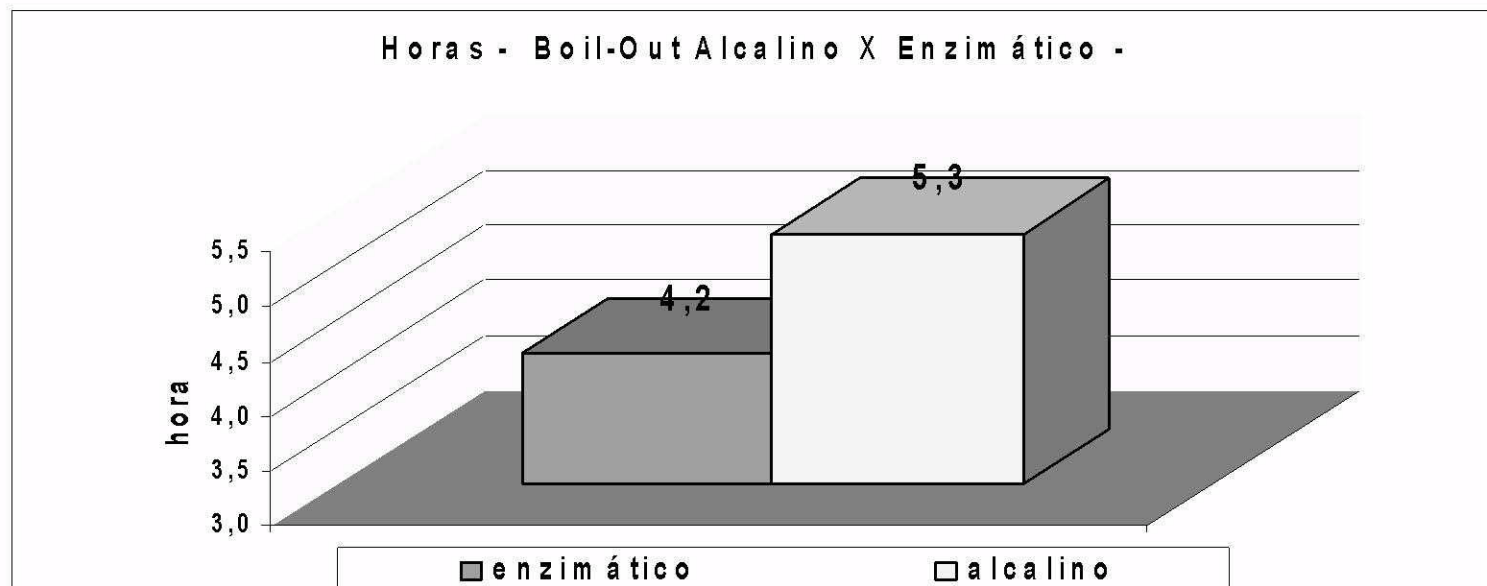
H₂SO₄

Redução mensal de **28 toneladas** de Ácido Sulfúrico para ajuste do pH na entrada dos decantadores, no sistema de tratamento de efluentes.

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Tempo de Boil-out – Horas

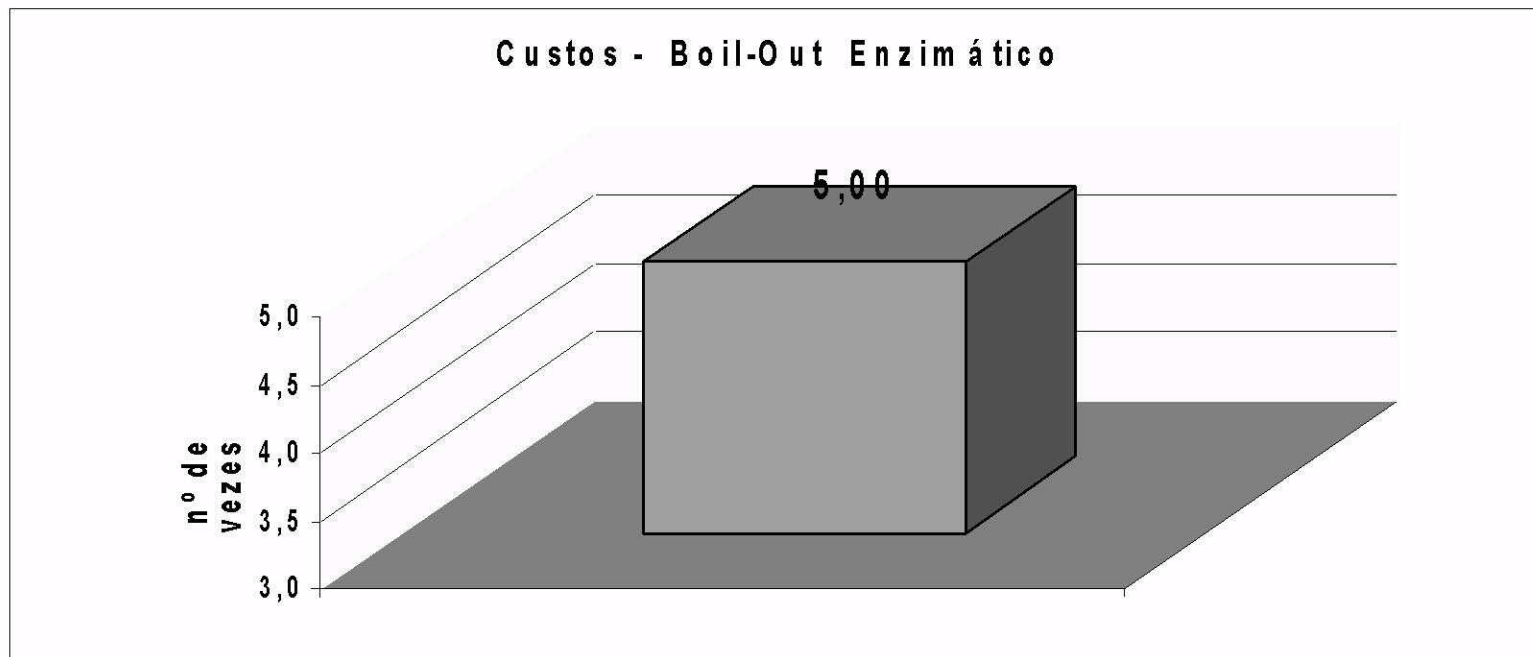
Potencial para redução em 26% o tempo total de boil-out



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Custos Diretos

O boil-out enzimático tem o preço 5 vezes superior ao boil-out alcalino



BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Benefícios indiretos

1. Menor impacto ambiental
2. Menor toxicidade
3. Maior tempo disponível Manutenção
4. Otimização de mão de obra operacional
5. Menor consumo de energia de bombeamento para armazenar boil-out
6. Otimização do cronograma de parada com as atividades de operação/manutenção
7. Eliminar operações/mão de obra para armazenagem de solução de boil-out

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Avaliação visual de Boil-out

Tanque de massa Refinada



BOIL OUT ENZIMÁTICO

- Tanque de Recebimento de Massa



BOIL OUT ENZIMÁTICO



BOIL OUT ENZIMÁTICO



BOIL OUT ENZIMÁTICO

Questões em estudos

1. Metodologia para avaliação da eficiência da atividade enzimática
2. Concentração adequada do boil-out enzimático
3. Avaliação da qualidade final do boil-out enzimático e andamento de máquina
4. Grande formação de espuma

BOIL-OUT ENZIMÁTICO

Em estudo

**Eficiência do boil-out
enzimático quando
comparado com o boil-out
alcalino e andamento de
máquina.**

(?)