

# RELATÓRIO BPC

## BILT Paper - Índia

Execução de um Sistema Piloto



Agosto, 2011

## Tópico: Relatório de Execução de um Sistema Piloto

### 1. Apanhado Executivo –

A BPC tem o prazer de enviar o relatório de nosso Serviço Piloto na unidade BILT Ballapur e estamos felizes em concluir que há mais de uma solução possível.

É importante que a gerência da BILT decida internamente se o objetivo (redução de 70% de DQO) era o ideal ou se há o desejo de estimar uma meta de qualidade para a descarga (e.g.: DQO abaixo de 250 ppm), tendo em vista que, esta questão, pode restringir as possíveis soluções.

Como resultado da execução do Serviço Piloto, é apontado que o uso de dois biorreatores em modo sequencial irá cumprir o objetivo de degradação de 70% da DQO, no entanto, de forma a garantir que a qualidade final esteja abaixo de 250 ppm, será necessário considerar maior tempo de retenção (até 15 horas no segundo reator).

A alternativa de um biorreator seguido de um processo de precipitação química não deve ser descartada sem consideração séria, especialmente devido ao bom desempenho com tempo de retenção relativamente curto (para reduzir 60% com um primeiro biorreator de ACT™ foram necessárias 7 horas). Esta opção, portanto, pode ser atraente considerando o fato de que evita a necessidade de construir grandes tanques de concreto, reduz a complexidade do processo e oferece opção futura de remoção de cores.

Estamos conscientes de que este site tem uma necessidade urgente de implementar a solução antes que a nova fábrica chegue à produção, a BPC fará o máximo para ajudar o Bilt com esse desafio.

A Gerência BILT concedeu à BPC a oportunidade de explorar o melhor processo de biorremediação que pode ser oferecido com o sistema ACT™.

As atividades foram, então, sincronizadas com o Sr. Kashikar, que cuidou que a equipe local da BILT Paper mantivesse a unidade Ballapur preparada, de maneira eficiente, e pronta para a instalação.

Gostaríamos de expressar nossa gratidão e apreciação à equipe BILT Ballapur pela gentileza e presteza durante todo o processo. Estamos cientes de que, durante o projeto piloto, foi exigida carga extra da equipe e, no entanto, sempre obtivemos uma resposta rápida e profissional.

Durante todo o processo piloto, tivemos nosso Vice Presidente de Pesquisa e Desenvolvimento, Dr. Gili Bittan-Banin, seguindo a atividade de campo diariamente e analisando os resultados em uma tentativa de explorar o Sistema Piloto em seu máximo. A equipe BPC tem a consciência que foram alcançadas conclusões claras e sólidas que fornecem **pelo menos duas soluções** que serão apresentadas neste relatório.

Gentilmente pedimos que o presente relatório seja revisado pelos profissionais específicos da BILT como preparação para uma reunião na qual possamos discutir as conclusões.

Em nome do time do BPC, agradeço a todos por este desafio interessante e pela excelente colaboração, esperando que as informações aqui presentes sejam valiosas para suas decisões futuras.

Atenciosamente,

David Amir CEO

BioPetroClean

## 2. Objetivos do Sistema Piloto –

O objetivo do Sistema Piloto<sup>1</sup> é de encontrar a melhor e mais rentável solução de biorremediação que seja capaz de tratar o efluente esperado da nova fábrica de celulose após o início de suas operações.

Mutuamente foi decidida a operação com um efluente preparado especificamente pela BILT capaz de simular o efluente futuro, além disso, decidiu-se trabalhar com dois reatores em modo sequencial, sendo o primeiro ACT™ e o segundo de Lodo Ativado.

Os objetivos que balizaram a definição do processo de biorremediação foram:

- Degradação total de DQO de 70% (com dois reatores);
- Testar o segundo reator com tempo de retenção (TRH) igual a 7h, como atualmente opera.

<sup>1</sup> Como uma nota importante a equipe BPC gostaria de lembrar que existe a possibilidade de separar o fluxo de papel do fluxo de celulose, permitindo a reciclagem do efluente tratado no fluxo de papel. Tais testes isolados podem ser planejados e realizados caso a gerência tenha interesse de avaliar tal cenário.

### 3. Setup do Sistema Piloto –

O *setup* para o Sistema Piloto foi projetado para ter dois reatores no modo de sequencial, onde o primeiro será um reator ACT™ e o segundo um Reator de Lodo Ativado (LA):

Tendo em vista as diversas dificuldades encontradas para manter o nível de sólidos (MLSS) exigido do reator de lodo ativado foram avaliadas, na verdade, três configurações diferentes.

Mesmo com as condições instáveis, foram obtidas conclusões claras a respeito do desempenho de cada configuração.

- i. **CASO 1. ACT™ + Lodo Ativado (em modo contínuo)**- Tal configuração foi executada de forma alternada ("ON & OFF") tendo em vista a instabilidade dos níveis de MLSS, mas, infelizmente, não foi possível manter elevado MLSS no nível padrão e, portanto, os resultados não foram claros. O time da BILT deve prestar atenção a este fenômeno, uma vez que foi demonstrada a necessidade de elevado MLSS para garantir o tratamento biológico no segundo reator. Este caso também é percebido quando se utiliza MBBR como um primeiro reator.

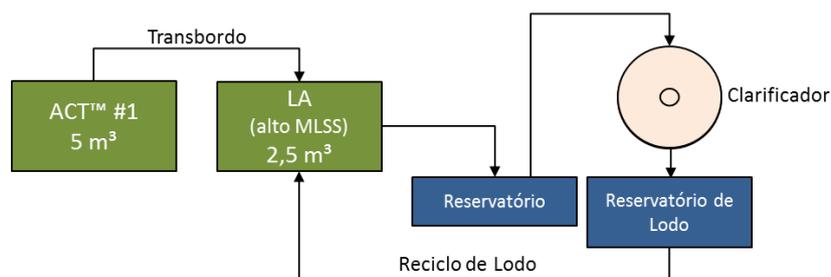


Figura 3.1 – Representação do primeiro *setup* sugerido.

- ii. **CASO 2. ACT™ + ACT™ (em modo contínuo)**- Tal configuração foi eficiente (especialmente sob algumas interrupções do ambiente) e, entre todas as opções, é a de mais fácil gerenciamento, uma vez que requer MLSS baixo em ambos os reatores.

No entanto, para alcançar a estabilidade exige maior tempo de retenção no segundo reator ACT™ (12-15 horas).

Ao avaliar a porcentagem de redução de DBO ( $94,1 \pm 2,2 \%$ ) é possível notar que o efluente tratado final atingiu um baixo nível de DBO (a razão DBO/DQO foi de  $17,9 \pm 4,7$ ).

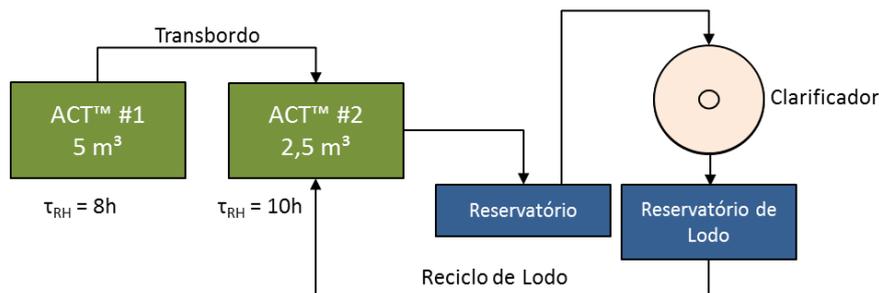


Figura 3.2 – Representação do segundo *setup* sugerido.

- iii. **CASO 3. ACT™ + SBR (como LA) com fluxo de “batelada alimentada”<sup>2</sup>**- Tal configuração foi relativamente estável, conseguindo manter o MLSS em níveis elevados e tirar o melhor proveito do biorreator secundário e ainda leva à clara conclusão que, após o ACT™ (com redução de DQO de  $57,2 \pm 6,9 \%$ ), o DBO restante é difícil de tratar e é necessário um maior tempo de retenção (ou MLSS elevado).

<sup>2</sup> Durante o piloto, a temperatura no segundo biorreator foi de  $33,6 \pm 1^\circ\text{C}$ , sendo  $4-5^\circ\text{C}$  inferior à temperatura esperada no sistema real, o que significa que os resultados podem ser melhores no sistema de escala total e o TRH deve ser reduzido.

É por isso que esta configuração produziu os resultados esperados. Tais resultados podem ser alcançados com uma configuração de lodo ativado como segundo reator (com 10 horas de tempo de retenção).

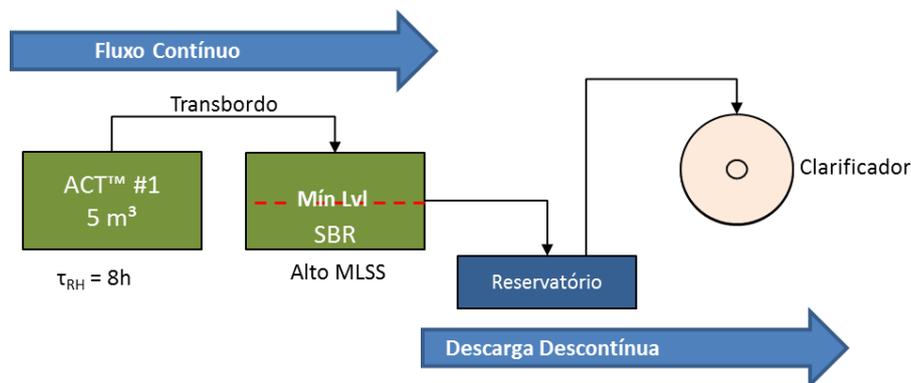


Figura 3.3 – Representação do terceiro *setup* sugerido.

- iv. **CASO 4. ACT™ + Precipitação Química-** Durante toda a operação do piloto, o reator ACT™ de 5 m³ operou com muita alta estabilidade e reduziu cerca de 60% da DQO. A água tratada do primeiro reator (8 horas de tempo de retenção) foi então levada para o processo de precipitação química com um custo químico mínimo (apenas para reduzir a DQO ao nível desejado) apresentando bons resultados em termos de estabilidade, resultados garantidos e flexibilidade.

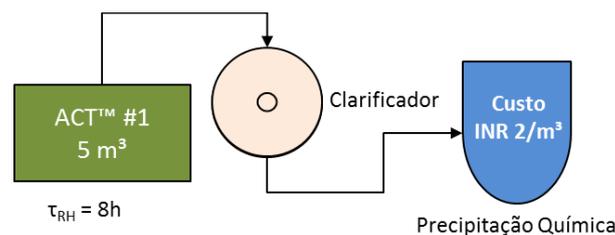


Figura 3.4 – Representação do quarto *setup* sugerido.

## 4. Resultados e Conclusões –

- i. **CASO 1-** Durante o piloto, tivemos um biorreator primário (ACT™ com 10 horas de retenção) seguido por LA (com 10 horas de retenção) com MLSS **instável** em  $3.019 \pm 1.219$  e obtivemos uma degradação total de  $58,0 \pm 8,8 \%$ .

A projeção aponta que, em escala total, alcançaremos o MLSS estável e obteremos uma degradação de 70-75%.

É possível obter maior degradação (até 80%), mas provavelmente exigirá maior tempo de retenção.

- ii. **CASO 2-** Ao executar um reator ACT™ (com 8 horas de retenção) seguido de outro ACT™ (com 10 Horas de retenção), obtemos degradação de DQO de  $65,2 \pm 7,3 \%$ .

Concluimos que, com maior tempo de retenção e com tempo de estabilização adequado, obteremos uma degradação de 75% com esta configuração.

Como vantagens apontam-se a fácil operação e a opção de tratamento de cor no clarificador (com dosagem de PAC e Alum), já, como desvantagem, apresenta a necessidade de grande volume adicional (até 30.000 m<sup>3</sup>).

- iii. **CASO 3** – Foi capaz de realizar redução de DQO de  $57,2 \pm 6,9\%$  e pode obter biodegradação acima de 70-75% com a utilização de dois reatores.

A projeção aponta que resultados semelhantes podem ser aplicáveis com reator de LA se o MLSS for administrado corretamente. Não é recomendada a execução do SBR, este teste foi feito para simular o desempenho possível do sistema LA e para indicar a biodegradação com MLSS elevado.

- iv. **CASO 4** – Capaz de entregar a qualidade desejada em todas as condições com custo dos produtos químicos é de cerca de INR 2 (Rúpias Indianas), que representa um OPEX semelhante de um segundo biorreator (relativos, por exemplo, à eletricidade). Como vantagens apontam-se a simples operação, a economia de CAPEX tendo em vista que não é necessário criar novos (grandes) biorreatores, a garantia dos resultados (mesmo com maiores flutuações de DQO) e a possível redução de cor (em pelo menos 50%). Com uma dosagem química mais elevada pode eliminar a cor completamente. Sua única desvantagem é o requerimento de tais produtos químicos.

## 5. Comparação de Resultados –

Antes de iniciar o piloto, compartilhamos os resultados que tivemos no laboratório e, aparentemente, os resultados no campo foram ligeiramente melhores, especialmente no que diz respeito ao desempenho do primeiro reator ACT™.

**Tabela 5.1 – Resumo dos Testes Laboratoriais.**

Estágio	NPOC/COT	DQO (ppm)	Redução (%)
Anterior ao Tratamento	158	750	-
ACT™ atuando sozinho	75	340	55
Caso 1	49	210	72
Caso 3	59	260	65
Caso 4	30	140	83

**Tabela 5.2 – Resultados do Teste Piloto.**

Parâmetro	Anterior ao Tratamento	ACT™ atuando sozinho	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
TRH (h)	-	8	20	18	23	8
DQO (ppm)	845 ± 120	347 ± 47	304 ± 59	324 ± 63	301 ± 32	287
Redução de DQO (%)	-	57,2 ± 6,9	58,0 ± 8,8	65,2 ± 7,3	66,1 ± 4,6	-
DBO (ppm)	312,8 ± 88,4	-	18,8 ± 4,9	22,5 ± 7,9	15,0	-
Redução de DBO (%)	-	-	92,4 ± 2,0	94,1 ± 2,2	95,16	-
DQO/DBO	2,9 ± 0,9	-	16,0 ± 4,6	17,9 ± 4,7	17,8	-
DQO Total	951 ± 139	-	-	-	-	-
Redução de DQO TOTAL <sup>3</sup>	-	64,7 ± 10,7	64,1 ± 7,0	69,4 ± 6,7	71,7 ± 7,0	-

<sup>3</sup> No caso em que os sólidos, na entrada, sejam biodegradados.

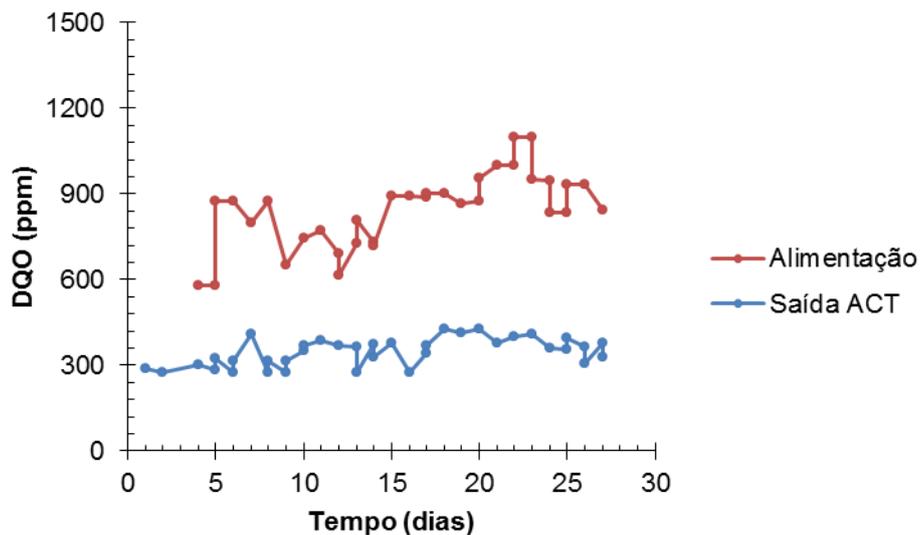


Figura 5.1 – Níveis de DQO solúvel, na entrada e no primeiro biorreator (ACT™ #1).

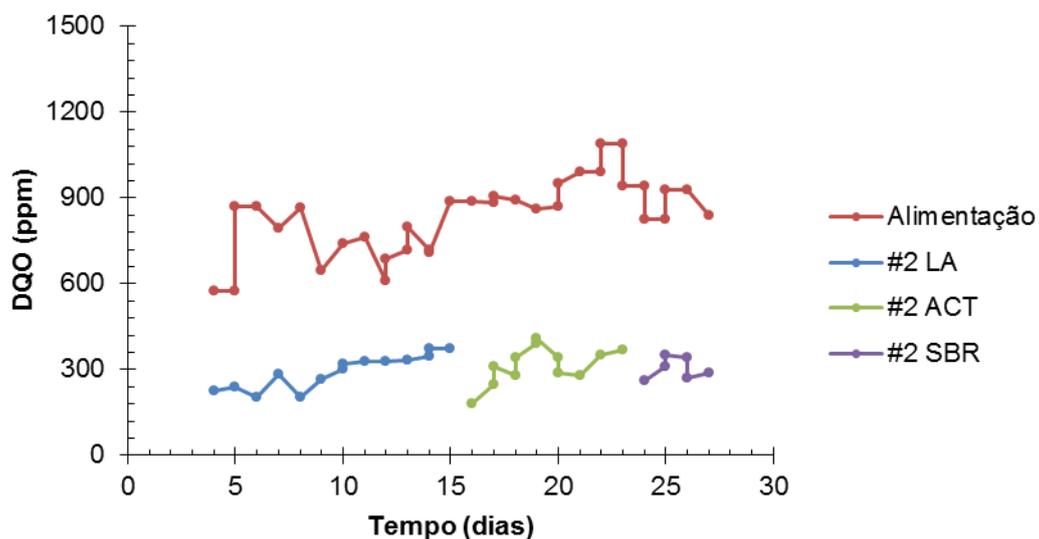
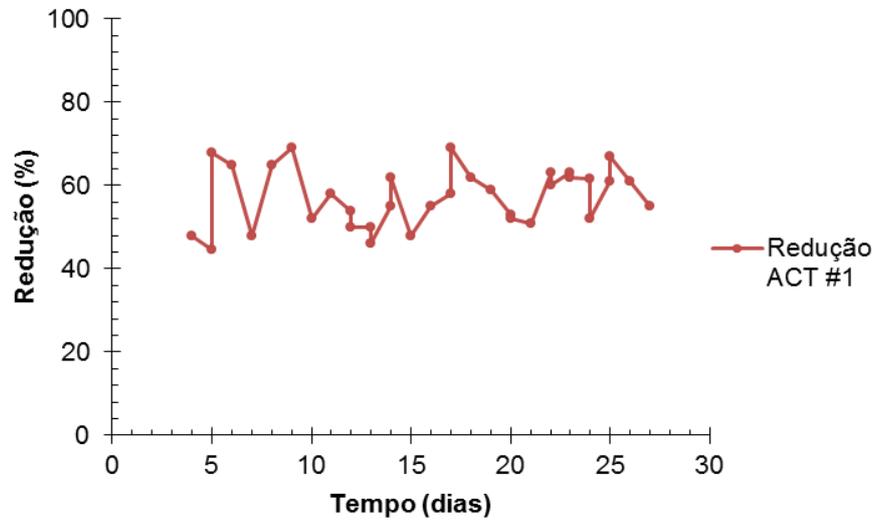
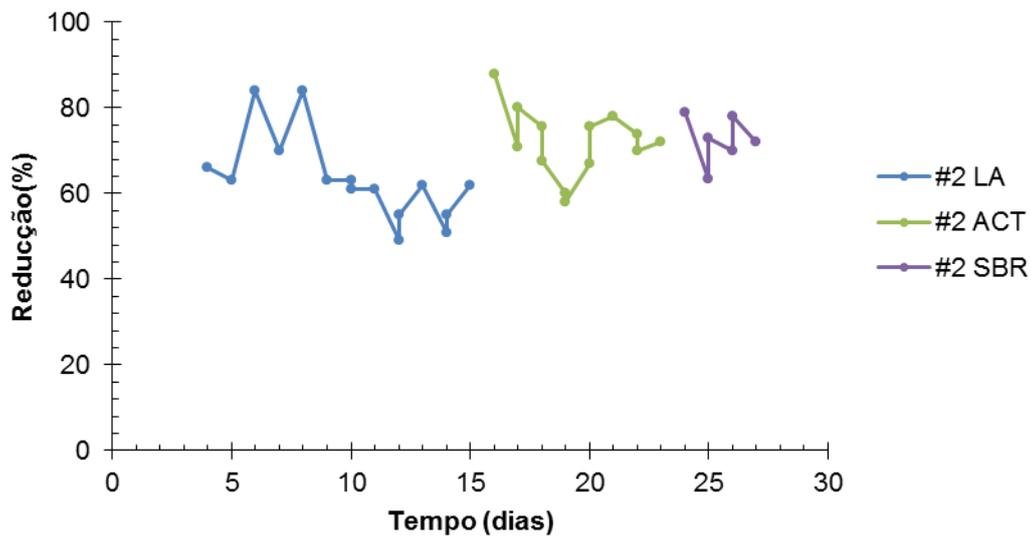


Figura 5.2 – Níveis de DQO solúvel, na entrada e no segundo biorreator.



**Figura 5.3** – Redução dos níveis de DQO solúvel pelo primeiro biorreator (ACT™ #1).



**Figura 5.4** – Redução dos níveis de DQO solúvel pelo segundo biorreator.

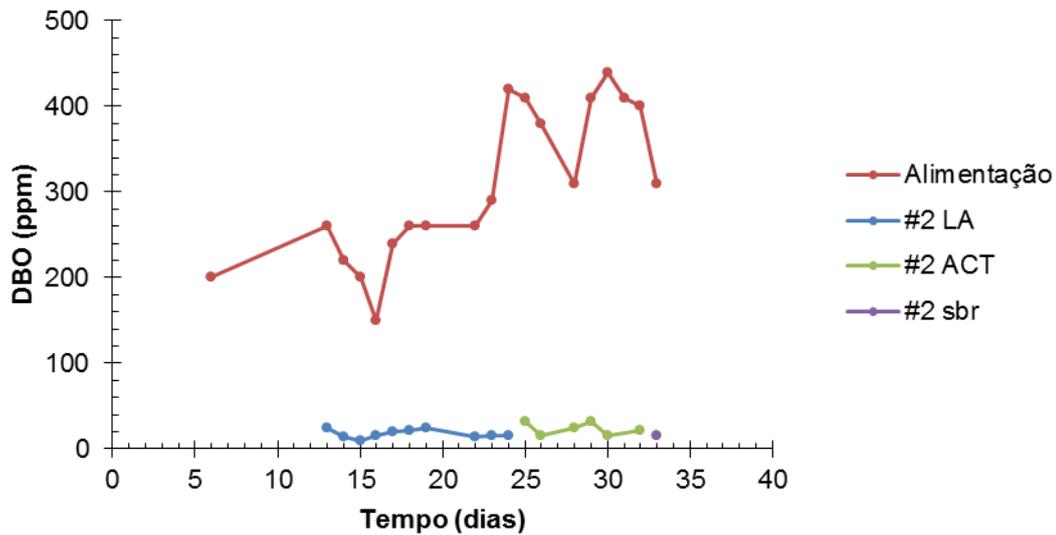


Figura 5.5 – Níveis de DBO pelo segundo biorreator.

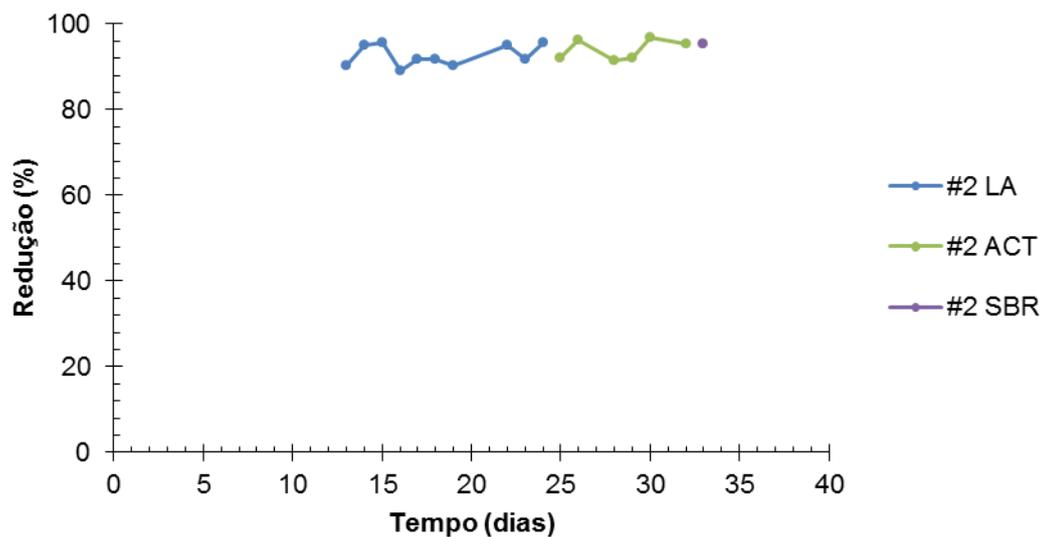


Figura 5.6 – Redução dos níveis de DBO pelo segundo biorreator.

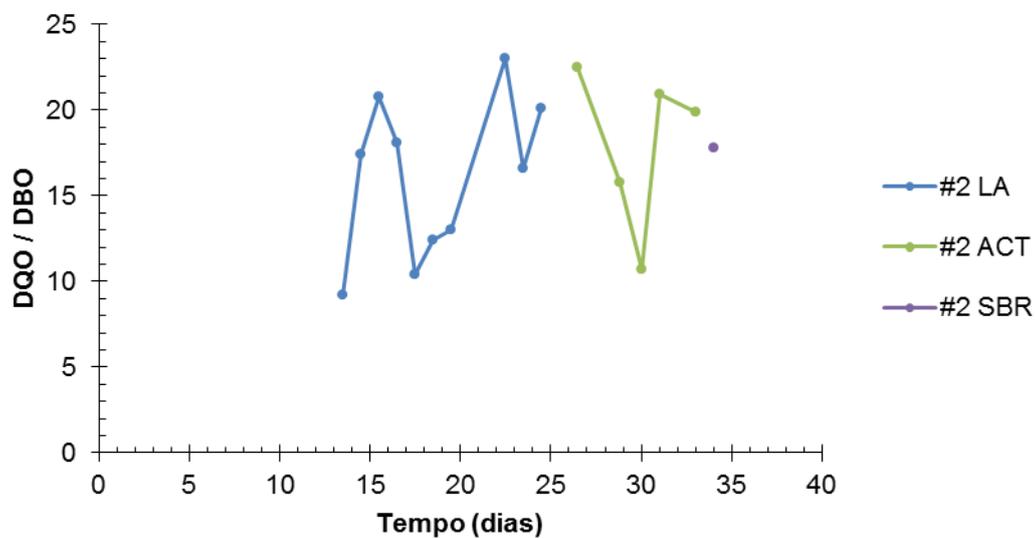


Figura 5.7 – Razão DQO/DBO.

## 6. Possíveis Soluções –

Como conclusão dos resultados previamente apresentados fica a critério da BILT decidir entre duas opções:

i. **Optar pela utilização de dois biorreatores em sequência:**

- a. Exige o aumento de 20.000 a 30.000 m<sup>3</sup> para os novos biorreatores;
- b. Maximiza o desempenho do tratamento biológico, obtendo a degradação de 70-75%, mas não sendo cumprindo a exigência mínima (250 ppm de DQO);
- c. Evita o uso de produtos químicos.

ii. **Optar pela utilização de um reator ACT™ seguido de precipitação química:**

- a. Exige a adição de misturadores, com investimento mínimo em infraestrutura;
- b. Utilização de produtos químicos para a precipitação da DQO restante e solucionar até 50% do problema com cor;
- c. Obter melhor qualidade do efluente em todo o processo;
- d. Operação mais fácil.