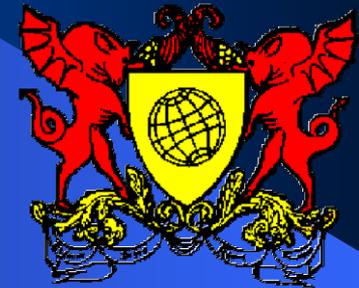


Combinação de tratamentos químico e biológico para a remoção de DQO recalcitrante em efluentes de celulose kraft branqueada

Ann H. Munteer
Renata de Oliveira Pereira
Diego Botelho Ruas
Ludimila Turetta



Universidade Federal de Viçosa

Introdução

- Efluentes de fábricas de celulose kraft branqueada
 - grandes volumes
 - potencial poluidor – matéria orgânica (Morg) dissolvida
 - DQO recalcitrante

Introdução

- Uso de processos oxidativos avançados (POAs)
 - fotocatálise heterogênea utilizando dióxido de titânio (TiO_2) como catalisador
 - eficaz na oxidação de compostos recalcitrantes
 - componentes do sistema:
 - irradiação com luz UV
 - semi-condutor sólido
 - TiO_2 imobilizado ou em suspensão

Introdução

➤ Fotocatálise heterogênea:



Introdução

- Vantagens da fotocatalise heterogênea:
 - alto poder oxidante
 - oxidação da Morg dissolvida
 - aumento da biodegradabilidade, DBO/DQO

Introdução

- Vantagens do TiO_2 como catalisador:
 - atóxico
 - resistente a fotocorrosão
 - baixo custo e abundante
 - pode ser usado a temperatura ambiente

Introdução

- Desvantagens da fotocatalise heterogênea:
 - alto custo capital e operacional
 - energia gasta para gerar os radicais hidroxilas
 - mineralização incompleta dos compostos

Objetivo

- Avaliar a aplicabilidade da fotocatalise heterogênea como pré-tratamento de efluentes celulose kraft branqueada de eucalipto, visando a diminuição da DQO recalcitrante ao tratamento biológico posterior.

The background is a gradient of blue, transitioning from a lighter blue on the left to a darker blue on the right. A thin, light blue curved line starts from the top left and curves towards the bottom right. A dark blue triangular shape is positioned in the lower right quadrant, pointing towards the center.

Experimental

Efluente industrial ECF de celulose kraft de eucalipto

- Seqüência D(Eop)DP
- Caracterização:

<i>Parâmetro</i>	<i>mg/L</i>
DBO ₅	711
DQO	1522
COT	660
DBO ₅ /DQO	0,47

Fotocatálise heterogênea com TiO_2

➤ Testes preliminares

- imobilização de TiO_2
- DQO de suspensões de TiO_2
- forma de separação de TiO_2 em suspensão

➤ Otimização da fotocatalise

- tempo de irradiação – 10, 30, 60, 120 min
- dosagem de TiO_2 – 0,1; 0,5 e 1 g/L

➤ Efeito da fotocatalise sobre a tratabilidade

- $\text{DBO}_{\text{última}}$ - DBO até o 30º dia

Fotocatálise heterogênea com TiO_2



Tratamento biológico

- Reator de fluxo intermitente (batelada)
 - Ciclo de 12 horas
 - 9 h reação + 3 h sedimentação / repouso / retirada
 - Tempo de residência celular = 10 d
 - Temperatura = 30°C
 - Aeração / agitação – ar difuso
 - $OD \geq 2 \text{ mg/L}$
 - $pH = 7,0 \pm 0,5$
 - $DBO_5:N:P = 100:5:1$

Tratamiento Biológico



Tratamento biológico

➤ Estabilidade do tratamento

- análise de DQO após cada ciclo
- variação de DQO menor que 10% em 6 ciclos sucessivos
- efluentes com e sem pré-tratamento tratados por 50 ciclos

Caracterização de efluentes

Efluente D(Eop)DP



Filtração
membrana 1,2 µm



Fotocatálise



Tratamento
biológico

Fracionamento

Morg



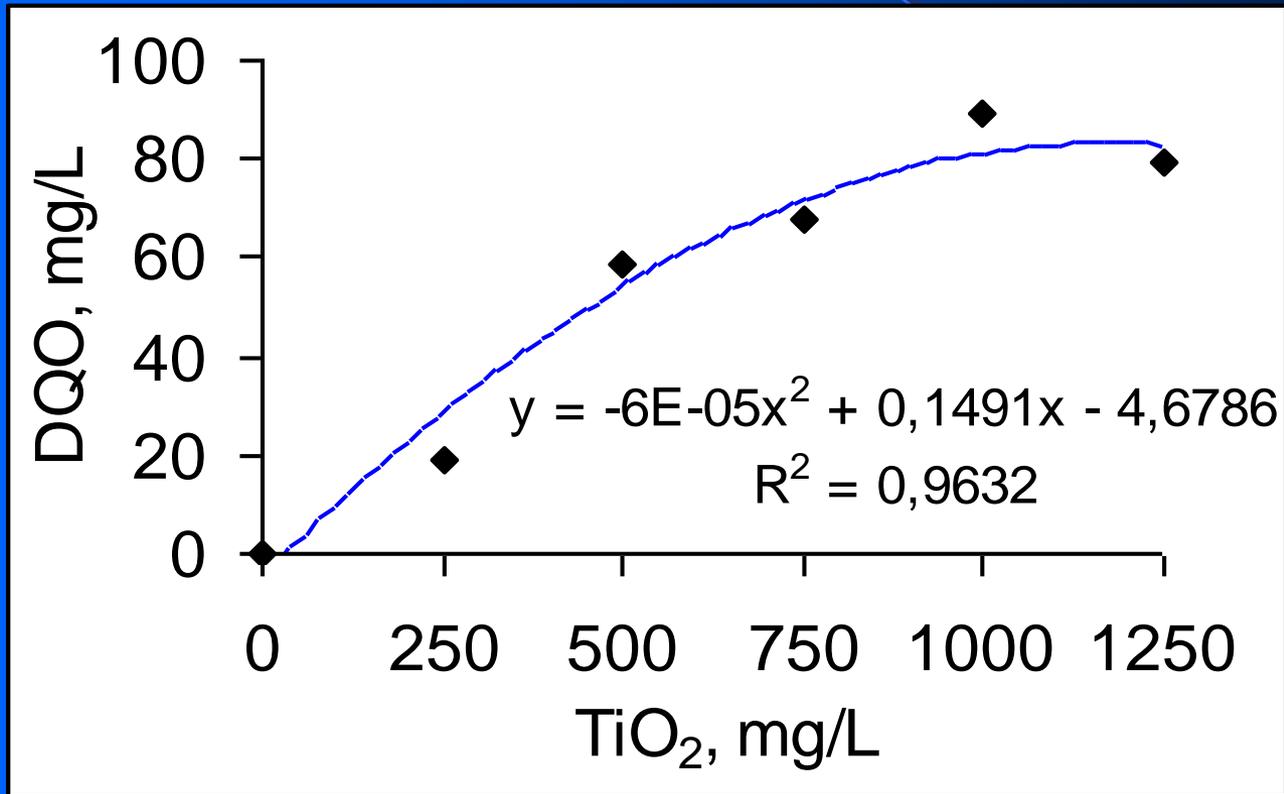
Tratamento biológico

➤ Efeito da fotocatalise

- na taxa de crescimento bacteriano
 - crescimento de biomassa inoculado nos efluentes com e sem pré-tratamento
 - acompanhamento da DO a 600 nm por 48 h
- na atividade da biomassa
 - taxa específica de utilização de oxigênio (TEUO)
 - $\text{mg O}_2 / (\text{g biomassa.h})$

Resultados

DQO de suspensões de TiO_2

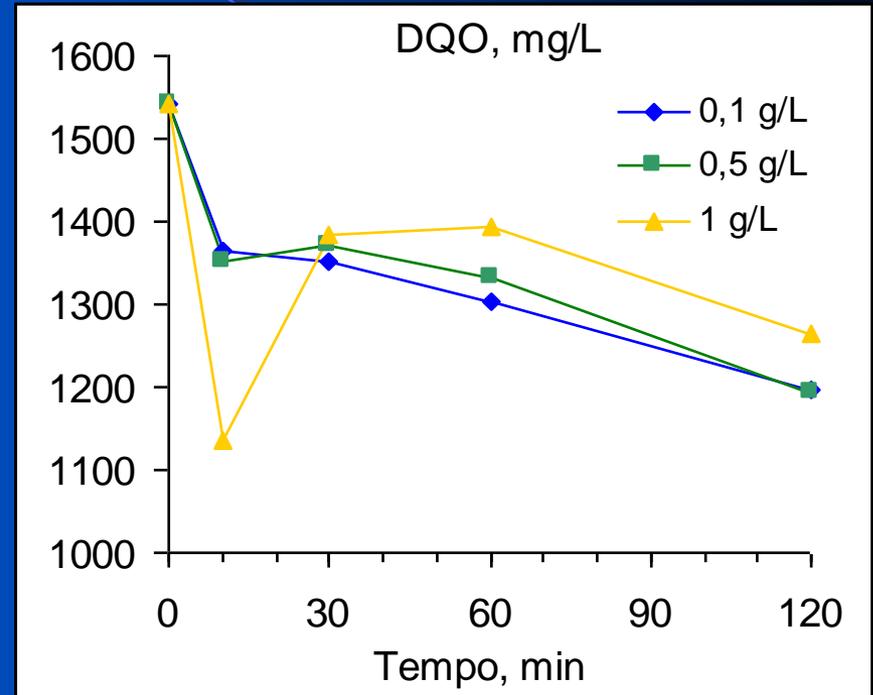
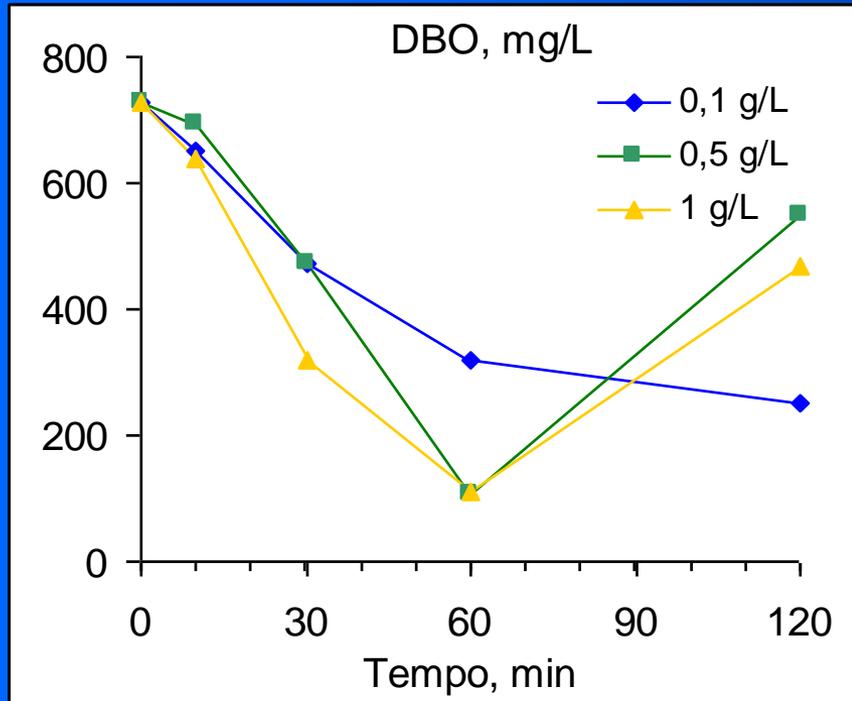


Forma de separação de TiO₂

<i>Efluente</i>	<i>Separação</i>	<i>DQO, mg/L</i>
Bruto	-	1472
Após fotocatálise	Nenhuma	1433
	Centrifugação (3000 rpm, 5 min)	1364
	Decantação (24 h)	1335
	Filtração (1,2μ)	1318

Otimização da fotocatálise

Tempo x Dosagem TiO_2



Otimização da fotocatálise

Biodegradabilidade, DBO₅/DQO

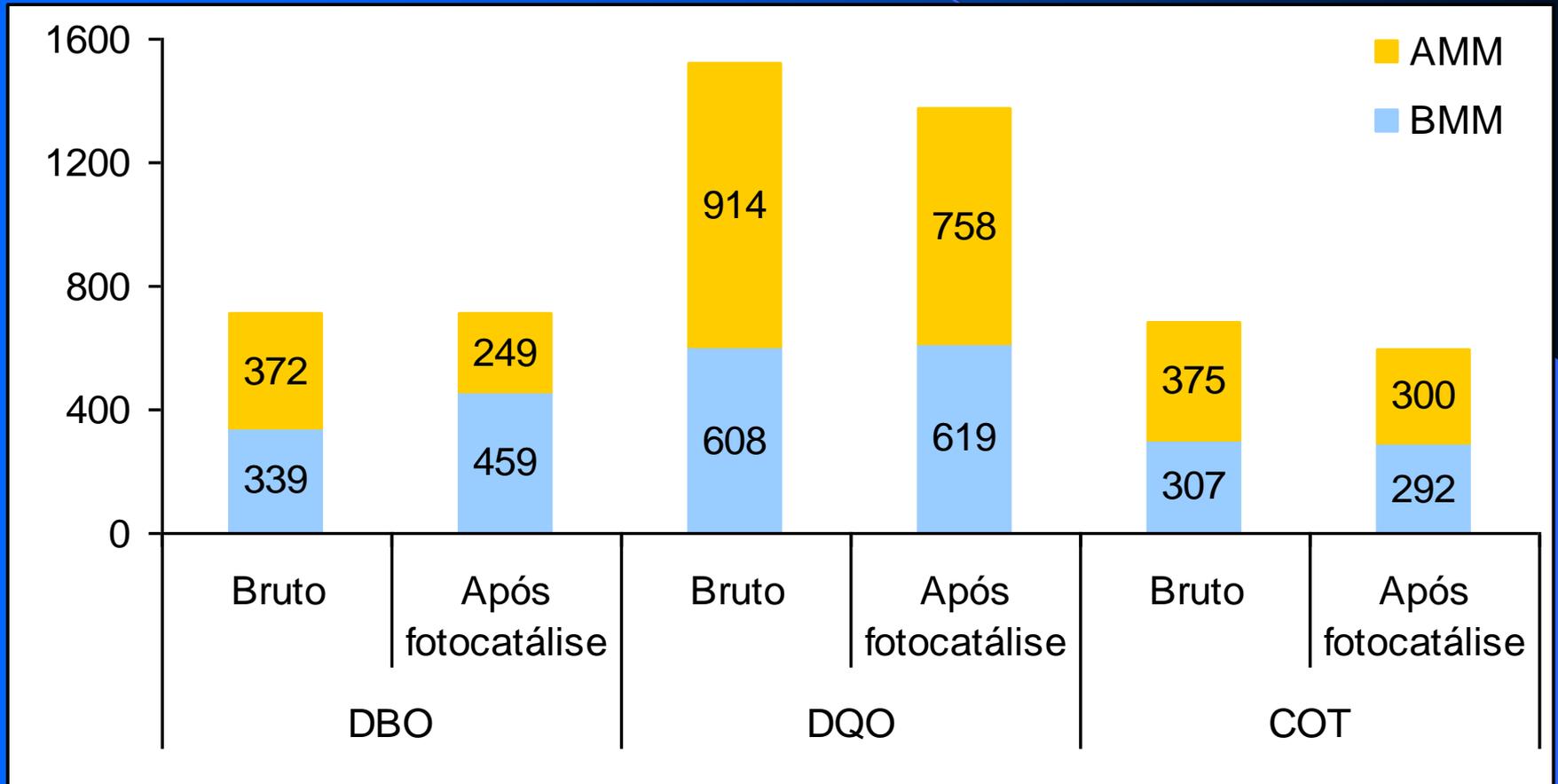
Tempo, min	g TiO ₂ /L		
	0,1	0,5	1
10	0,48	0,51	0,56
30	0,35	0,34	0,23
60	0,24	0,08	0,08
120	0,21	0,46	0,37

Efluente original = 0,47

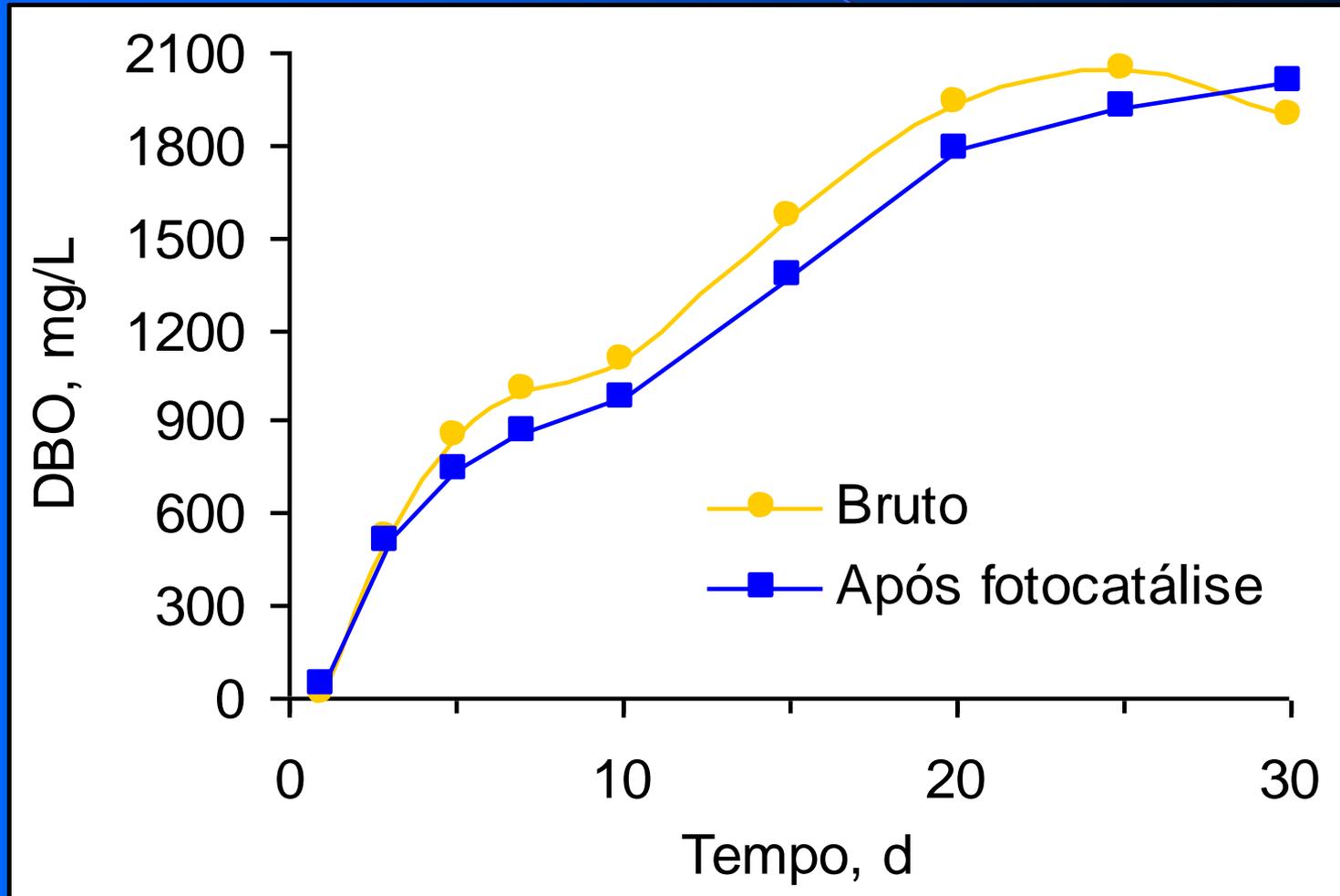
Otimização da fotocatalise

- Melhores condições
 - tempo = 10min
 - 1g TiO₂/L
- 19% aumento na biodegradabilidade

Impacto da fotocatálise na Morg



Impacto da fotocatálise na tratabilidade do efluente



Impacto do pré-tratamento na tratabilidade do efluente

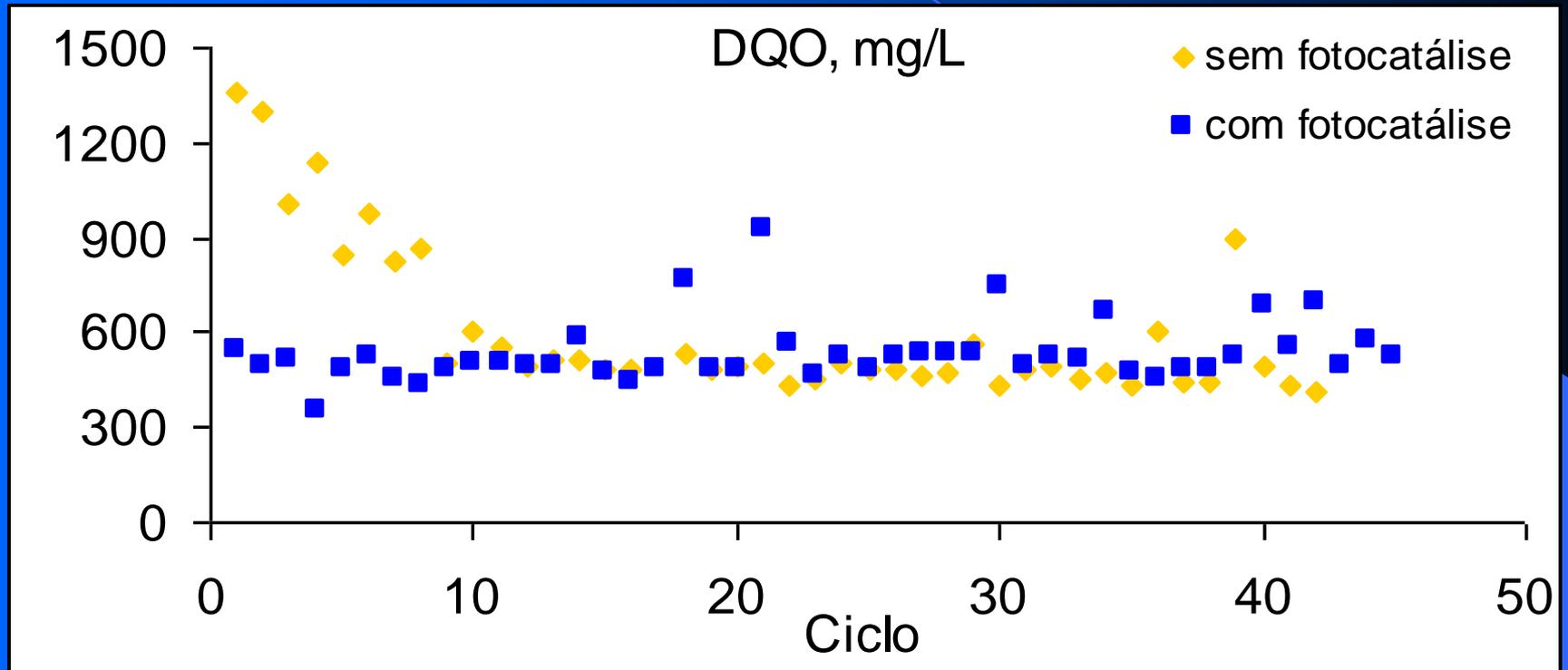
➤ Efluente pré-tratado

- DBO_5 5 a 15 % menor

➤ $DBO_{\text{última}} / DBO_5$

- $\cong 2,5$ nos efluentes com e sem pré-tratamento *versus* 1,46 em esgotos domésticos
- Morg de degradação mais lenta

Tratamento biológico

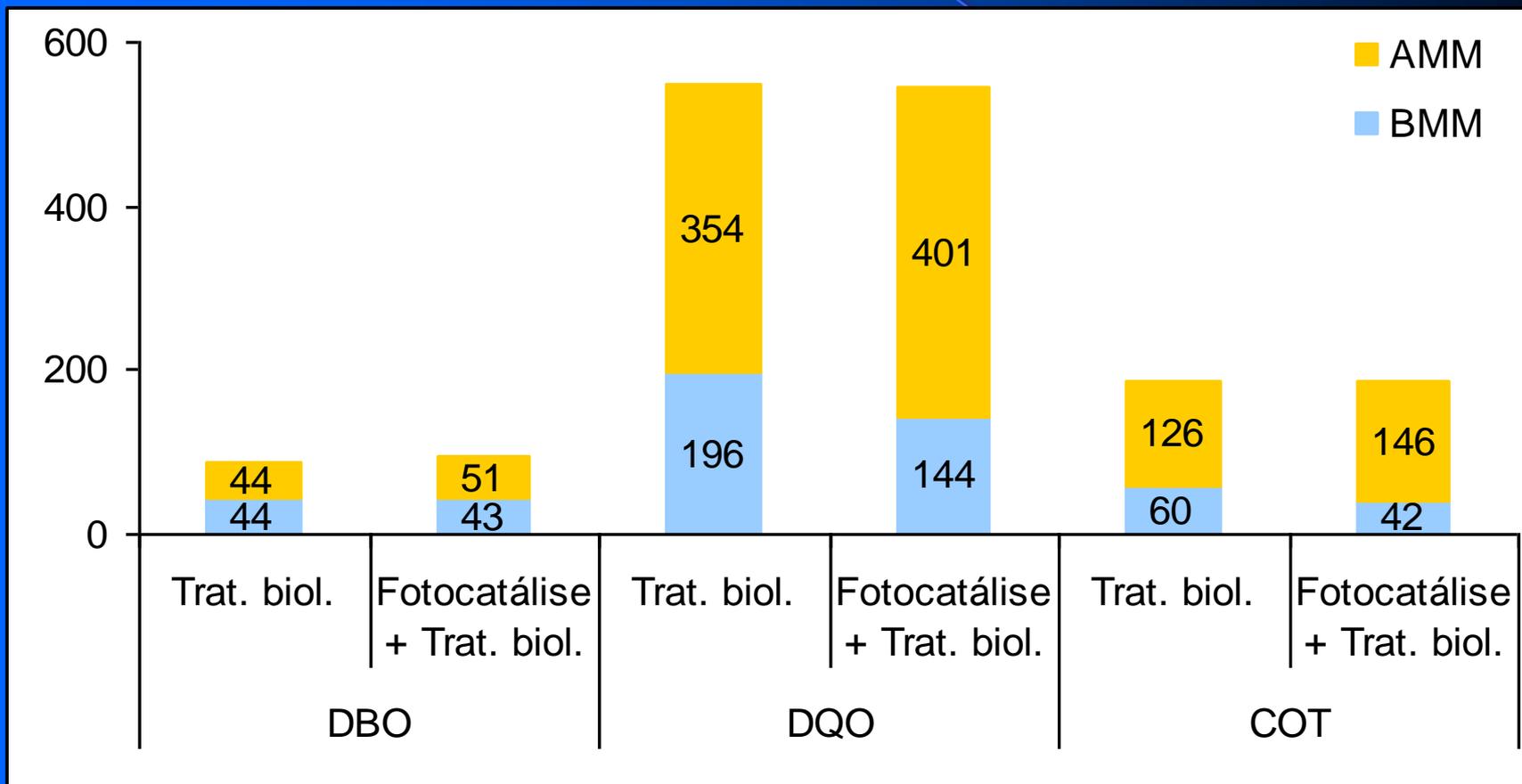


Tratamento biológico

	Sem fotocatálise		Com fotocatálise	
	mg/L	% rem.	mg/L	% rem.
DBO ₅	107	87	105	88
DQO	483	69	500	68
COT	186	72	179	73

Tratamento biológico

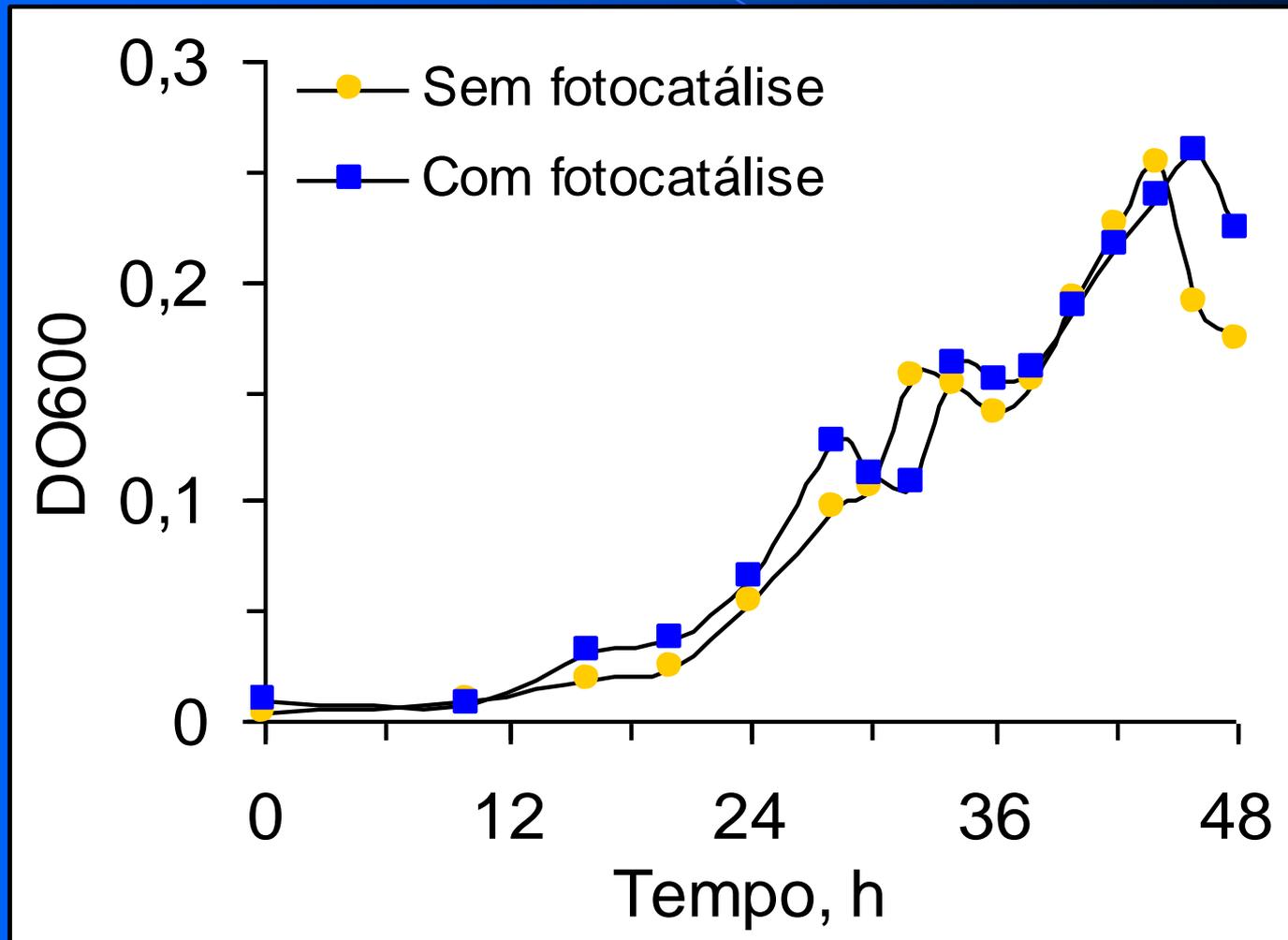
Distribuição da Morg



Tratamento biológico

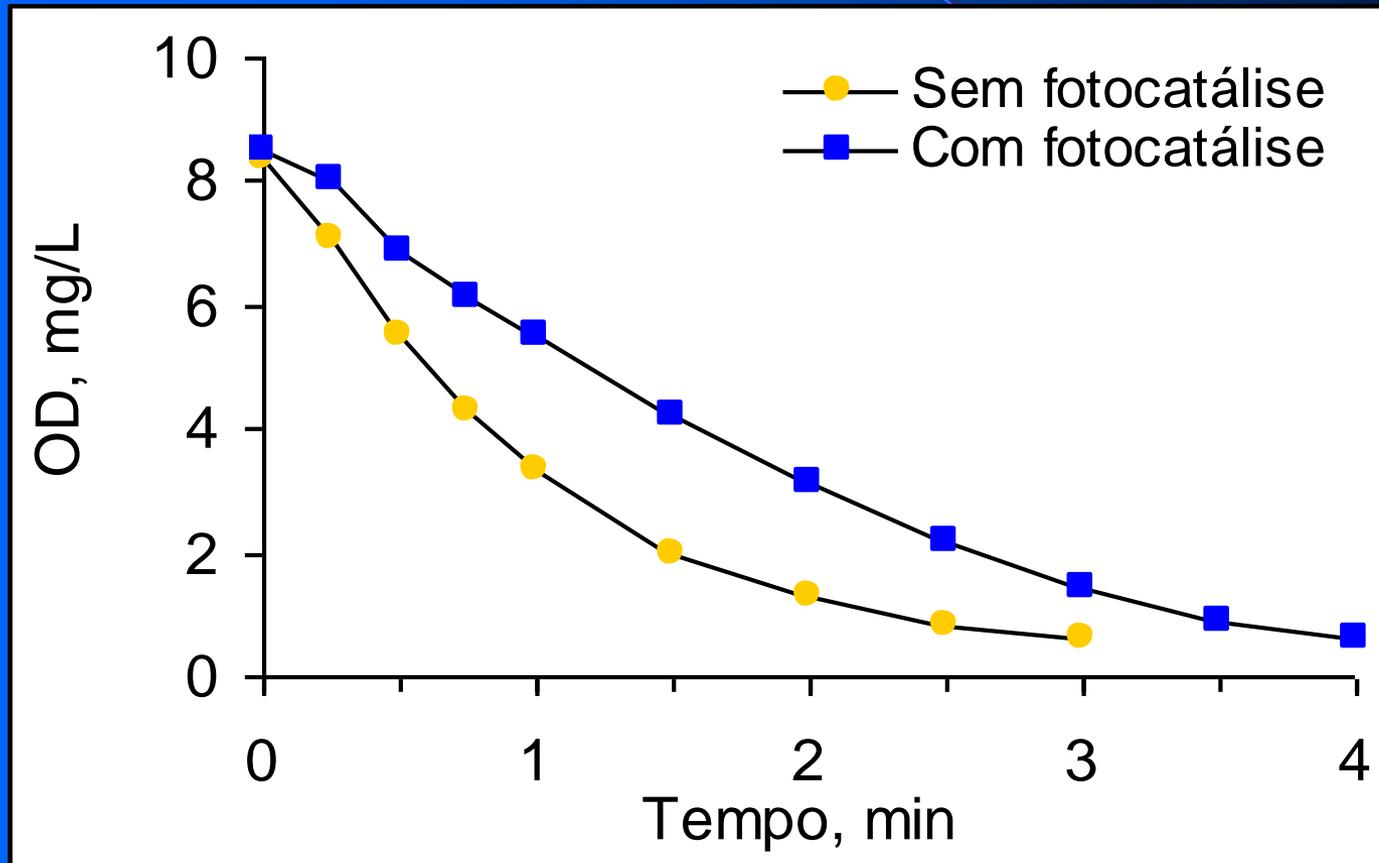
- Biomassa (SSV) a $\theta_c = 10d$
 - 1500 mg/L sem pré-tratamento
 - 1000 mg/L com pré-tratamento
- Impacto da fotocatálise na biomassa
 - formação de compostos tóxicos?
 - efeito na taxa de crescimento?
 - efeito na atividade metabólica (TEUO)?

Crescimento da biomassa



Atividade da biomassa

Taxa de utilização de oxigênio



Atividade da biomassa

Taxa de utilização de oxigênio

➤ TEUO

- 258 mgO₂/g.h sem fotocatálise
- 87 mgO₂/g.h após fotocatálise

➤ Menor atividade metabólica após fotocatálise

- utilização preferencial de Morg facilmente biodegradável

Conclusões

- Fotocatálise heterogênea degradou DBO_5 , DQO e COT de AMM e aumentou biodegradabilidade (0,47 a 0,53)
- Houve redução da atividade metabólica da biomassa no tratamento biológico após a fotocatálise
 - menor concentração de biomassa a θ_c fixo
 - utilização preferencial de Morg de BMM
- Efluentes com e sem fotocatálise apresentaram DBO_5 , DQO e COT semelhantes

Agradecimentos

CNPq

Cenibra

Degussa