

# AVALIAÇÃO DA ADOÇÃO DO PARÂMETRO COT EM SUBSTITUIÇÃO À DBO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS



**Allan S. Arnesen – Sabesp (TXA)**

Fabiana A. S. Lima – Sabesp (MSEC)

Danieli M. R. Lotito – Sabesp (MSEC)

Priscilla L. Silva - Shimadzu

Flávia Roveri - Shimadzu



## Justificativa

- Monitoramento tradicional de matéria orgânica na água: DBO e DQO;

Método	Vantagens	Desvantagens
<b>DBO5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tradicional, utilizado para controle de ETEs;</li> <li>- Legislações para classificação de corpos d'água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada incerteza do método;</li> <li>- Limitada pela disponibilidade de incubadora;</li> <li>- Requer análise prévia de DQO para determinação das diluições;</li> <li>- Vulnerável a instabilidades elétricas.</li> </ul>
<b>DQO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parâmetro muito eficiente para projetos e controle de eficiência de ETEs;</li> <li>- Menores desvios de resultados e maior confiabilidade do que os resultados de DBO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade de estabelecimento de diluições corretas das amostras;</li> <li>- Utilização de produtos químicos controlados, que necessitam de descarte especial destes produtos.</li> </ul>
<b>COT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior potencial de oxidação;</li> <li>- Medição rápida e precisa;</li> <li>- Detecção de baixas concentrações não é influenciada pela amônia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parâmetro ainda pouco adotado em regulamentações, especialmente nacionais.</li> </ul>

## Justificativa

- Programa Córrego Limpo:
  - Parceria entre a Sabesp (Governo SP) e Prefeitura de SP
  - Desde 2007, já despoluiu 151 córregos em uma área de cerca de 200 km<sup>2</sup> e já beneficiou 2,2 milhões de pessoas;
  - Cabe à Sabesp monitorar a qualidade da água dos córregos despoluídos, sendo a DBO o parâmetro adotado como indicador:



$$\text{Taxa de Córregos Despoluídos} = \frac{n^{\circ} \text{ de amostras com DBO} \leq 30 \frac{\text{mgO}_2}{\text{L}}}{n^{\circ} \text{ total de córregos com medição}}$$

## Objetivo

Avaliar a adoção do parâmetro **COT** em substituição à **DBO** (mais tradicional) e à **DQO** para monitoramento de qualidade de corpos d'água superficiais.

## Metodologia

- Coletas e ensaios analíticos:
  - Coletas em 41 córregos monitorados: região Sul de São Paulo;
  - DBO e DQO:
    - Laboratório Sabesp - MSEC;
    - Apenas os resultados acima do Limite de Quantificação (DBO>10 e DQO>25 mgO<sub>2</sub>L);
  - COT: Laboratório Shimadzu;
  - Período:
    - Executado: 8 meses (Out/17 a Mai/18);
    - Planejado: 16 meses (até Fev/19).

100  
pontos

89  
pontos

## Metodologia

Dados de DBO,  
DQO e COT

Estatísticas  
descritivas e  
análise de  
correlação

Análise de  
Dispersão e  
Remoção de  
Outliers

Análise de  
Regressão e  
estimativa do  
limite p/ COT

## Estatísticas descritivas

Variável	N amostras	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
		(mg/L)				
DBO5 (mgO <sub>2</sub> /L)	100	59,5	63,1	10,0	29,5	251,0
DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	89	156,0	131,5	28,0	109,5	482,0
COT(mg/L)	100	20,85	18,0	3,1	13,5	72,1

Gráfico Boxplot DBO5 e DQO

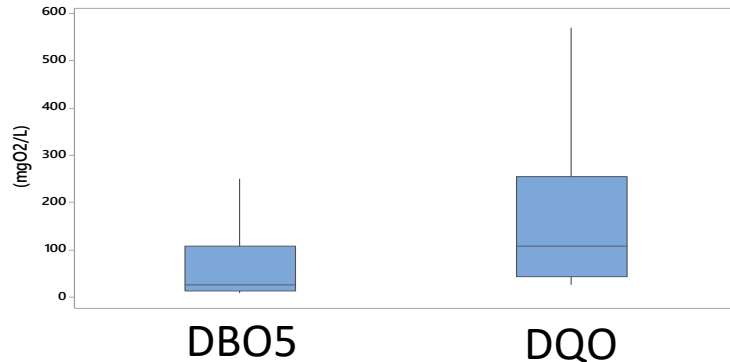
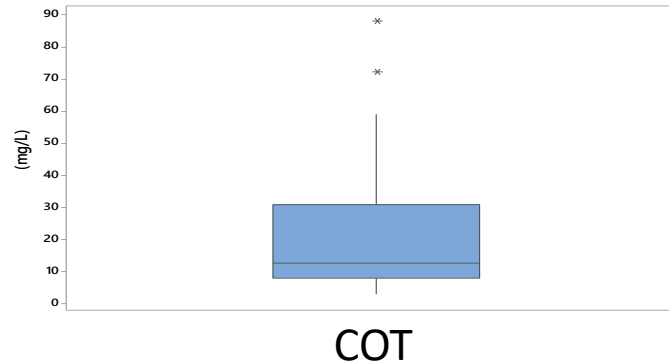


Gráfico Boxplot de COT



## Correlação e Dispersão

- Análise de correlação

Medida estatística	DBO5 e COT	DQO e COT
Coefficiente de Pearson (r)	0,936	0,884
Valor-p	<0,001	<0,001

Gráfico de Dispersão de COT x DBO5

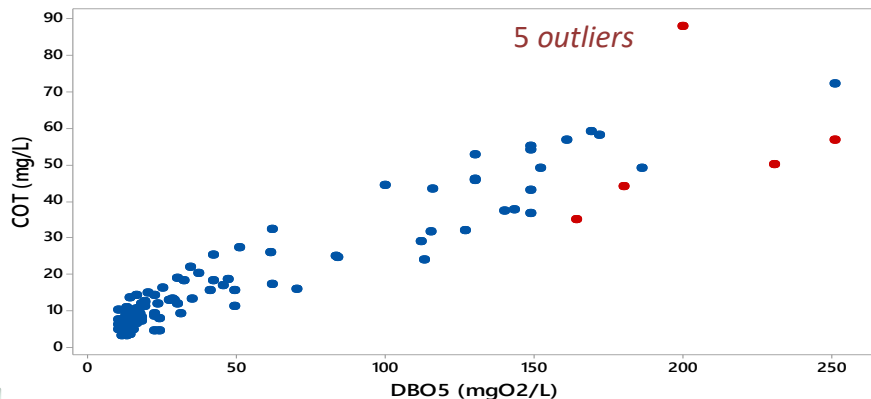
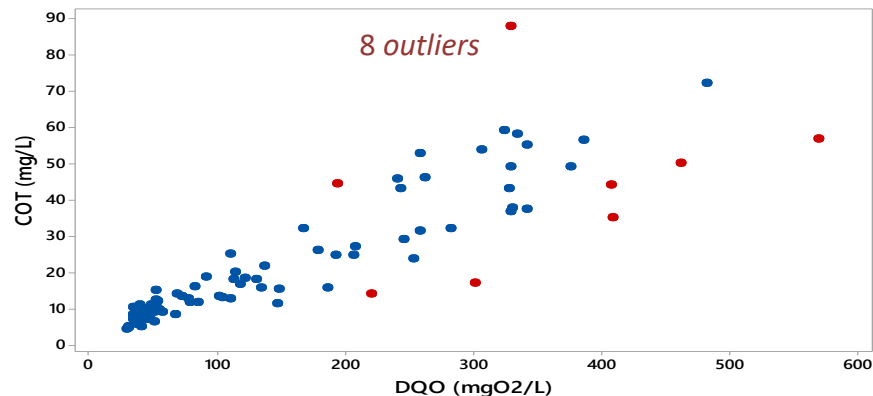


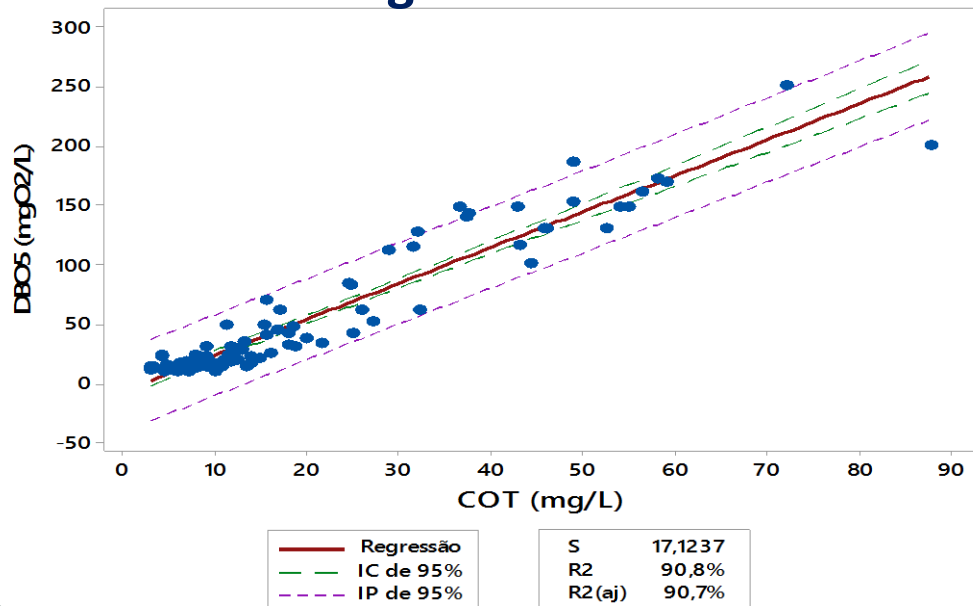
Gráfico de Dispersão de COT x DQO



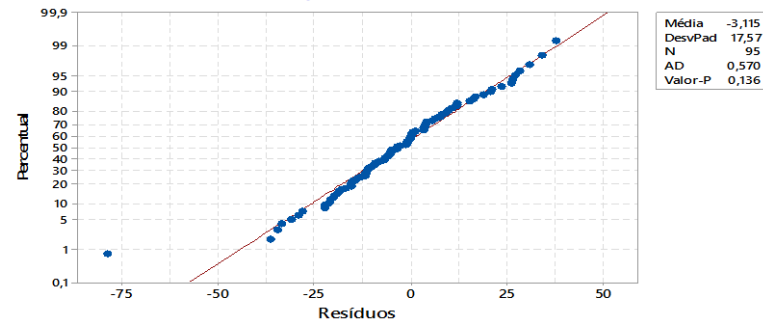


## COT X DBO 5

- **Análise de regressão linear:**



Teste de Normalidade dos Resíduos  
Distribuição Normal (valor-p > 0,05)



**Equação de Regressão**  
 $DBO5 = - 7,056 + 3,032 \text{ TOC mg/L}$   
**Coefficiente de Determinação**  
 $R^2 = 90,76\%$

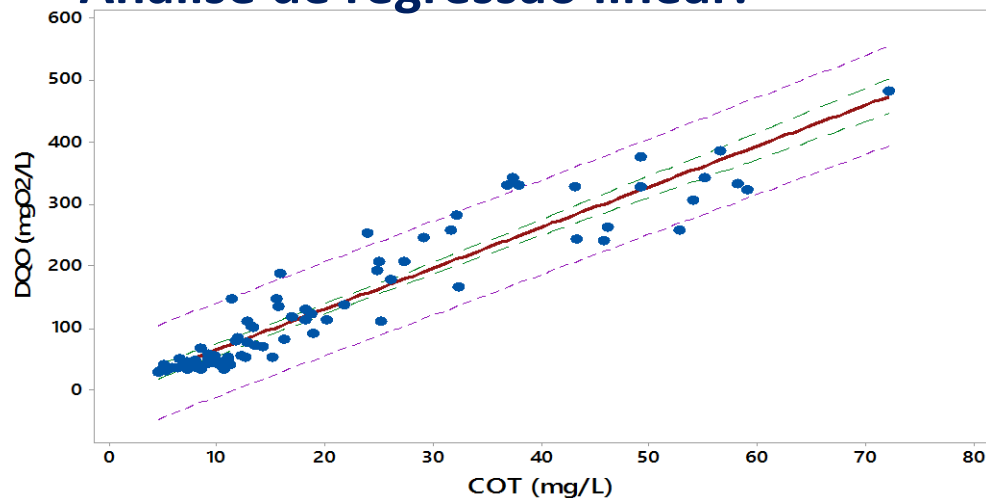
## COT X DBO 5

- **Indicador Córrego Limpo:**
  - Limite de DBO5 = 30 mgO<sub>2</sub>/L

$$COT = \frac{(DBO5+7,056)}{3,032} = \frac{(30+7,056)}{3,032} = 12,2\text{mg/L}$$

## COT X DQO

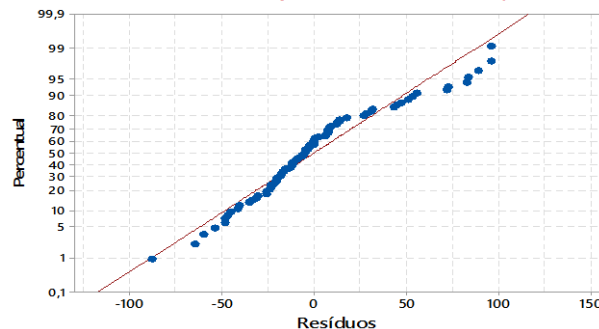
- **Análise de regressão linear:**



— Regressão  
 - - - IC de 95%  
 - - - IP de 95%

S	37,7751
R2	89,2%
R2(aj)	89,1%

Teste de Normalidade dos Resíduos  
 Distribuição não é Normal (valor-p < 0,05)



Média	7,368591E-14
DesvPad	37,54
N	81
AD	1,753
Valor-P	<0,005

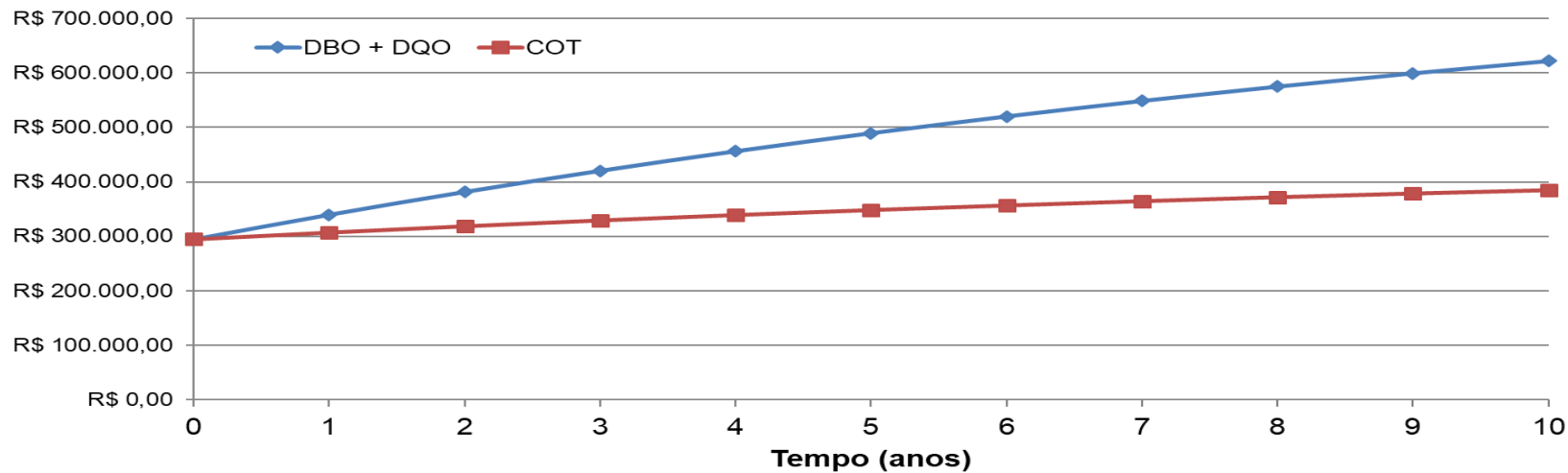
**Equação de Regressão**  
 $DQO = - 0,273 + 6,577 \text{ TOC mg/L}$   
**Coefficiente de Determinação**  
 $R^2 = 89,19 \%$

## Avaliação Econômica

- **Método:** Valor Presente Líquido;
- **Taxa de desconto:** 8,06%;
- **Tempo de alcance:** 10 anos (sem valor residual);
- **CAPEX:**
  - $DBO + DQO = R\$239.357,98 + R\$54.591,31 = R\$293.949,29$ ;
  - **COT = R\$ 295.000,00.**
- **OPEX:**
  - **DBO + DQO:**
    - Insumos:  $R\$12.775,75/\text{ano} + R\$9.144,00/\text{ano} = R\$21.919,75/\text{ano}$ ;
    - Mão-de-obra: **R\$ 27.104,64/ano.**
  - **COT:**
    - Insumos: **R\$ 10.559,00/ano;**
    - Mão-de-obra: **R\$ 2853,12/ano.**

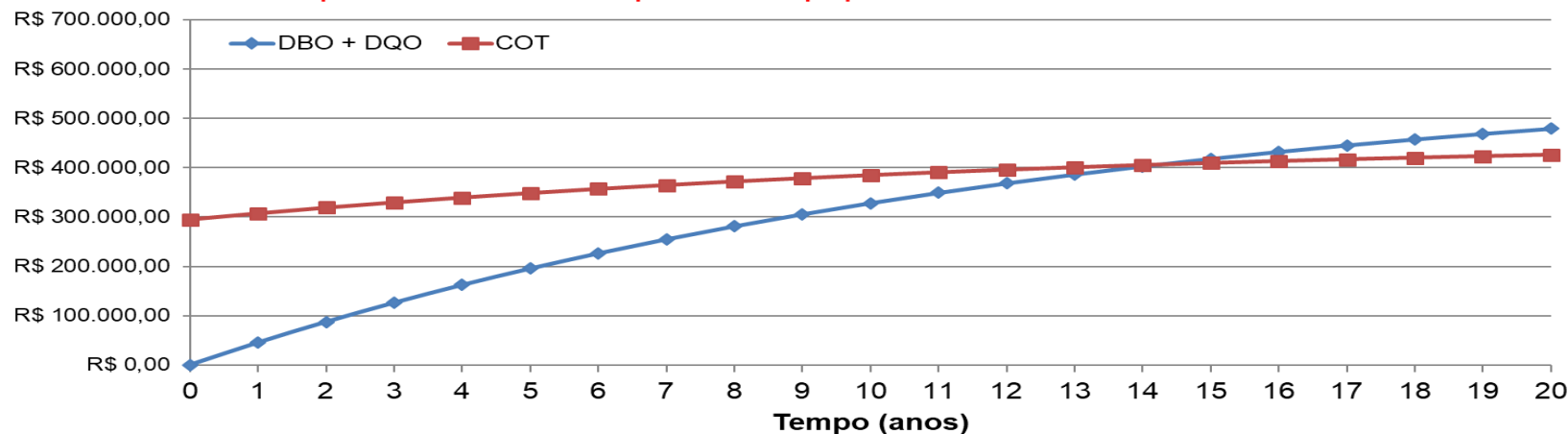
Técnico em Química (nível 11, c/ encargos: R\$ 59,44/h  
DBO: 30h/mês, DQO: 8 h/mês, COT: 4 h/mês

## Custos acumulados ao longo do tempo- CAPEX e OPEX



## Custos acumulados ao longo do tempo- CAPEX e OPEX

Hipótese de não adquirir os equipamentos de DBO + DQO



## Conclusões / Próximos passos

- **Viável tecnicamente** (limite COT Cór. Limpo = 12 mg/L);
- **Viável economicamente** (CAPEX equiv. e OPEX <);
- Outras vantagens: minimização do risco de perda de amostras, aumento da capacidade analítica (atender a outras UNs), eliminação da geração de produtos perigosos;
- Continuidade por **1 ciclo hidrológico**: Fev/18 a Fev/19.

# Obrigado!

---

**Allan Saddi Arnesen**

**Engenheiro Sanitarista**

**Gerente Depto. TXA**

**Tel. (11) 3388-9541**

**e-mail: [aarnesen@sabesp.com.br](mailto:aarnesen@sabesp.com.br)**

