

OBTENÇÃO DE PARAMETROS DE PROJETO
PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DOS
EFLUENTES DA EUCATEX EM CONJUNTO
COM OS ESGOTOS DOMÉSTICOS DA
CIDADE DE SALTO

MAIO/86

Arquivo Técnico

5308
G871o(RCET)
028902



21702



028902

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BR. S.L.

OBTENÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO
PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DOS
EFLUENTES DA EUATEX EM CONJUNTO
COM OS ESGOTOS DOMÉSTICOS DA
CIDADE DE SALTO

MAIO/86

20.902

5308
68710 (RCET)
028902

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Luiz Antonio Fleury Filho
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Édis Milaré
Secretário

CETESB
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor-Presidente

Antonio Carlos Gomes
Diretor Administrativo e Financeiro

Antonio Martins de Albuquerque
Diretor de Normas e Padrões Ambientais

Carlos Eduardo Tirlone
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia

José Maria Lopes
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

Lineu Rodrigues Alonso
Diretor de Controle da Poluição de Regiões Metropolitanas

Walter Godoy dos Santos
Diretor de Controle da Poluição do Interior

DIRETORIA DE PESQUISA

Prof. Samuel Murgel Branco

ASSISTENTE TÉCNICO-CIENTÍFICO

Prof. Aristides Almeida Rocha

ASSISTENTE ADMINISTRATIVO

Eng.^a Neusa Monteiro de Arruda Juliano

SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISAS DE ÁGUA E RESÍDUOS

Eng^o Roberto E.B. Centurión

GERÊNCIA DE PESQUISAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E QUALIDADE DE ÁGUA

Eng^o José Roberto Costa

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA: Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcia
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Finheiros
05489-900 - SÃO PAULO - SP - SL

- EQUIPE TÉCNICA

Eng^o Vito Marcello Grieco - Supervisão

Eng^o José Arnaldo Gomes - Coordenação

Anal. Lab. Jr. Aldo Gallacci Filho - Execução

Anal. Lab. Pl. Glauco Tavares Carmona - Execução

Anal. Lab. Sr. José Claudio de Moraes - Execução

Anal. Lab. Sr. Sidney Jorge de A. Silva - Colaboração

Eng^o Marco Antonio Gunther - Colaboração

ÍNDICE

	pag.
<u>NOTA DE REFERÊNCIA</u>	01
1. <u>OBJETIVOS</u>	02
2. <u>NOTAÇÃO E NOMENCLATURA</u>	03
3. <u>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</u>	04
3.1. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS UTILIZADOS NO DIMENSIO- NAMENTO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO BIOLÓGICO	07
4. <u>ENSAIOS DE LABORATÓRIO</u>	12
4.1. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4.2. ACLIMATAÇÃO DO LODO BIOLÓGICO	14
4.3. OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO	16
5. <u>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E OBTENÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO</u>	19
6. <u>CONCLUSÕES</u>	39
7. <u>ANEXOS</u>	41

NOTA DE REFERÊNCIA

Este relatório foi efetuado em conformidade com a solicitação da Superintendência de Assistência aos Municípios, Memo 0100/85/SAM, dentro da Ordem de Serviço 320100. Os estudos foram realizados nos laboratórios da Gerência de Pesquisas de Tratamento de Resíduos e Qualidade de Água, da Diretoria de Pesquisa.

CETESB - CIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é apresentar a metodologia adotada e os resultados obtidos durante os estudos em escala de laboratório, visando a obtenção de parâmetros de projeto e de operação do sistema de tratamento biológico, a ser implantado no município de Salto, para tratamento conjunto dos despejos líquidos industriais da EUCATEX S/A - Indústria e Comércio e dos esgotos domésticos do município.

2. NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio (20°C, 5 dias) (mgO₂/ℓ)

DQO: Demanda Química de Oxigênio (mgO₂/ℓ)

DBO_S: DBO Solúvel

DQO_S: DQO Solúvel

F/M: Fator de Carga Aplicada ao lodo volátil ($\frac{\text{kgDBO ou DQO}}{\text{kg SSV.dia}}$)

N_T: Nitrogênio Kjeldahl Total (mg N/ℓ)

P_T: Fósforo Total (mg P/ℓ)

pH: Potencial Hidrogeniônico

SSV: Sólidos Suspensos Voláteis (Xv)

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
S. PAULO - SP

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

PROCESSO DE TRATAMENTO BIOLÓGICO POR LAGOA AERADA

O processo de tratamento biológico por lagoa aerada é um sistema bastante simples, constando basicamente de uma lagoa dotada de um sistema de aeração. Dependendo da natureza dos despejos, pode haver um pré-tratamento ou simplesmente um decantador primário antes da lagoa.

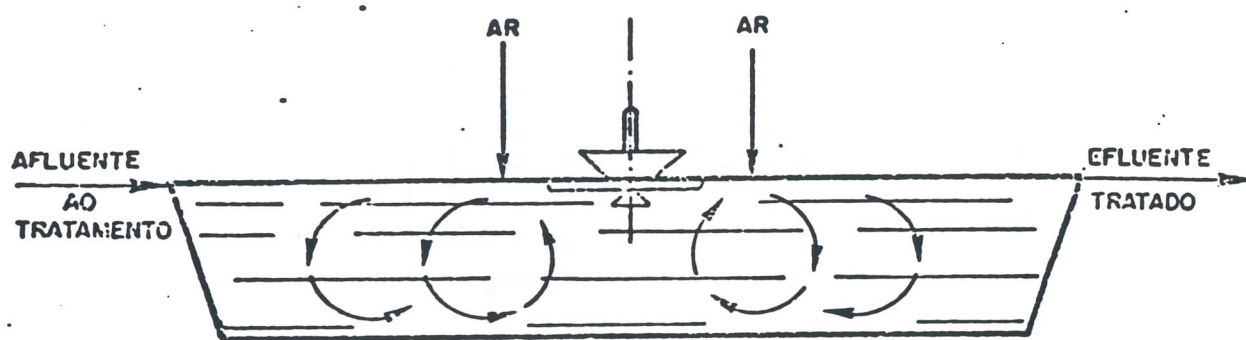
Um esquema desse processo de tratamento está esquematizado no desenho 1.

O despejo a ser tratado é encaminhado à lagoa, onde a matéria orgânica biodegradável (substrato) é digerida pelos microrganismos, para os seguintes fins:

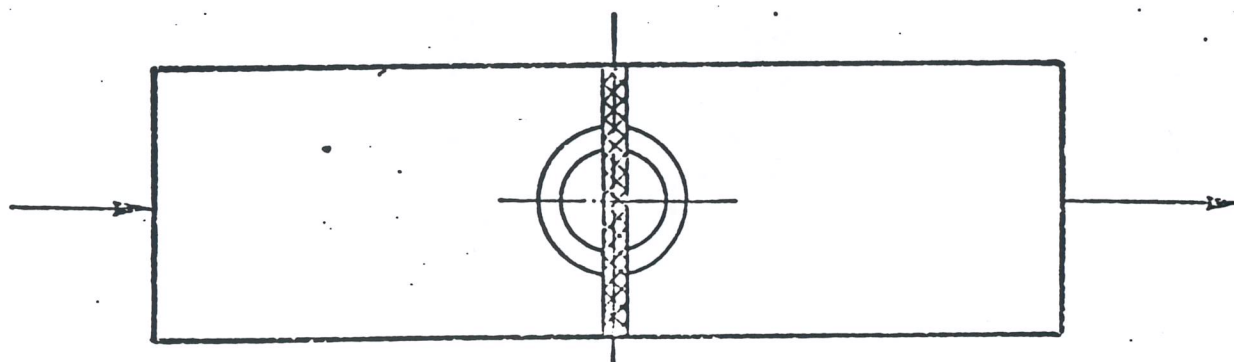
- parte do substrato ingerido é utilizado para a síntese de novas células;
- a parte restante do substrato é oxidada, a fim de produzir energia celular, que é utilizada pelas células para a manutenção de suas funções normais.

Um esquema do mecanismo de degradação biológica aeróbia é apresentado no desenho 2.

Na maioria dos processos biológicos, quando a fonte de alimento diminui, tornando-se fator limitante, as bactérias iniciam o processo de metabolização de suas reservas intracelulares (fenômeno conhecido como respiração endôgena). Durante esse fenômeno pode ocorrer a lise celular e o material protoplasmático das células mortas é dissolvido no meio, servindo como fonte de alimento para os outros microrganismos, ocorrendo uma autodigestão do lodo. Nessa fase há um consumo maior de oxigênio.



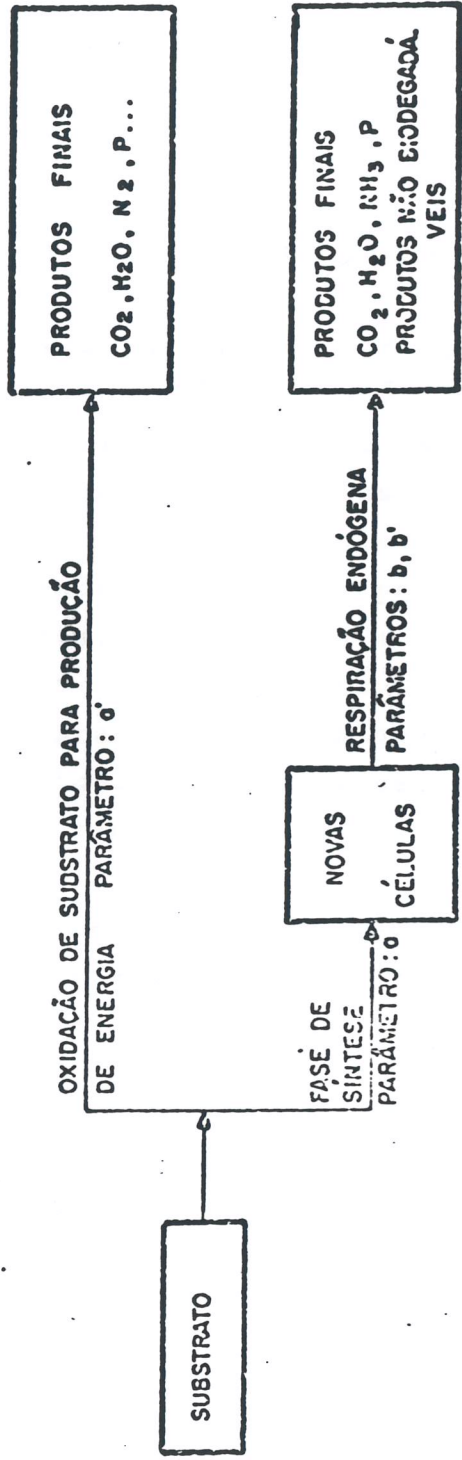
CORTE



PLANTA

LAGOA AERADA

DESENHO 1 - ESQUEMA DO TRATAMENTO BIOLÓGICO POR LAGOA AERADA



DESENHO 2 - MECANISMO DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA AERÓBIA

Quando a alimentação é aumentada, tornando maior a quantidade de matéria orgânica disponível, verifica-se a predominância de organismos filamentosos, com conseqüente diminuição de densidade do lodo, fenômeno comumente conhecido como "bulking filamentos", problemático, do ponto de vista de decantação desse lodo.

A ilustração do desenho 3 permite uma melhor visualização da utilização da matéria orgânica na degradação biológica aeróbia.

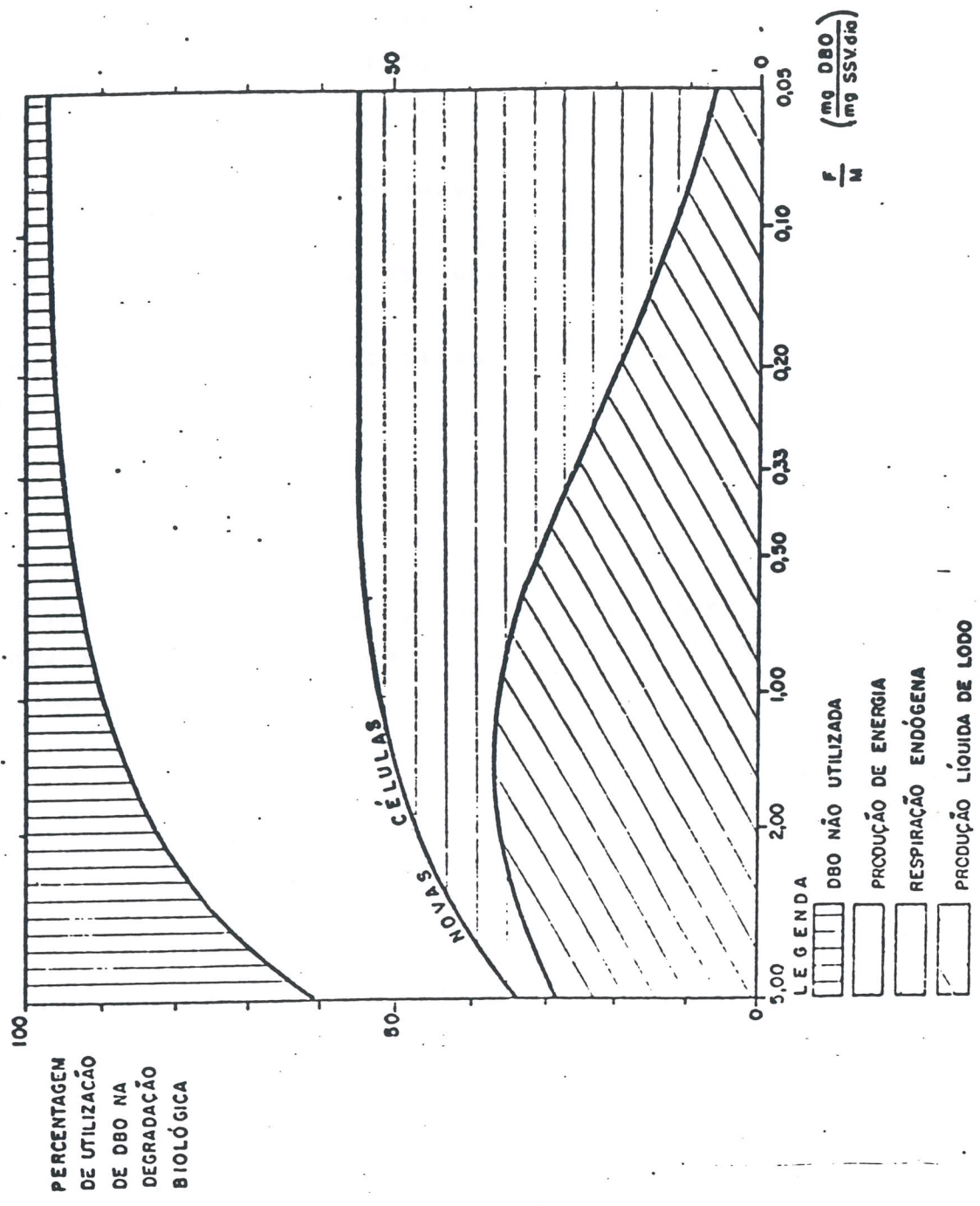
Nota-se que para altos valores de F/M (relação entre matéria orgânica e lodo biológico), 60% da matéria orgânica (DBO) aplicada é consumida pelos microrganismos. Esse substrato é utilizado parte na formação de novas células e parte na produção de energia vital para as células durante a respiração de assimilação. Para valores menores de F/M, a porcentagem de matéria orgânica consumida aumenta, ocasionando a formação de maior quantidade de novas células e de maior atividade de respiração endógena. É evidente que para um processo operar em condições de equilíbrio, a produção líquida de novas células deve ser continuamente removida do sistema.

Tendo em vista os inúmeros fatores que afetam a cinética de degradação, recomenda-se a utilização de um modelo matemático, para exprimir o processo biológico, determinando-se os parâmetros através de estudos em unidades alimentadas contínua ou descontínuamente, em escala piloto ou de laboratório.

Saliente-se que o sistema contínuo fornece uma base mais precisa na previsão da cinética do processo e estabelecimento de parâmetros de projeto.

3.1. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO BIOLÓGICO

O modelo matemático aplicado no estudo, foi proposto por Eckenfelder.



DESENHO 3 - UTILIZAÇÃO DE DBO NA DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA EM FUNÇÃO DO FATOR DE CARGA

Os parâmetros necessários à utilização do modelo são:

- taxa de remoção de substrato (k);
- consumo de oxigênio (a', b');
- produção de lodo (a, b).

Os termos utilizados no modelo são definidos a seguir.

3.1.1. Taxa de Remoção de Substrato (k)

A equação de projeto utilizada para a determinação deste parâmetro é:

$$\frac{S_0 - S_e}{X_v \cdot t} = k \cdot S_e$$

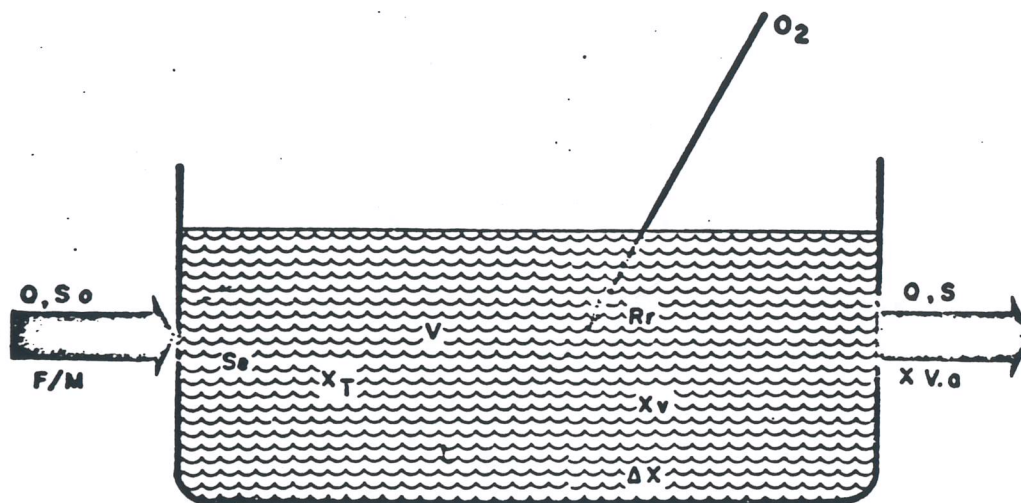
Considera-se um reator operando continuamente sob regime constante e completa condição de mistura, conforme esquematizado no desenho 4.

Como todos os termos da equação são conhecidos através de ensaios de laboratório, com exceção de k basta construir um gráfico plotando-se valores de $\frac{S_0 - S_e}{X_v \cdot t}$ em função de valores de S_e . A inclinação da reta assim obtida, fornecerá o valor de k, em $(\frac{\text{mgSSV. dia}}{\text{l}})^{-1}$.

3.1.2. Consumo de Oxigênio (a', b')

Os parâmetros a' e b' são utilizados no balanço material para cálculo do consumo de oxigênio necessário ao processo, para o dimensionamento dos aeradores:

a' - massa de oxigênio utilizada na produção de energia celular/massa total de DBO removida.



Q - vazão (l/dia)

S_0 - concentração de substrato na alimentação (mg/l)

V - volume do reator (l)

S - concentração do substrato no efluente (mg/l)

X_v - concentração de sólidos suspensos voláteis (SSV) no reator (mg/l)

X_T - concentração de sólidos suspensos totais (SST) no reator (mg/l)

ΔX - crescimento de lodo (mg/dia)

t - tempo de detenção hidráulico (dia)

R_r - taxa de consumo de oxigênio ($\text{mgO}_2/\text{l}/\text{dia}$)

$$\frac{F}{M} = \frac{Q \cdot S_0}{X_v \cdot V} \quad (\text{dia}^{-1})$$

DESENHO 4 - ESQUEMA DO REATOR CONTÍNUO

b' - massa de oxigênio requerida para respiração endôgena (massa de SSV no reator). (dia).

A expressão de projeto utilizada para determinação de a' e b' é a seguinte:

$$\frac{R_r}{X_v} = a' \frac{(S_o - S_e)}{X_v \cdot t} + b'$$

De maneira análoga ao item anterior constrói-se um gráfico de $\frac{R_r}{X_v}$ em função de $\frac{(S_o - S_e)}{X_v \cdot t}$. A inclinação da reta assim ob-

tida fornece o valor de $\underline{a'}$ e sua intersecção com o eixo das ordenadas, o valor de $\underline{b'}$.

3.1.3. Produção de lodo (a, b)

Esses parâmetros são definidos como segue:

a = massa de lodo produzido/massa total de DBO removida.

b = massa de lodo oxidado/(massa de SSV no reator). (dia).

A determinação desses parâmetros é feita através da seguinte equação de projeto:

$$\frac{\Delta X_v/V}{X_v} = a \cdot \frac{(S_o - S_e)}{X_v \cdot t} - b$$

onde ΔX_v = lodo em excesso retirado (mgSSV/dia).

Plotando-se $\frac{\Delta X_v/V}{X_v}$ em função de $\frac{(S_o - S_e)}{X_v \cdot t}$ determinam-se os valores de \underline{a} e \underline{b} . A inclinação da reta fornece o valor de \underline{a} e sua intersecção com o eixo das ordenadas, o valor de \underline{b} .

4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

4.1. MATERIAIS E MÉTODOS

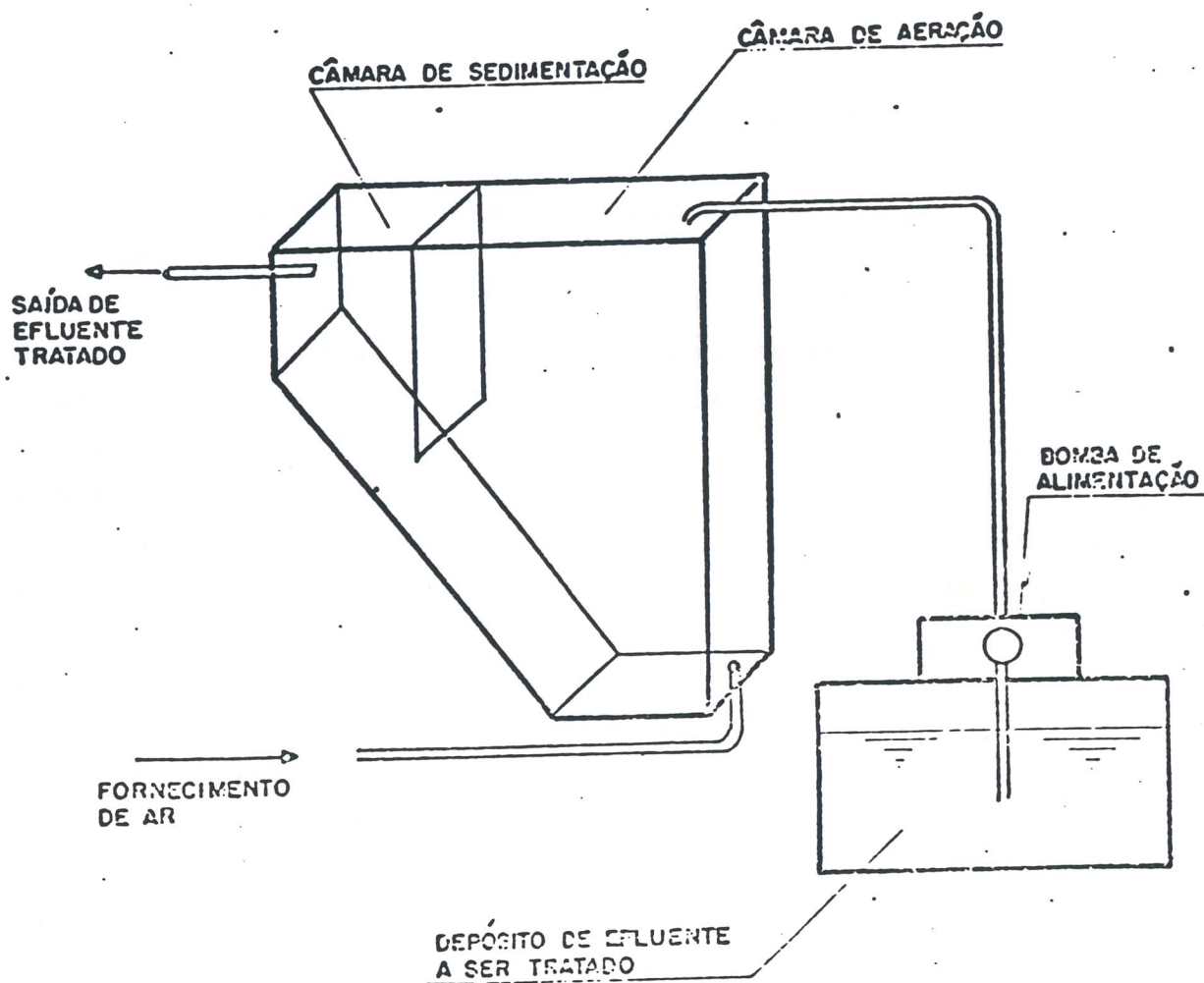
Para efetuar-se os ensaios em laboratório foram montados quatro (04) reatores biológicos em acrílico, cada qual constituído de duas câmaras: uma de aeração e outra de sedimentação. O volume útil de cada reator era de aproximadamente 9,4 litros, e a alimentação foi efetuada de forma descontínua na fase de aclimatação e, através de bomba dosadora na fase de operação contínua.

Uma ilustração esquemática do reator pode ser visualizada no desenho 5.

O fornecimento de oxigênio foi efetuado através de uma linha de ar comprimido existente no laboratório e a sua distribuição dentro de cada reator era efetuada por meio de difusores, com intensidade tal que, além de manter homogênea a massa microbiana, possibilitasse manter uma concentração mínima de oxigênio dissolvido da ordem de 2 mg/l.

A alimentação dos reatores foi preparada conforme orientação da Superintendência de Assistência aos Municípios, em conformidade com o previsto para o tratamento conjunto dos despejos líquidos industriais da EUCATEX e dos esgotos domésticos do município de Salto. Dessa forma, o efluente coletado na EUCATEX era misturado com esgoto doméstico na proporção de 0,38 l de efluente com 1 litro de esgoto. Durante a fase de aclimatação, entretanto, foi utilizado o efluente da EUCATEX sem nenhuma diluição. Não houve necessidade da adição de nutrientes (N e P), uma vez que a mistura efluente/esgoto já possuía quantidade suficiente dos mesmos.

Eram coletadas amostras da entrada, do interior e da saída dos reatores para análises de acompanhamento do processo, tanto na fase de aclimatação quanto na fase de operação contínua.



DESENHO 5 - ESQUEMA DO REATOR BIOLÓGICO E ACESSÓRIOS

4.2. ACLIMATAÇÃO DO LODO BIOLÓGICO

Para iniciar a aclimatação do lodo biológico foi colocado, em cada um dos reatores uma certa quantidade (igual para todos os 4 reatores) de lodo adensado de esgoto doméstico. O volume restante foi completado com esgoto doméstico decantado, ficando a mistura sob aeração durante dois (02) dias, período em que ocorre uma seleção natural dos microrganismos aeróbios em relação aos anaeróbios.

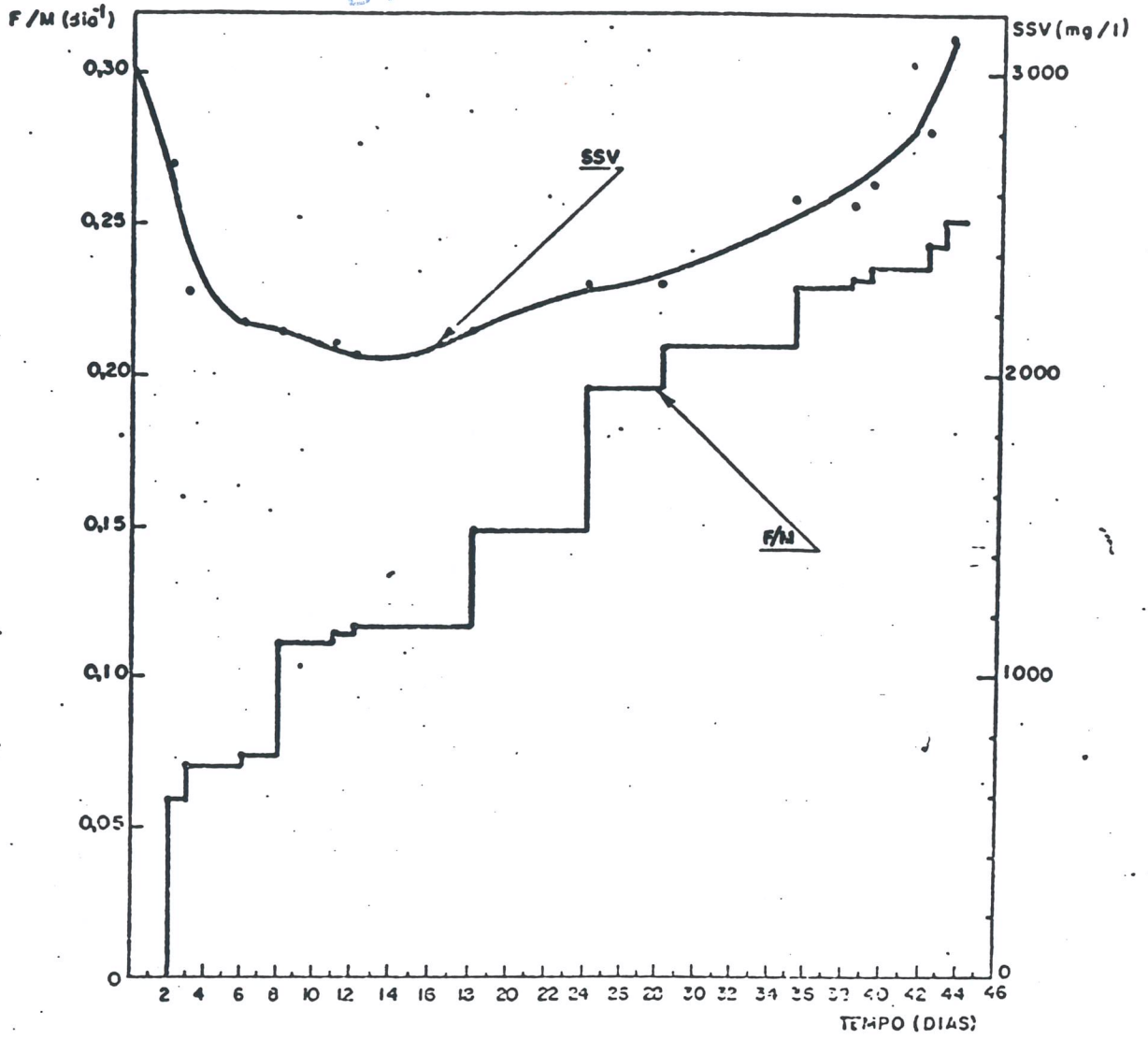
A análise inicial da mistura contida nos reatores revelou concentrações de sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV) da ordem de 4300 e 3000 mg/l, respectivamente, e relação SSV/SST aproximadamente 0,70.

O período de aclimatação durou aproximadamente quinze (15) dias, quando considerou-se o lodo aclimatado, observado pelo início do crescimento do mesmo. Durante este período, a concentração de SSV variou dos 3000 mg/l iniciais até 2060 mg/l, aproximadamente. A relação SSV/SST caiu gradativamente até 0,62 e o fator de carga (F/M - calculado como massa de SSV/dia) variou de 0,059 até 0,12 dia⁻¹. Após estes 15 dias a concentração de SSV aumentou gradualmente e manteve-se o aumento gradual do fator de carga, até atingir-se o valor de F/M = 0,25 aos quarenta e três (43) dias de ensaio. Ao final deste período a relação SSV/SST era de 0,81 e a concentração de SSV era de 3100 mg/l, aproximadamente.

No desenho 6 está apresentado o gráfico da variação do fator de carga e do SSV com o tempo de ensaio durante a aclimatação do lodo.

Durante a aclimatação, a alimentação dos reatores foi efetuada por bateladas, utilizando-se o efluente da EUCATEX sem diluição, com um DQO da ordem de 3000 mgO₂/l e não houve necessidade de se acertar o pH do mesmo, uma vez que o pH dentro dos reatores permanecia numa faixa favorável (6,8-7,2) ao desenvolvimento da fauna microbiana.

BETECO - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



DESENHO 6 - VARIAÇÃO DO FATOR DE CARGA E DO SSV COM O TEMPO DE ENSAIO DURANTE A ACLIMATAÇÃO DO LODO

4.3. OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO

Para a operação em regime contínuo foram estabelecidas algumas condições operacionais, de acordo com o previsto para a implantação do sistema de tratamento na cidade de Salto, que são os seguintes:

- contribuição em termos de carga orgânica:

Efluente da Eucatex = 10 ton/dia. (C.O. Euc.)

Esgoto doméstico da cidade = 6 ton/dia (C.O. Dom.)

- concentração em termos de DBO:

Efluente da Eucatex = 1300 mg/l (DBO Euc.)

Esgoto doméstico da cidade = 300 mg/l (DBO Dom.)

- cálculo da mistura de efluente

$$\text{Relação} = \frac{\text{C.O. Euc.}}{\text{C.O. Dom.}} = \frac{\text{DBO Euc.} \times \text{Q.Euc.}}{\text{DBO Dom.} \times \text{Q.Dom.}} = \frac{10}{6}$$

$$1,66 = \frac{1.300 \times \text{Q.Euc.}}{300 \times \text{Q.Dom.}} \quad \text{Q.Euc.} = 0,38 \text{ Q Dom.}$$

- cálculo da DBO da mistura

$$\text{DBO mist.} = \frac{\text{DBO Euc.} \times \text{Q Euc} + \text{DBO Dom.} \times \text{Q.Dom.}}{\text{Q Euc.} + \text{Q.Dom.}}$$

$$\text{DBO mist.} = \frac{1300 \times 0,38 \text{ Q Dom.} + 300 \times \text{Q.Dom.}}{0,38 \text{ Q.Dom.} + \text{Q.Dom.}} \quad \text{DBO mist} = 575,4 \text{ mg/l}$$

A partir dos valores previstos para a DBO da mistura efluente/esgoto, da relação entre as vazões efluente/esgoto e ainda sabendo-se que a relação DQO/DBO prevista para esta mistura era de 2,23, foram estabelecidas as condições a serem mantidas em cada um dos reatores experimentais, conforme apresentado na tabela 1.

A alimentação dos reatores foi efetuada de forma contínua com uso de bomba dosadora, inicialmente com a mistura de 0,38 litros de efluente da EUCATEX com 1 litro de esgoto da cidade de Salto e, posteriormente, devido a problemas enfrentados na coleta do esgoto em Salto, com esgoto da ETE-Pinheiros.

Para o início desta fase, foi necessário o descarte do excesso de lodo existente nos reatores, para se obter a concentração de sejada, e da mesma forma foram efetuados descartes diários (quando necessário) para se manter a concentração de sólidos sus pensos voláteis (SSV) em torno de 700 mg/l.

Esta fase teve a duração aproximada de 6 semanas, das quais as primeiras 4 foram para assegurar o regime estacionário e para sanar todos os problemas operacionais existentes, tais como, problemas da coleta de amostras, de análises, etc. Além do que foram determinadas as relações DBO/DQO para a alimentação e para a saída dos reatores. As duas últimas semanas foram para a obtenção de parâmetros de dimensionamento.

Na tabela 2 está apresentado o esquema utilizado para análises e determinações de acompanhamento dos reatores durante a fase de obtenção de parâmetros.

Em anexo é apresentada a metodologia para determinação da taxa de consumo de oxigênio (R_r), bem como os resultados práticos obtidos em cada um dos reatores.

TABELA 1 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS EM CADA UM DOS REATORES

Reator Nº	Vazão (l/dia)	Tempo de Detenção (dia)	SSV (mg/l)	Fator de Carga ₁ (dia ⁻¹)
1	2,6	3,615	700	0,20
2	5,2	1,808	700	0,40
3	7,8	1,205	700	0,60
4	10,4	0,909	700	0,80

 CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA

TABELA 2 - ESQUEMA DE ANÁLISES DE DETERMINAÇÕES DE ACOMPANHAMENTO

Análises e Determinações	Frequência	Entrada	Reator	Saída
DQO	Diariamente	X		X
DBO	Diariamente	X		X
SST	Diariamente		X	
SSV	Diariamente		X	
pH	Diariamente	X	X	
Taxa de consumo de O ₂ (Rr)	3 vezes por semana		X	

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E OBTENÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO

As alimentações preparadas com esgoto doméstico e efluente industrial para a realização dos ensaios foram caracterizadas através da análise dos parâmetros inerentes ao processo (DQO, DBO, N_T e P_T), estando os resultados apresentados na Tabela 3.

Os resultados obtidos nos ensaios durante o período de operação em regime contínuo, até se assegurar o regime estacionário, estão apresentados nas tabelas 4 a 7. Nesta fase foram efetuadas análises de DQO e DBO solúveis na saída dos reatores, a partir das quais se estabeleceu a relação DBO/DQO para cada reator.

Para efeito de cálculo de parâmetros de projeto utilizar-se-ã os resultados obtidos durante as duas últimas semanas de operação, em regime estacionário. Nas tabelas de 8 a 11, inerente a cada reator, são apresentadas as condições de ensaio e os resultados analíticos obtidos nestas duas semanas.

Na Tabela 12 estão apresentadas as médias dos resultados obtidos para cada um dos reatores, durante as duas últimas semanas do estudo, valores estes, utilizados na determinação dos parâmetros de projeto.

Para o cálculo da produção de lodo ΔX_v , foi utilizada a média dos descartes de lodo para cada reator e dessa média foi subtraída a quantidade de SSV já existente na alimentação adicionada diariamente. A análise de SSV da alimentação revelou um teor médio de aproximadamente 245 mg/l e considerou-se como matéria orgânica não degradável uma fração de 80% deste valor ou seja 200 mg/l. Este sólido pode conduzir a um falso resultado no crescimento de lodo, sendo necessário portanto, a subtração deste teor para a correção do valor encontrado.

No cálculo do fator $\frac{\Delta X_v/V}{X_v}$, foi considerado o valor de 700 mg/l para o X_v , uma vez que era este o valor mantido em cada reator, após o descarte diário do lodo produzido.

TABELA 3 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ALIMENTAÇÕES PREPARADAS

Amostra nº	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	N _T (mg/l)	P _T (mg/l)
1	932	302	*	*
2	1.545	723	36,0	3,00
3	1.300	109	45,0	6,00
4	1.120	482	22,0	2,75
5	2.095	826	50,0	1,83
6	785	440	26,0	2,10
7	1.120	634	33,0	,95
8	1.070	330	23,0	4,88
9	970	668	28,0	3,45
10	650	376	*	*
11	1.045	602	34,0	4,80
Média	1.148,4	499,2	33,0	3,75

*Não determinado

Relação DBO/DQO da alimentação = 0,435

TABELA 4 - RESULTADOS OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO

Reator nº 1 - vazão = 2.600 ml/dia

Dia de Ensaio	Entrada			Saída			Reator			Fator de Carga (F/N)		Eficiência (%)	
	DQO	DBO	pH	DQO _s	DBO _s	pH	SST	SSV	DQO	DBO	DQO	DBO	
1	785	440	5,9	99	17	6,9	810	800	0,271	0,152	87,4	96,1	
2	785	440	5,9	99	19	6,8	930	740	0,293	0,164	87,4	95,7	
3	1.120	634	5,9	95	16	6,8	1.060	900	0,344	0,195	91,5	97,5	
4	1.120	634	5,9	70	9	6,9	830	720	0,430	0,244	93,8	98,6	
5	1.070	330	5,9	50	5	7,2	1.060	890	0,333	0,103	95,3	98,5	
6	1.070	330	5,9	54	5	7,2	*	*	-	-	95,0	98,5	
7	1.070	330	5,9	58	5	7,1	1.110	860	0,267	0,106	94,6	98,5	
8	1.070	330	5,9	54	2	7,2	590	490	0,604	0,186	95,0	99,4	
9	970	668	5,9	58	16	7,2	800	740	0,363	0,250	94,0	97,6	
10	970	668	5,9	19	5	-	980	860	0,312	0,215	98,0	99,3	
11	650	376	6,7	27	6	7,0	970	690	0,261	0,151	95,8	98,4	
12	1.605	900	6,5	62	16	6,9	940	690	0,643	0,361	96,1	98,2	
13	925	520	6,7	62	16	6,9	890	780	0,328	0,184	93,3	96,9	
14	1.045	602	6,7	50	7	6,9	970	760	0,380	0,189	95,2	98,8	
Média	1.018,2	514,4	-	61,2	10,3	-	918,5	763,1	0,369	0,186	94,0	98,0	

*Não determinado

Relação DBO/DQO na saída = 0,168

TABELA 5 - RESULTADOS OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO

Reator nº 2 - vazão = 5.200 ml/dia

Dia de Ensaio	Entrada			Saída			Reator			Fator de Carga (F/M)		Eficiência (%)	
	DQO	DBO	pH	DQOs	DBOs	pH	SST	SSV	DQO	DBO	DQO	DBO	
1	785	440	5,9	78	17	6,9	1.520	1.410	0,308	0,173	90,1	96,1	
2	785	440	5,9	74	12	6,9	940	780	0,557	0,312	90,6	97,3	
3	1.120	634	5,9	87	17	6,9	1.100	960	0,645	0,365	92,2	97,3	
4	1.120	634	5,9	87	13	7,0	650	550	1,126	0,638	92,2	97,9	
5	1.070	330	5,9	66	5	7,3	860	750	0,789	0,243	93,8	98,5	
6	1.070	330	5,9	*	*	7,0	*	*	-	-	-	-	
7	1.070	330	5,9	95	11	7,0	970	740	0,800	0,247	91,1	96,7	
8	1.070	330	5,9	70	3	7,2	960	710	0,834	0,257	93,5	99,1	
9	970	668	5,9	42	16	7,4	560	520	1,032	0,711	95,7	97,6	
10	970	668	5,9	34	17	-	780	760	0,706	0,486	96,5	97,5	
11	650	376	6,7	34	6	7,4	1.250	880	0,409	0,236	94,8	98,4	
12	1.605	900	6,5	83	12	7,0	1.100	910	0,976	0,547	94,8	98,7	
13	925	520	6,7	104	16	7,0	970	880	0,581	0,327	88,8	96,9	
14	1.045	602	6,7	62	14	7,4	1.110	940	0,615	0,449	94,1	97,7	
Média	1.018,2	514,4	-	70,5	12,2	-	982,3	830,0	0,679	0,343	93,1	97,6	

*Não determinado

Relação DBO/DQO na saída = 0,173

TABELA 6 - RESULTADOS OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO

Reator nº 3 - vazão = 7.800 ml/dia

Dia de Ensaio	Entrada			Saída			Reator			Fator de Carga (F/M)		Eficiência (%)	
	DQO	DBO	pH	DQO _s	DBO _s	pH	SST	SSV	DQO	DBO	DQO	DBO	
1	785	440	5,9	74	11	6,8	1.460	1.340	0,486	0,272	90,6	97,5	
2	785	440	5,9	87	13	6,9	880	730	0,892	0,500	88,9	97,0	
3	1.120	634	5,9	70	4	7,1	1.260	1.070	0,869	0,492	93,8	99,4	
4	1.120	634	5,9	74	21	7,2	890	790	1,176	0,666	93,4	96,7	
5	1.070	330	5,9	104	27	7,1	1.240	1.090	0,815	0,251	90,3	91,8	
6	1.070	330	5,9	104	22	6,8	*	*	-	-	90,3	93,3	
7	1.070	330	5,9	112	16	6,9	1.340	1.110	0,800	0,247	89,5	95,2	
8	1.070	330	5,9	95	6	7,1	760	630	1,409	0,435	91,1	98,2	
9	970	668	5,9	46	10	7,3	1.150	1.050	0,767	0,528	95,3	98,5	
10	970	668	5,9	42	7	-	990	920	0,875	0,602	95,7	99,0	
11	650	376	6,7	50	17	7,5	1.230	890	0,606	0,351	92,3	95,5	
12	1.605	900	6,5	87	15	7,1	1.580	1.220	1,092	0,612	94,6	98,3	
13	925	520	6,7	87	20	7,2	980	880	0,872	0,490	90,6	96,2	
14	1.045	602	6,7	99	17	7,3	1.130	990	0,876	0,436	90,5	97,2	
Média	1.018,2	514,4	-	80,8	14,7	-	1.145,4	977,7	0,864	0,437	92,1	97,1	

*Não determinado

Relação DBO/DQO na saída = 0,182

TABELA 7 - RESULTADOS OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE OPERAÇÃO EM REGIME CONTÍNUO

Reator n94 - vazão = 10.400 ml/dia.

Dia de Ensaio	Entrada			Saída			Reator			Fator de Carga (F/M)		Eficiência (%)	
	DQO	DBO	pH	DQO _s	DBO _s	pH	SST	SSV	DQO	DBO	DQO	DBO	
1	785	440	5,9	70	12	7,2	1.780	1.660	0,523	0,293	91,1	97,3	
2	785	440	5,9	70	9	7,2	1.170	1.010	0,860	0,482	91,1	98,0	
3	1.120	634	5,9	87	4	7,1	1.130	1.060	1,169	0,662	92,2	99,4	
4	1.120	634	5,9	95	9	7,2	900	840	1,475	0,835	91,5	98,6	
5	1.070	330	5,9	99	25	7,2	1.230	1.140	1,038	0,320	90,7	97,7	
6	1.070	330	5,9	91	15	7,1	*	*	-	-	91,5	95,5	
7	1.070	330	5,9	87	16	7,2	1.490	1.240	0,955	0,294	91,9	95,2	
8	1.070	330	5,9	121	32	7,2	880	730	1,622	0,500	88,7	90,3	
9	970	668	5,9	46	14	7,4	1.430	1.220	0,880	0,606	95,3	97,9	
10	970	668	5,9	38	9	-	1.060	1.020	1,052	0,725	96,1	98,7	
11	650	376	6,7	34	5	7,1	1.190	860	0,836	0,484	94,8	98,7	
12	1.605	900	6,5	180	82	7,2	1.870	1.600	1,110	0,622	88,8	90,9	
13	925	520	6,7	139	28	7,3	1.090	1.000	1,023	0,575	85,0	94,6	
14	1.045	602	6,7	117	34	7,1	1.350	1.180	0,980	0,488	88,8	94,4	
Média	1.018,2	514,4	-	91,0	21,0	-	1.274,6	1.120,0	1,006	0,508	91,1	95,9	

*Não determinado

Relação DBO/DQO na saída = 0,231

TABELA 8 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS E RESULTADOS OBTIDOS NO REATOR Nº 1 DURANTE A OPERAÇÃO PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS

Tempo de detenção (Td) = 3,65 dias
 Vazão (Q) = 2.600 ml/dia
 Fator de Carga (F/M) DQO = 0,20 mgDQO/mg SSV.dia
 DBO = 0,10 mgDBO/mg SSV.dia
 Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) = 700 mg/l

Ensaio	Entrada (So)			Saída (Se)		Reator			Z Remoção	
	DQO _S	DBO _S *	pH	DQO _S	DBO _S **	SST	SSV	pH	DQO	DBO
E1	2.870	1.248,5	6,6	62	10,4	1.060	780	6,9	97,8	99,2
E2	1.605	698,2	6,5	62	10,4	940	690	6,9	96,1	98,5
E3	925	402,4	6,7	62	10,4	890	780	6,9	93,3	97,4
E4	1.045	454,6	6,7	50	8,4	970	760	6,8	95,2	98,2
E5	1.045	454,6	5,6	50	8,4	650	530	6,8	95,2	98,2
E6	1.045	454,6	5,6	38	6,4	980	840	7,0	96,4	98,6
E7	1.350	587,3	5,6	62	10,4	1.070	990	6,9	95,4	98,2
E8	1.350	587,3	5,7	78	13,1	900	830	6,9	94,2	97,8
E9	1.575	685,1	5,7	54	9,1	1.050	890	7,1	96,6	98,7
E10	950	413,3	5,7	46	7,7	800	670	7,0	95,2	98,1
Média	1.376	598,6	-	56,4	9,5	931	776	-	95,9	98,4

*DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,435

**DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,168

TABELA 9 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS E RESULTADOS OBTIDOS NO REATOR Nº 2 DURANTE A OPERAÇÃO PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS

Tempo de detenção (Td) = 1,808 dias
 Vazão (Q) = 5,200 m³/dia
 Fator de Carga (F/M) DQO = 0,40 mgDQO/mg SSV.dia
 DBO = 0,20 mgDBO/mg SSV.dia
 Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) = 700 mg/l

Ensaio	Entrada (So)			Saída (Se)		Reator			Z Remoção	
	DQO _S	DBO _S *	PH	DQO _S	DBO _S **	SST	SSV	PH	DQO	DBO
E1	2.870	1.248,5	6,6	66	11,4	1.180	920	7,0	97,7	99,1
E2	1.605	698,2	6,5	83	14,4	1.100	910	7,0	94,8	97,9
E3	925	402,4	6,7	104	18,0	970	880	6,9	88,8	95,5
E4	1.045	454,6	6,7	62	10,7	1.110	940	7,2	94,1	97,6
E5	1.045	454,6	5,6	62	10,7	950	820	7,3	94,1	97,6
E6	1.045	454,6	5,6	70	12,1	1.650	1.420	7,4	93,3	97,3
E7	1.350	587,3	5,6	38	6,6	1.110	1.040	7,2	97,2	98,9
E8	1.350	587,3	5,7	78	13,5	1.020	950	7,2	94,2	97,7
E9	1.575	685,1	5,7	62	10,7	1.060	920	7,3	96,1	98,4
E10	950	413,3	5,7	50	8,7	950	860	7,2	94,7	97,9
Média	1.376	598,6	-	67,5	11,7	1.110	966	-	95,1	98,0

*DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,435

**DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,173

TABELA 10 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS E RESULTADOS OBTIDOS NO REATOR Nº 3 DURANTE A OPERAÇÃO PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS

Tempo de detenção (Td) = 1,205 dias
 Vazão (Q) = 7.800 ml/dia
 Fator de Carga (F/M) DQO = 0,60 mg DQO/mg SSV.dia
 DBO = 0,30 mg DBO/mg SSV.dia
 Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) = 700 mg/l

Ensaio	Entrada (So)			Saída (Se)		Reator			% Remoção	
	DQO _S	DBO _S *	PH	DQO _S	DBO _S **	SST	SSV	PH	DQO	DBO
E1	2.870	1.248,5	6,6	70	12,7	1.800	1.540	7,1	97,6	99,0
E2	1.605	698,2	6,5	87	15,8	1.580	1.220	7,1	94,6	97,7
E3	925	402,4	6,7	87	15,8	980	880	7,0	90,6	96,1
E4	1.045	454,6	6,7	99	18,0	1.130	990	7,1	90,5	96,0
E5	1.045	454,6	5,6	190	34,6	1.050	820	7,2	81,8	92,4
E6	1.045	454,6	5,6	60	10,9	1.470	1.310	7,2	94,3	97,6
E7	1.350	587,3	5,6	50	9,1	1.140	1.050	7,2	96,3	98,5
E8	1.350	587,3	5,7	83	15,1	1.130	1.070	7,1	93,9	97,4
E9	1.575	685,1	5,7	104	18,9	1.080	980	7,3	93,4	97,2
E10	950	413,3	5,7	91	16,6	950	890	7,2	90,4	96,0
Média	1.376	598,6	-	92,1	16,8	1.231	1.075	-	93,3	97,2

*DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,435

**DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,182

TABELA 11 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS E RESULTADOS OBTIDOS NO REATOR Nº4 DURANTE A OPERAÇÃO PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS

Tempo de detenção (Td) = 0,904 dias
 Vazão (Q) = 10.400 m³/dia
 Fator de Carga (F/M) DQO = 0,80 mg DQO/mg SSV.dia
 DBO = 0,40 mg DBO/mg SSV.dia
 Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) = 700 mg/l

Ensaio	Entrada (So)			Saída (Se)			Reator			Z Remoção	
	DQO _S	DBO _S *	PH	DQO _S	DBO _S **	PH	SST	SSV	PH	DQO	DBO
E1	2.870	1.248,5	6,6	74	17,1		1.580	1.460	7,2	97,4	98,6
E2	1.605	698,2	6,5	180	41,6		1.870	1.600	7,2	88,8	94,0
E3	925	402,4	6,7	139	32,1		1.090	1.000	7,1	85,0	92,0
E4	1.045	454,6	6,7	117	27,0		1.350	1.180	7,0	88,8	94,1
E5	1.045	454,6	5,6	54	12,5		1.180	980	7,0	94,8	97,3
E6	1.045	454,6	5,6	99	22,9		1.180	1.000	7,4	90,5	95,0
E7	1.350	587,3	5,6	42	9,7		1.370	1.260	7,3	96,9	98,3
E8	1.350	587,3	5,7	134	31,0		1.420	1.310	7,2	90,1	94,7
E9	1.575	685,1	5,7	175	40,4		1.110	1.020	7,3	88,9	94,1
E10	950	413,3	5,7	***	***		1.020	910	7,1	-	-
Média	1.376	598,6	-	112,7	26,0		1.317	1.172	-	91,8	95,7

*DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,435

**DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,231

***Não determinado

TABELA 12 - MÉDIAS DOS RESULTADOS OBTIDOS EM CADA REATOR
VALORES UTILIZADOS NA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

Reator Nº	Entrada (So)		Saída (Se)		Reator Xv	Tempo de Detenção	Xv	$\frac{So - Se}{Xv \cdot Td}$		$\frac{\Delta Xv}{V}$ Xv
	DQO _S	DBO _S	DQO _S	DBO _S				DQO	DBO	
R1	1.376	598,6	56,4	9,5	776	3,615	119,2	0,470	0,210	0,018
R2	1.376	598,6	67,5	11,7	966	1.808	871,3	0,749	0,336	0,132
R3	1.376	598,6	92,1	16,8	1.075	1.205	1.056,3	0,991	0,449	0,161
R4	1.376	598,6	112,7	26,0	1.172	0,904	1.692,5	1,192	0,540	0,257

Nos desenhos 7 e 8 foram plotados os valores de $(S_o - S_e)/X_v.T$ nas ordenadas e S_e nas abcissas para a determinação de k (Taxa de Remoção de Substrato). Os valores de k encontrados foram de 0,01247 em termos de DQO solúvel e 0,01883 em DBO solúvel.

Nos desenhos 9 e 10 foram plotados os valores de $\Delta X_v/X_v.V$ nas ordenadas e $(S_o - S_e)/X_v.T$ nas abcissas, igualmente para DQO e DBO solúvel. Os valores obtidos foram:

Para DQO_S: $a = 0,30169$ mg SSV/mg DQO removida
 $b = 0,11632$ dia⁻¹

Para DBO_S: $a = 0,66026$ mg SSV/mg DBO removida
 $b = 0,11286$ dia⁻¹

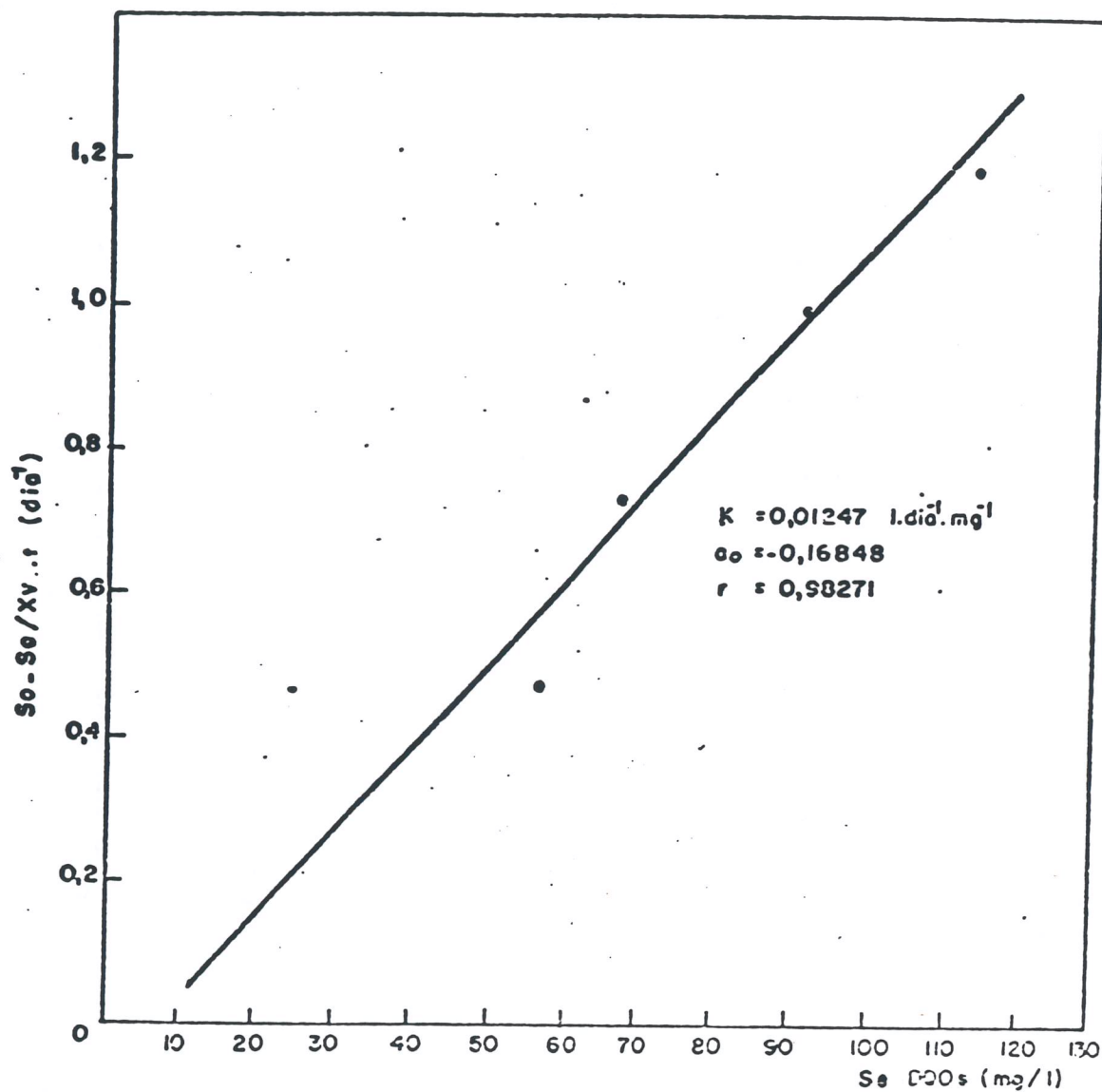
Para o cálculo dos parâmetros de consumo de oxigênio (a' e b'), foram efetuados 4 ensaios com o objetivo da obtenção da taxa de consumo de oxigênio (R_r) para cada um dos reatores (gráficos a apresentados em anexo) e na tabela 13 estão apresentados os valores médios, dos quatro ensaios, para cada reator.

Nos desenhos 11 e 12 foram plotados os valores de R_r/X_v nas ordenadas e $(S_o - S_e)X_v.T$ nas abcissas para DQO e DBO solúveis, respectivamente e os valores obtidos foram:

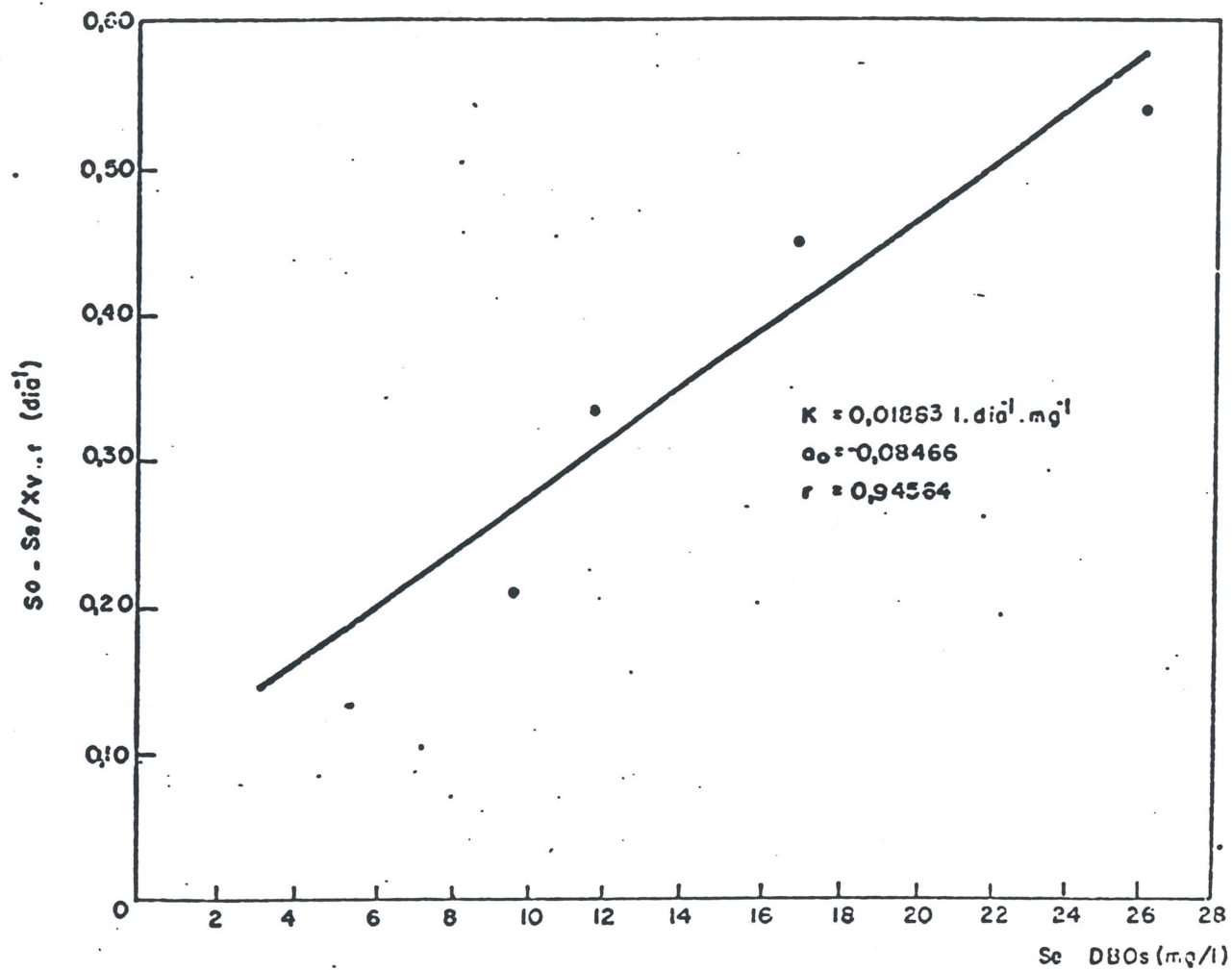
Para DQO_S: $a' = 0,22127$ mgO₂/mg DQO removida/dia
 $b' = 0,05103$ mgO₂/mg SSV/dia

Para DBO_S: $a' = 0,49146$ mgO₂/mg DBO removida/dia
 $b' = 0,04851$ mgO₂/mg SSV/dia

Durante a última semana do estudo, foram efetuadas análises diárias de Nitrogênio Kjeldahl Total e Fósforo Total nas alimentações e na saída dos reatores, estando as médias dos valores encontrados para cada reator apresentadas na Tabela 14. Pode-se observar pelos valores obtidos, que as quantidades desses nutrientes (N_T e P_T) foram suficientes ao bom desempenho dos ensaios.

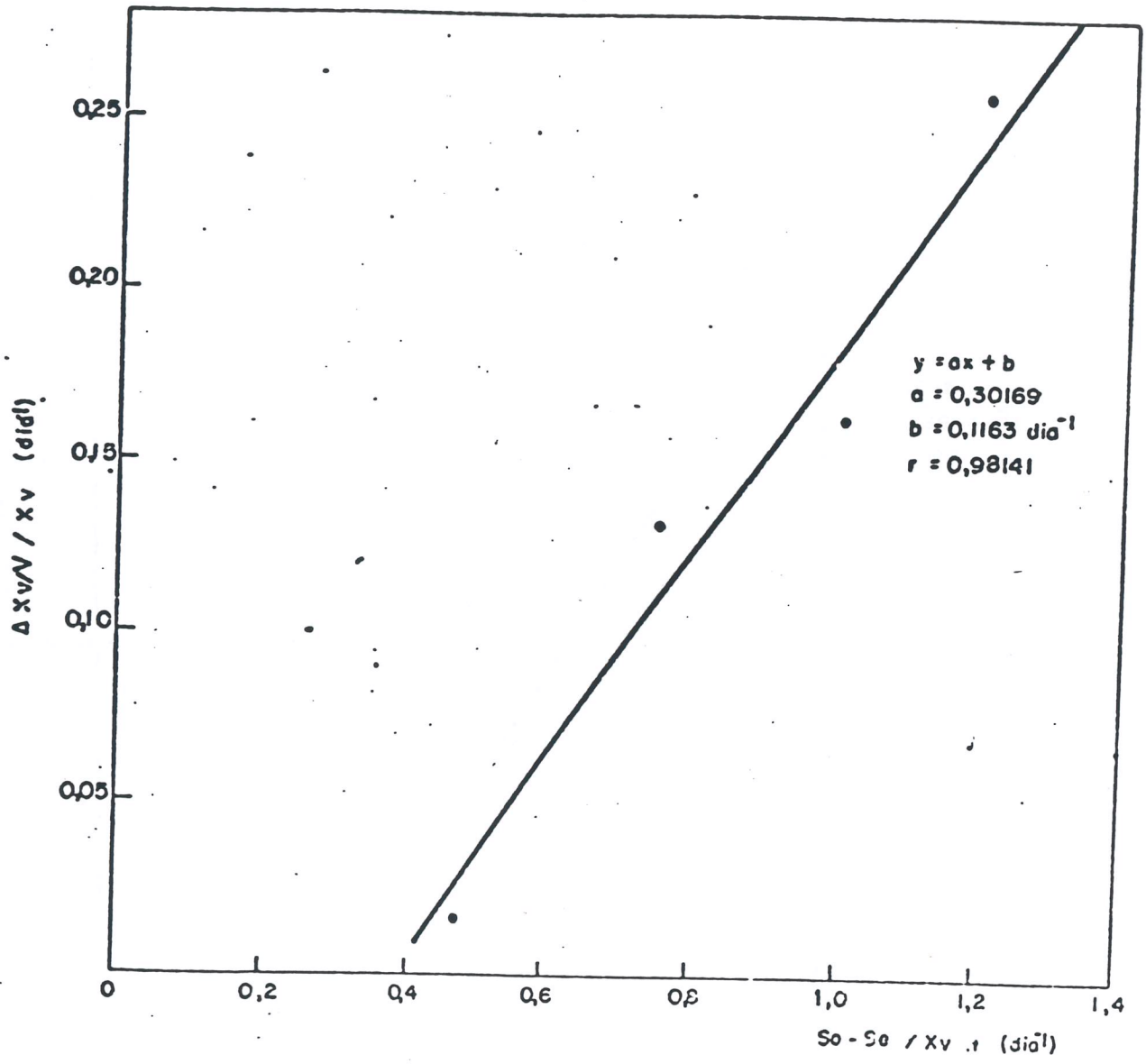


DESENHO 7 - DETERMINAÇÃO DA TAXA DE REMOÇÃO DE SUBSTRATO (k)
 BASE DQO SOLÚVEL

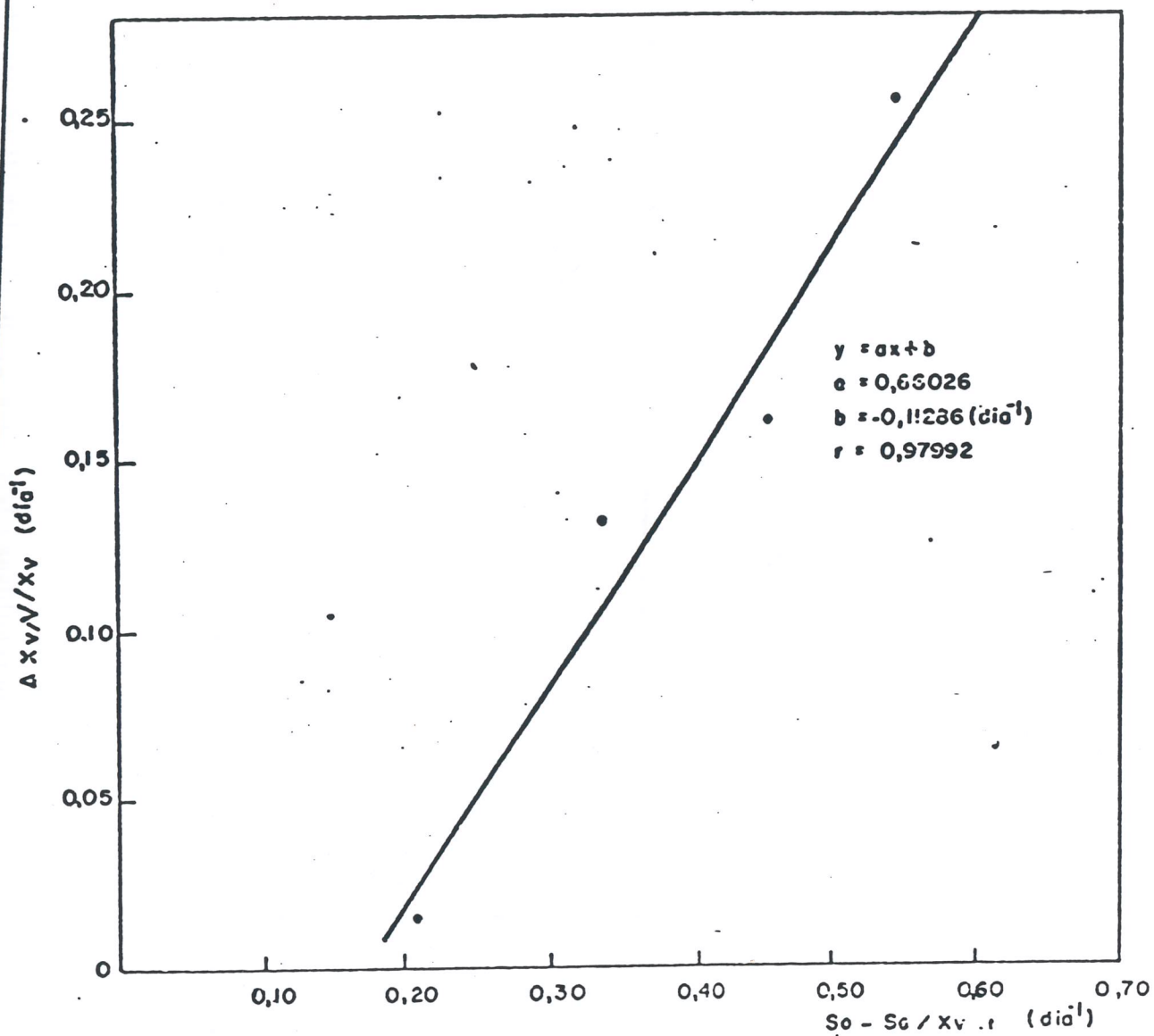


DESENHO 8 - DETERMINAÇÃO DE REMOÇÃO DE SUBSTRATO (k) - BASE DBO SOLÚVEL

CETESB - DIV. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



DESENHO 9 - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E DECAIMENTO DE LODO (a e b) - BASE DQO SOLÚVEL



DESENHO 10 - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E DECAI-
 MENTO DE LODO (a e b) - BASE DBO SOLÚVEL

Reator Nº	Entrada (So)		Saída (Se)		Xv	Tempo de Detenção	Rr (mg/l.min)	Rr/Xv	$\frac{So - Se}{Xv \cdot Td}$	
	DQO _S	DBO _S *	DQO _S	DBO _S **					DQO	DBO
R1	1.111	483,3	119,3	24,5	860,0	3,495	0,07058	0,118	0,330	0,153
R2	1.111	483,3	95,8	17,3	857,5	1,748	0,13046	0,219	0,677	0,311
R3	1.111	483,3	104,5	19,8	1.005,0	1,165	0,15933	0,228	0,860	0,396
R4	1.111	483,3	105,3	29,5	1.202,5	0,874	0,22056	0,264	0,957	0,432

* DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,435

** DBO_S Calculado com a relação DBO/DQO = 0,168 para o R1
 0,173 para o R2
 0,182 para o R3
 0,231 para o R4

TABELA 14 - MÉDIA DAS ANÁLISES DE NUTRIENTES (N_T e P_T) NA ÚLTIMA SEMANA DE ENSAIOS

Reator	Entrada		Saída	
	N_T	P_T	N_T	P_T
R1	36,0	4,09	3,7	0,360
R2	36,0	4,09	5,2	0,185
R3	36,0	4,09	6,2	0,300
R4	36,0	4,09	7,4	0,355

6. CONCLUSÕES

- Resumo dos principais resultados obtidos

- . Remoção de DQO de 85,0 a 98,0%
- . Remoção de DBO de 90,3 a 99,4%
- . Taxa de Remoção de Substrato (k) para DQO = $0,01247 \text{ (mg/l.dia)}^{-1}$
- . Taxa de Remoção de Substrato (k) para DBO = $0,01883 \text{ (mg/l.dia)}^{-1}$
- . Crescimento de lodo por unidade de DQO removida (a) =
= 0,30169 mg SSV/mg DQO
- . Coeficiente de decaimento de microrganismos (base DQO) (b) =
= 0,11632 mg SSV oxidado/mg SSV.dia
- . Crescimento de lodo por unidade de DBO removida (a) =
= 0,66026 mg SSV/mg DBO
- . Coeficiente de decaimento de microrganismos (base DBO) (b) =
= 0,11286 mg SSV oxidado/mg SSV.dia
- . Consumo de oxigênio por unidade de DQO removida (a') =
= 0,22127 $\text{mgO}_2/\text{mg DQO/dia}$
- . Consumo de oxigênio na fase de respiração endógena (b') =
= 0,05103 $\text{mgO}_2/\text{mg SSV/dia}$ (base DQO)
- . Consumo de oxigênio por unidade de DBO removida (a') =
= 0,49146 $\text{mgO}_2/\text{mg DBO/dia}$
- . Consumo de oxigênio fase de respiração endógena (b') =
= 0,04851 $\text{mgO}_2/\text{mg SSV/dia}$ (base DBO)

- Aclimação do lodo biológico

Foram necessários quinze (15) dias aproximadamente para a aclimação do lodo de esgoto ao efluente em questão. Esse tempo de aclimação deverá ser reduzido, quando da implantação do sistema definitivo, pois neste estudo a aclimação foi efetuada utilizando-se o efluente "in natura" e no sistema definitivo o efluente será uma mistura de esgoto doméstico e despejo da EUCATEX, o que facilitará sobremaneira a assimilação dos microrganismos ao efluente.

- Operação em regime contínuo

- . Na operação em regime contínuo constatou-se que não há necessidade de se corrigir o pH da alimentação, pois o pH no interior dos reatores permaneceu numa faixa favorável ao desenvolvimento da fauna microbiana (entre 6,8 e 7,5).
- . Constatou-se também, ser possível trabalhar com esse efluente sem a necessidade de se adicionar nutrientes, pois as quantidades existentes na mistura esgoto/despejo industrial foram suficientes para o perfeito funcionamento do sistema, com eficiências de remoção superiores a 85% para a DQO e 90% para a DBO.

7. ANEXOS

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO

A taxa de consumo de oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária aos microrganismos aeróbios para a manutenção de suas atividades metabólicas, ou seja, oxidação de substrato para produção de energia e metabolização de suas reservas intracelulares (fenômeno conhecido como respiração endógena).

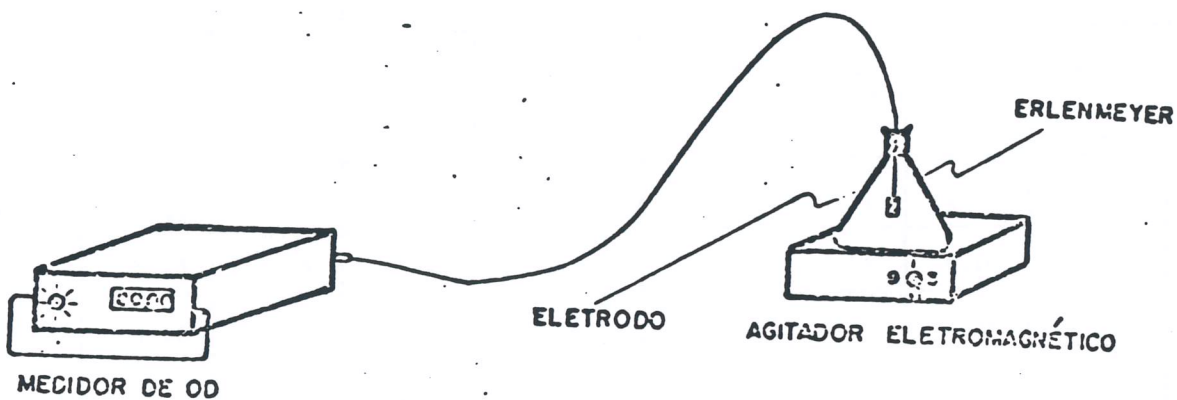
Para a sua determinação foi utilizada a aparelhagem conforme a apresentado no desenho A1, composto de aparelho medidor de Oxigênio Dissolvido, agitador magnético e erlenmeyer de 500 ml de capacidade.

A técnica experimental para a medida de taxa de consumo de oxigênio foi a seguinte:

1. Encher o erlenmeyer com uma amostra biológica e saturá-la com oxigênio.
2. Inserir o eletrodo do medidor de oxigênio no erlenmeyer, de modo que o líquido transborde, prevenindo o acúmulo de bolhas de ar no interior do frasco.
3. Manter o líquido homogeneizado com o agitador magnético.
4. Registrar as leituras do aparelho a intervalos regulares de tempo (geralmente de 0,5 ou 1 minuto).
5. Plotar em papel milimetrado as leituras de oxigênio dissolvido (ordenadas) versus tempo (abcissas). O coeficiente angular do trecho reto fornece a taxa de consumo de oxigênio.

Os resultados obtidos nestes ensaios estão apresentados nas tabelas A1 e A2 e as respectivas representações gráficas nos desenhos A2 a A17.

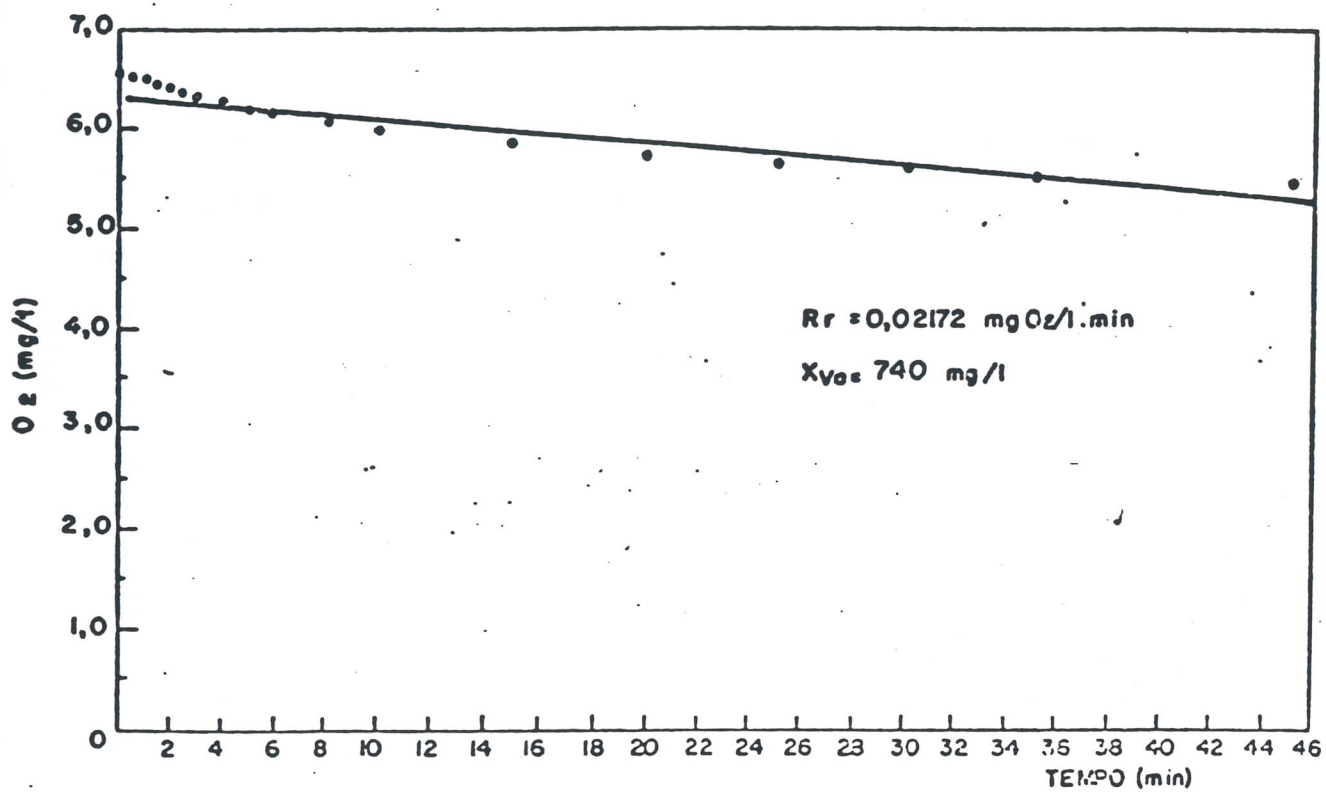
CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



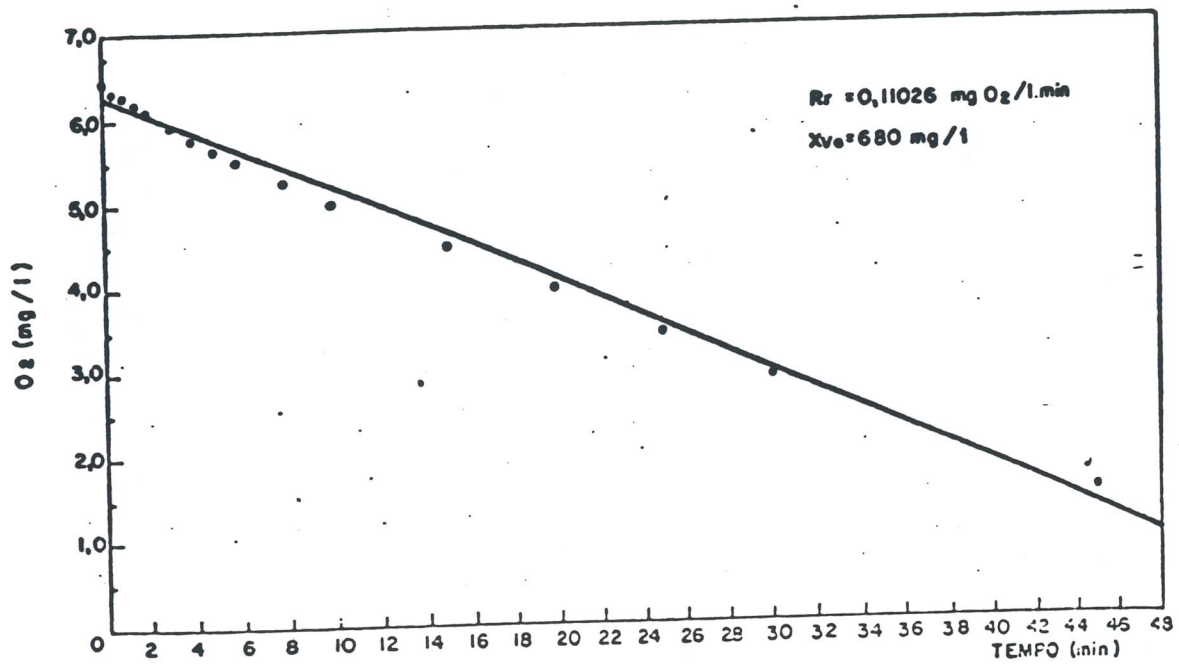
DESENHO A1 - ESQUEMA DO PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DA TAXA DE RESPIRAÇÃO (R_r)

TABELA A2 - CONSUMO DE OXIGÊNIO COM O TEMPO

Data		06/02/86				03/04/86			
Reator Nº	Tempo (min.)	R1 OD (mg/l)	R2 OD (mg/l)	R3 OD (mg/l)	R4 OD (mg/l)	R1 OD (mg/l)	R2 OD (mg/l)	R3 OD (mg/l)	R4 OD (mg/l)
	0,0	6,95	7,37	7,00	6,79	9,01	9,46	7,47	6,84
	0,5	6,82	7,30	6,81	6,66	8,93	9,36	7,46	6,63
	1,0	6,75	7,23	6,67	6,56	8,86	9,25	7,31	6,45
	1,5	6,69	7,17	6,54	6,45	8,80	9,15	7,23	6,21
	2,0	6,63	7,10	6,40	6,33	8,73	9,07	7,17	6,02
	2,5	6,58	7,00	6,26	6,23	8,67	9,00	7,09	5,82
	3,0	6,51	6,91	6,13	6,13	8,61	8,95	7,02	5,62
	4,0	6,43	6,72	5,86	5,95	8,49	8,85	6,89	5,24
	5,0	6,33	6,55	5,60	5,77	8,39	8,73	6,75	4,86
	6,0	6,24	6,41	5,33	5,60	8,29	8,64	6,63	4,49
	8,0	6,05	6,10	4,83	5,25	-	-	-	-
	10,0	5,85	5,96	4,25	4,90	7,88	8,24	6,14	3,09
	15,0	5,40	5,38	2,78	4,01	7,38	7,79	5,60	1,37
	20,0	4,95	4,60	1,66	3,09	6,94	7,29	5,04	0,05
	25,0	4,49	3,83	0,44	2,14	6,50	6,73	4,60	-
	30,0	4,02	3,05	-	1,18	6,06	6,14	3,89	-
	35,0	3,53	2,26	-	-	5,60	5,52	3,32	-
	45,0	-	-	-	-	4,61	4,16	2,11	-
	50,0	-	-	-	-	4,14	3,45	1,50	-

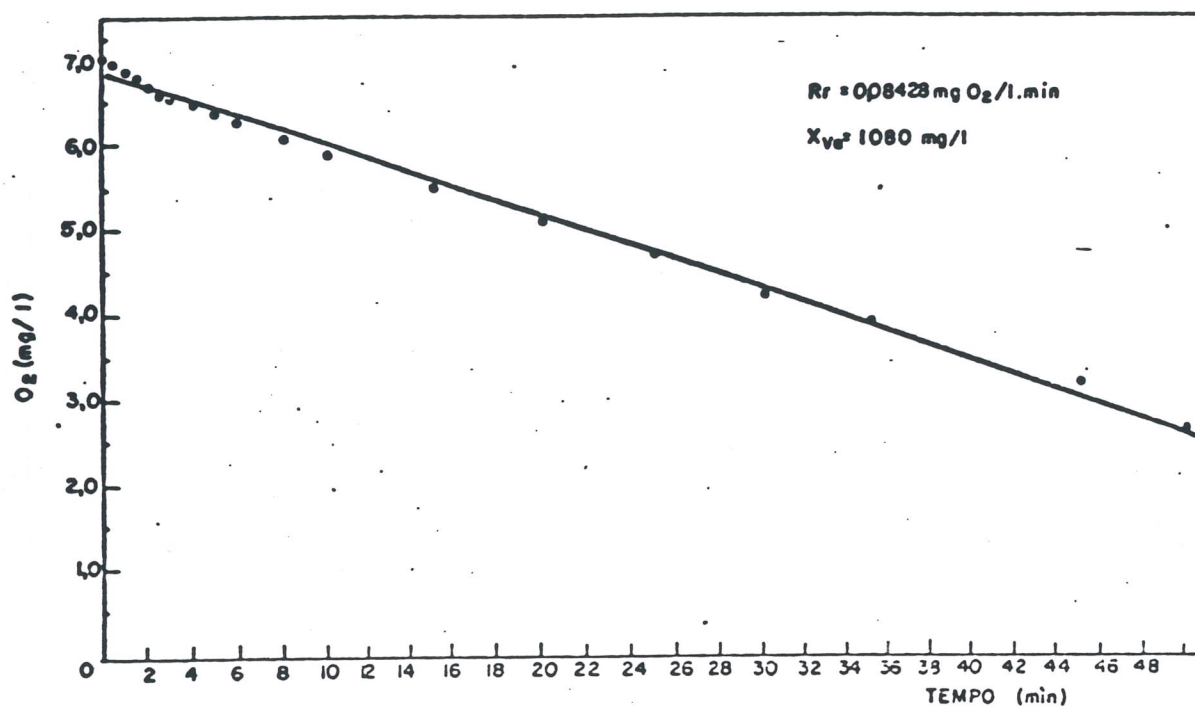


DESENHO A2 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR 1 - 30/01

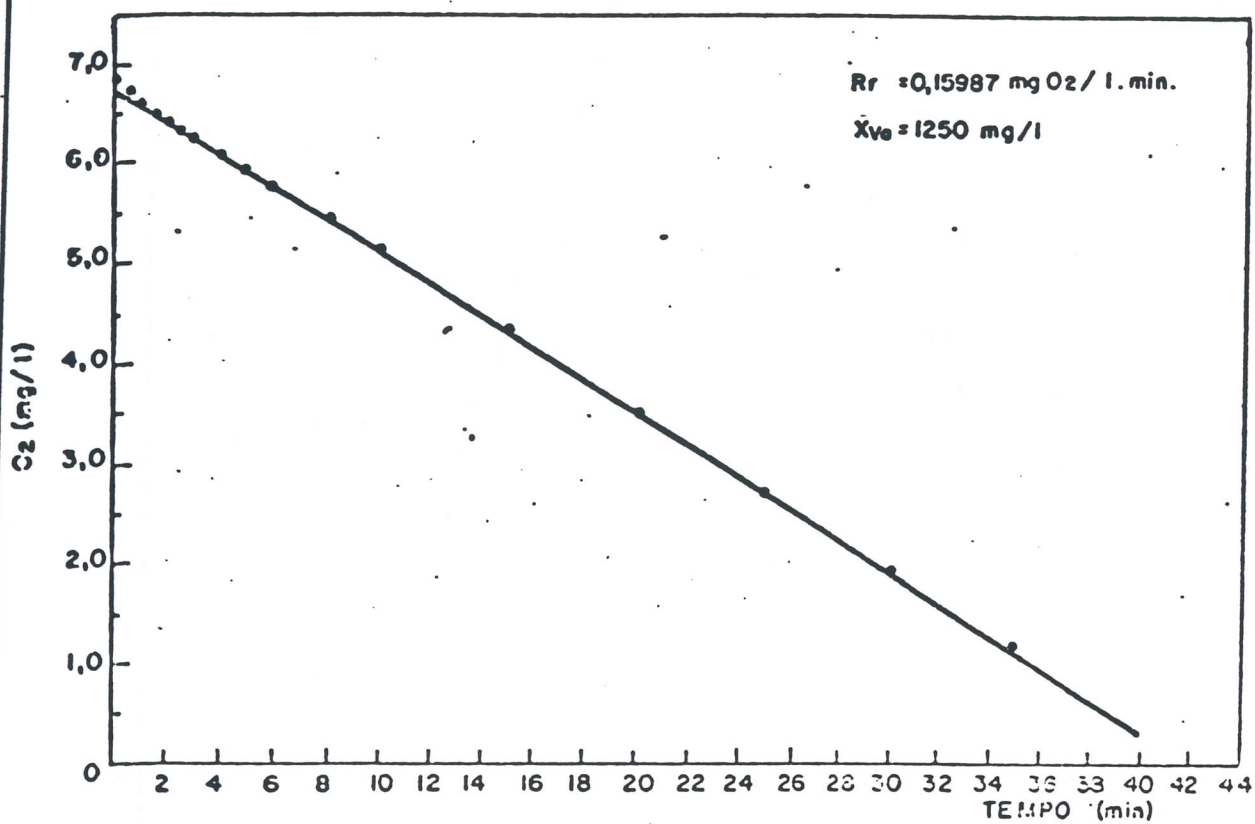


DESENHO A3 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r)
 REATOR 2 - 30/01

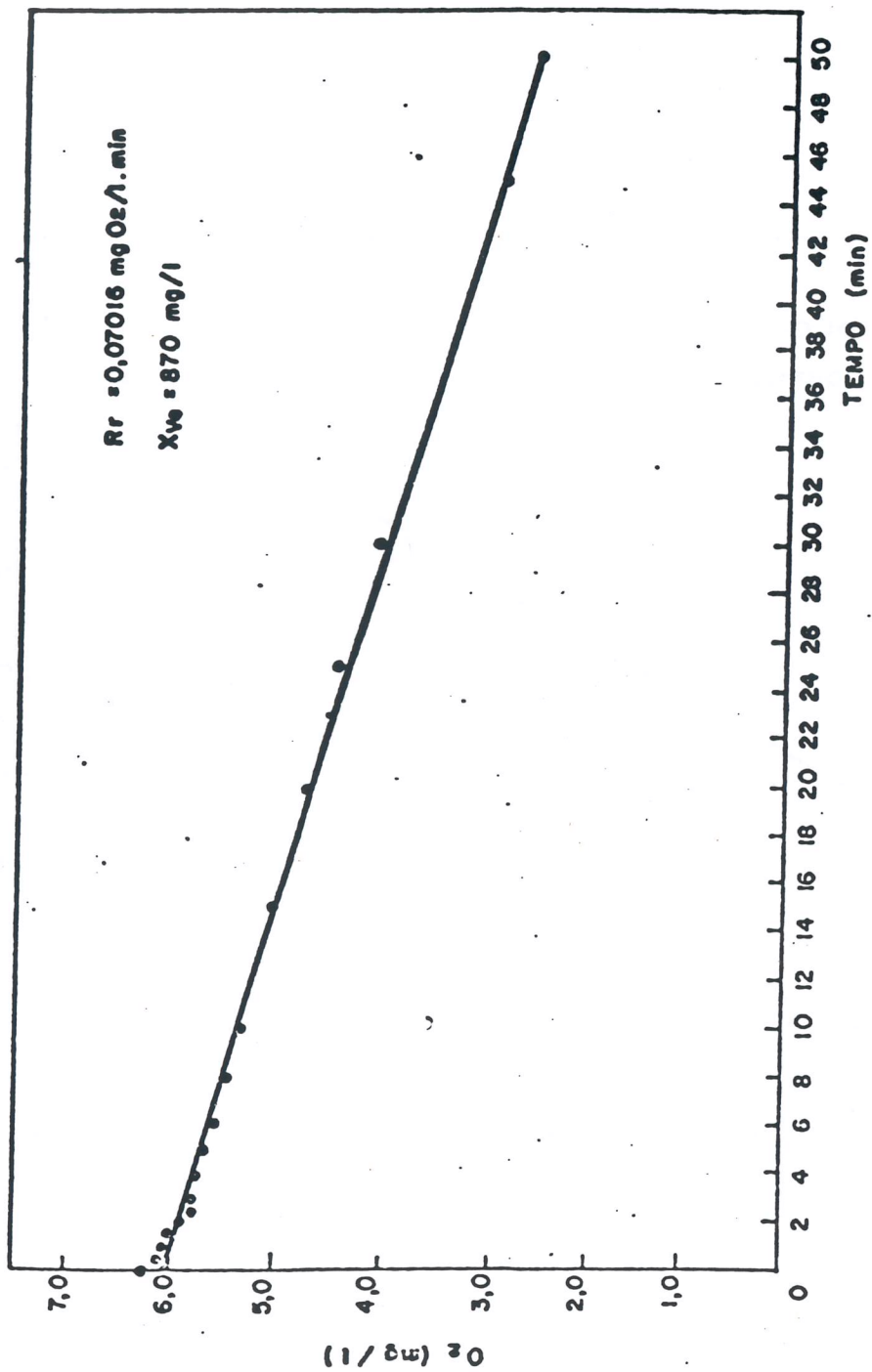
CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



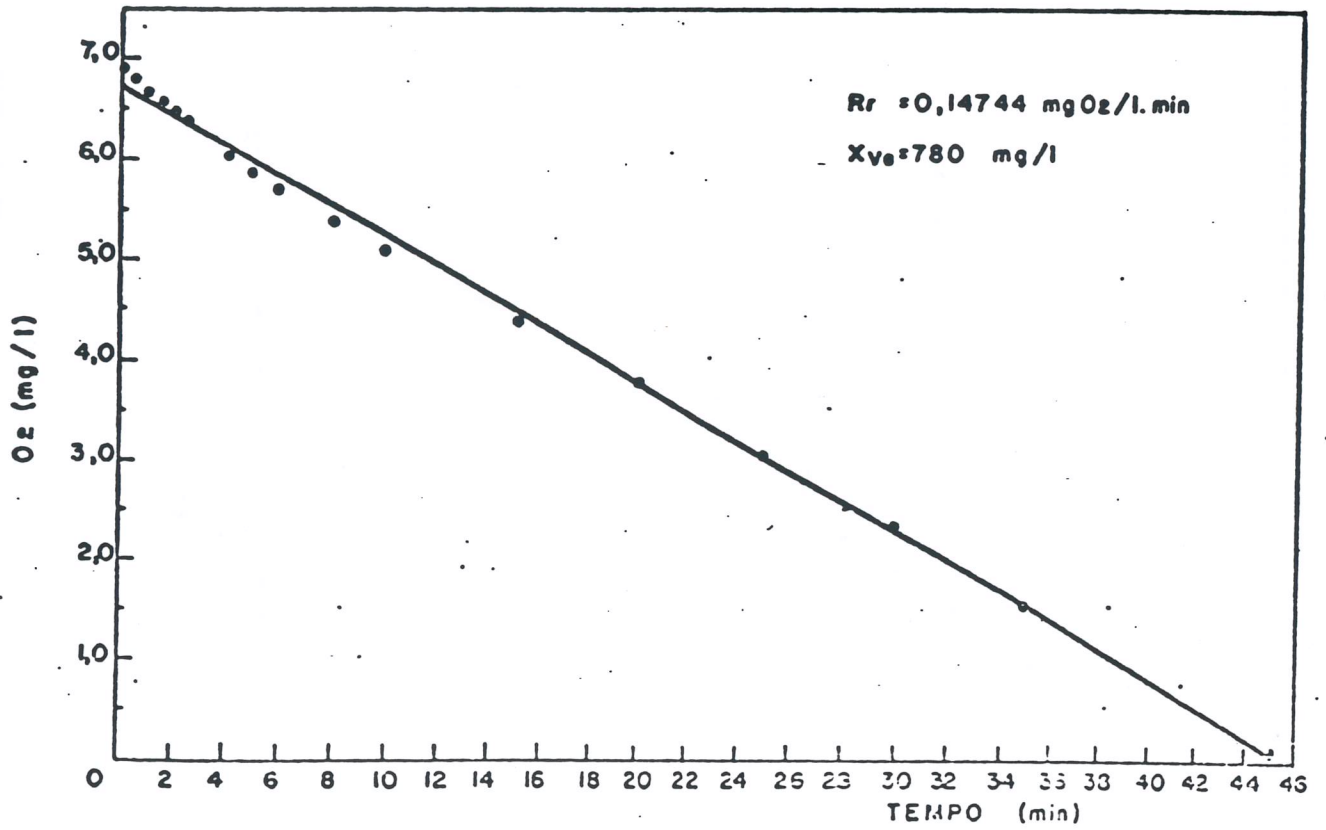
DESENHO A4 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr)
REATOR 3 - 30/01



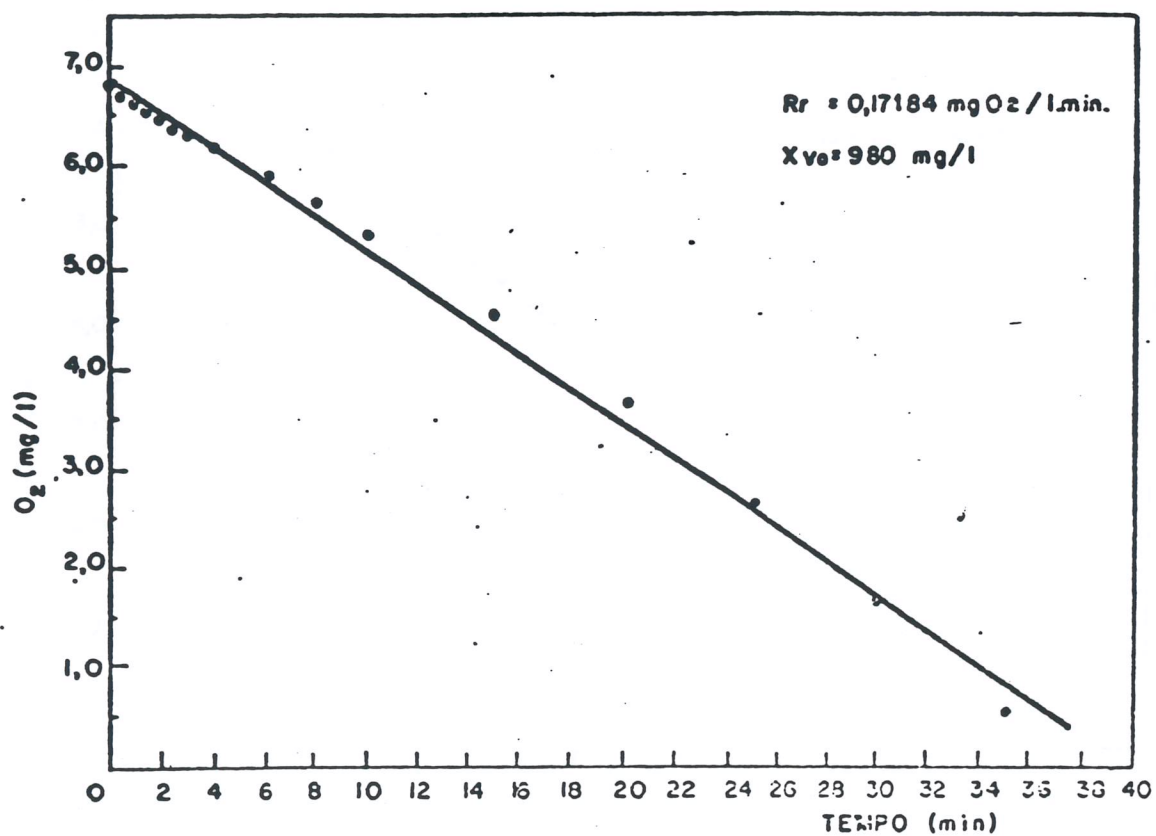
DESENHO A5 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr) REATOR 4 - 30/01



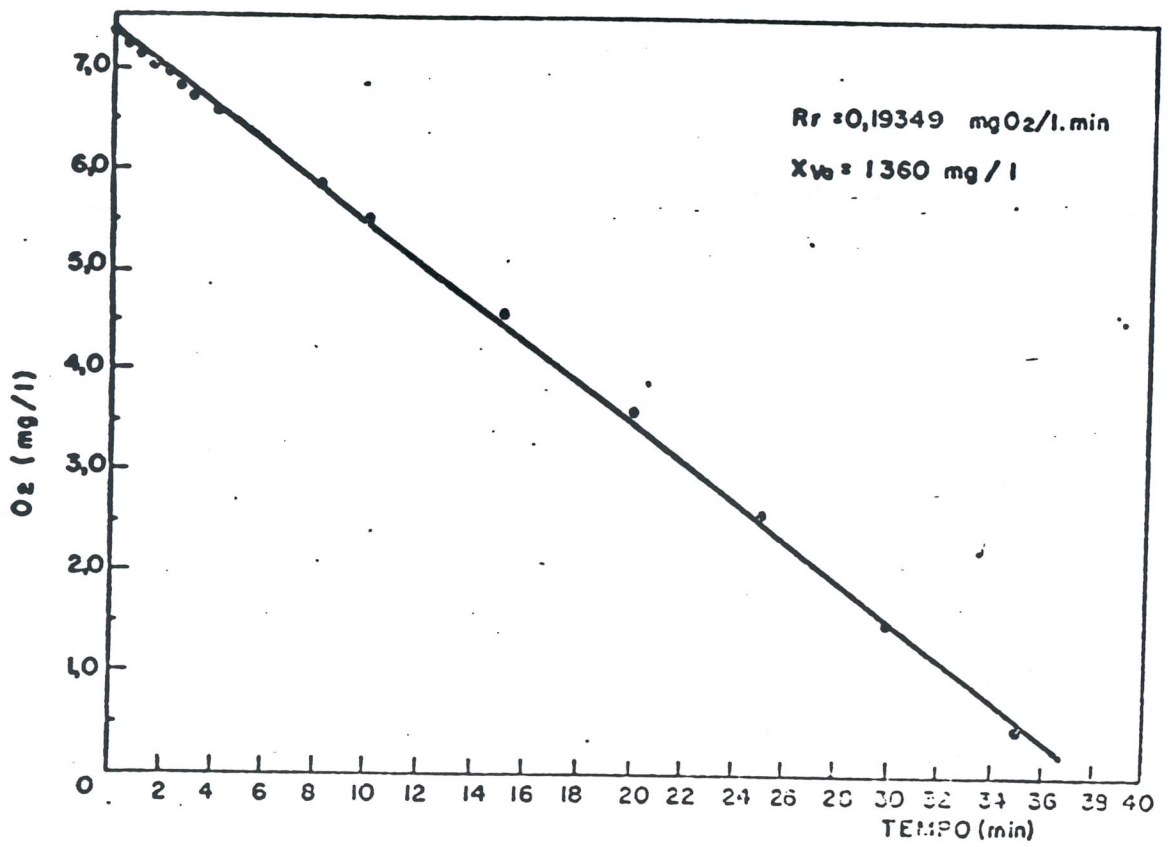
DESENHO A6 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr) REATOR 1 - 04/02



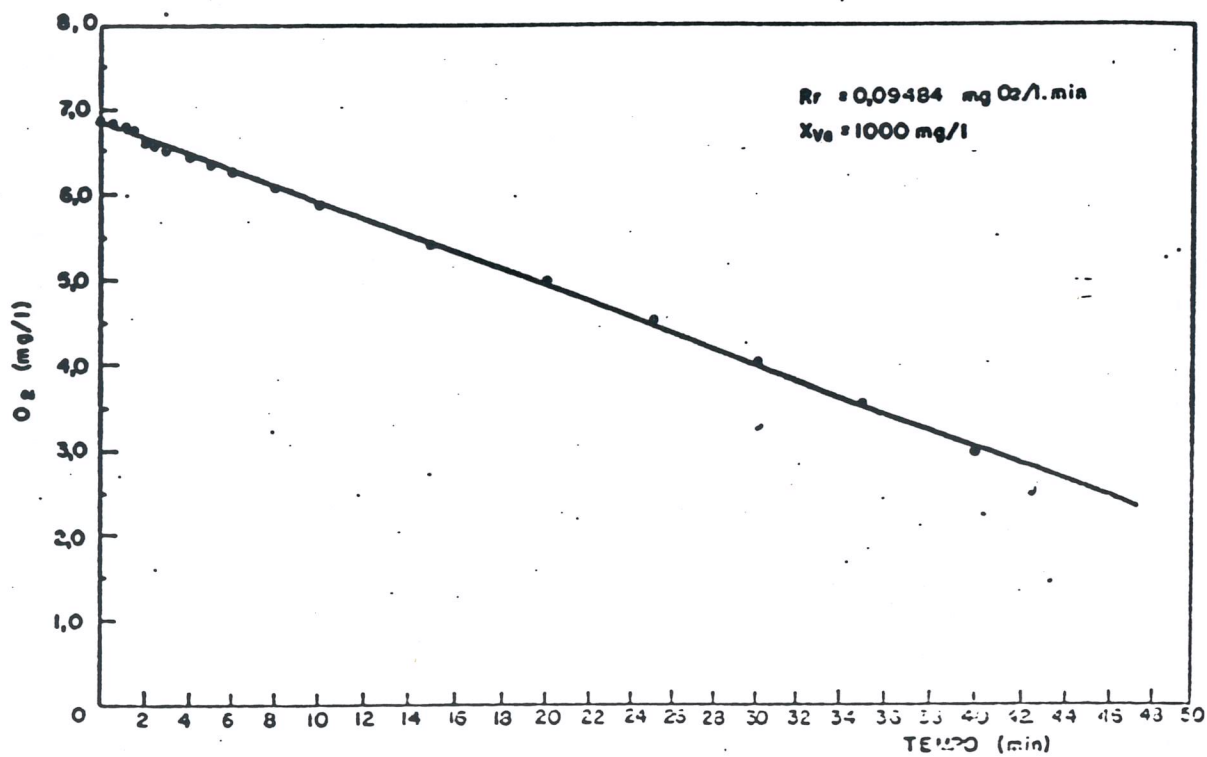
DESENHO A7 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO
 (R_r) REATOR 2 - 04/02



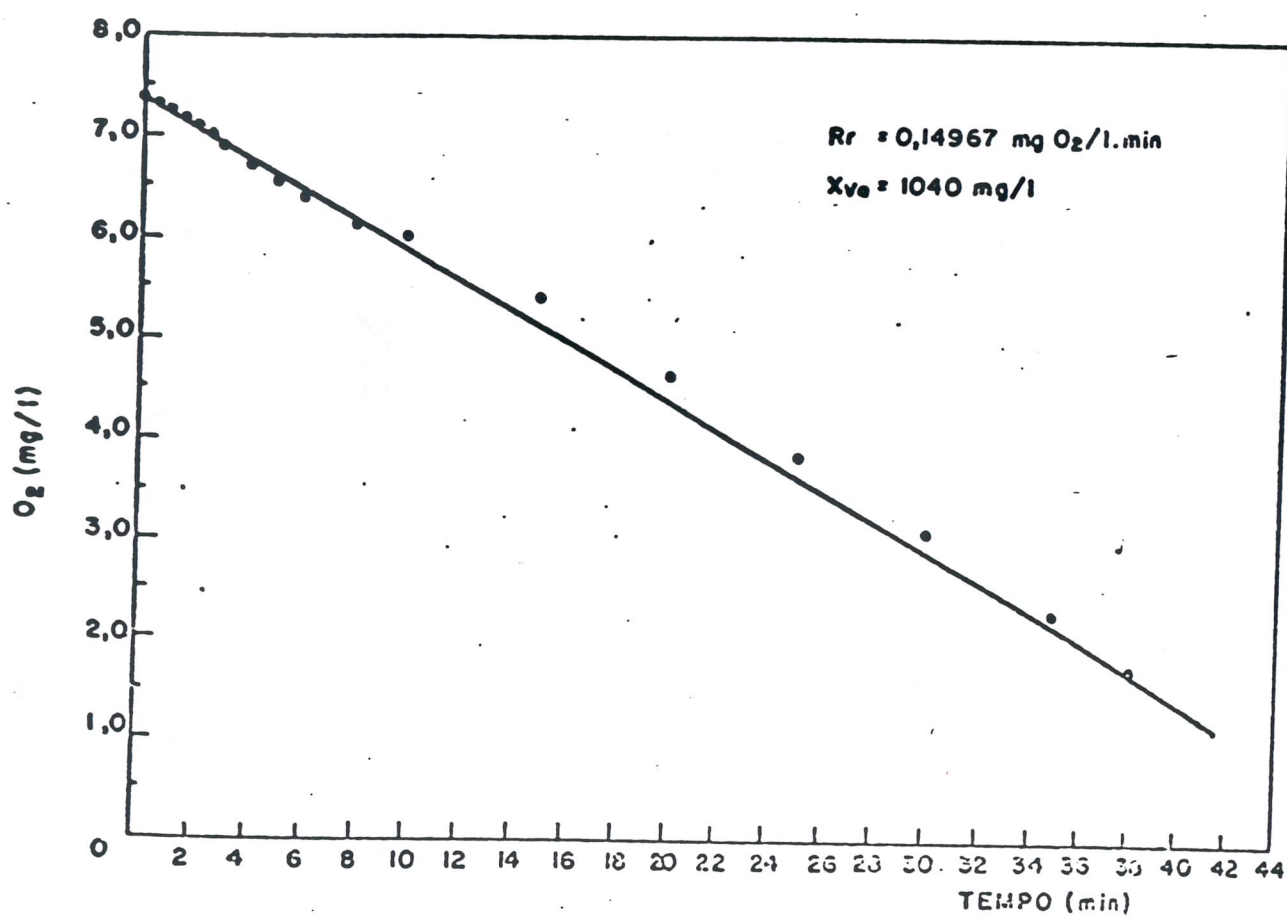
DESENHO A8 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR 3 - 04/02



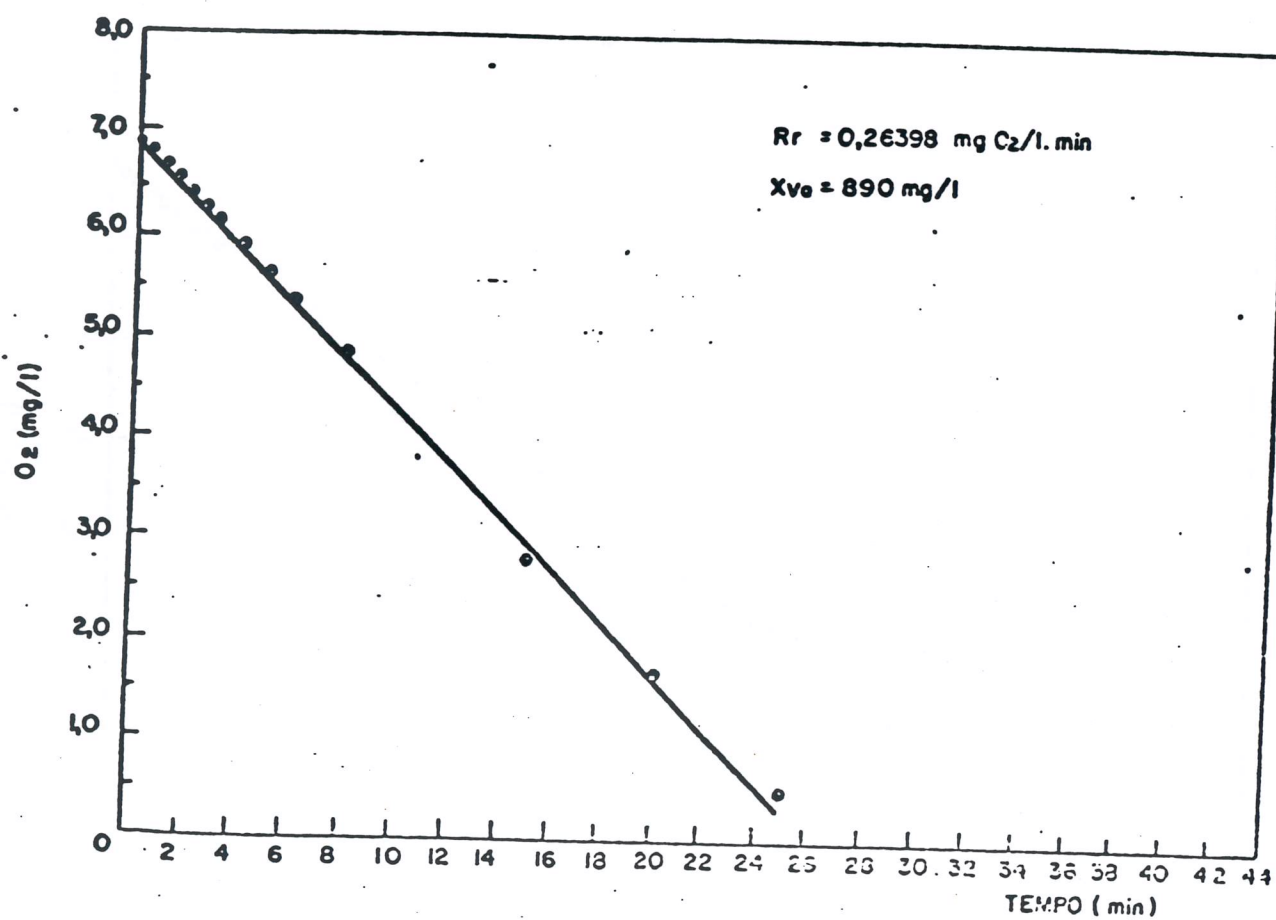
DESENHO A9 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO
 (R_r) REATOR 4 - 04/02



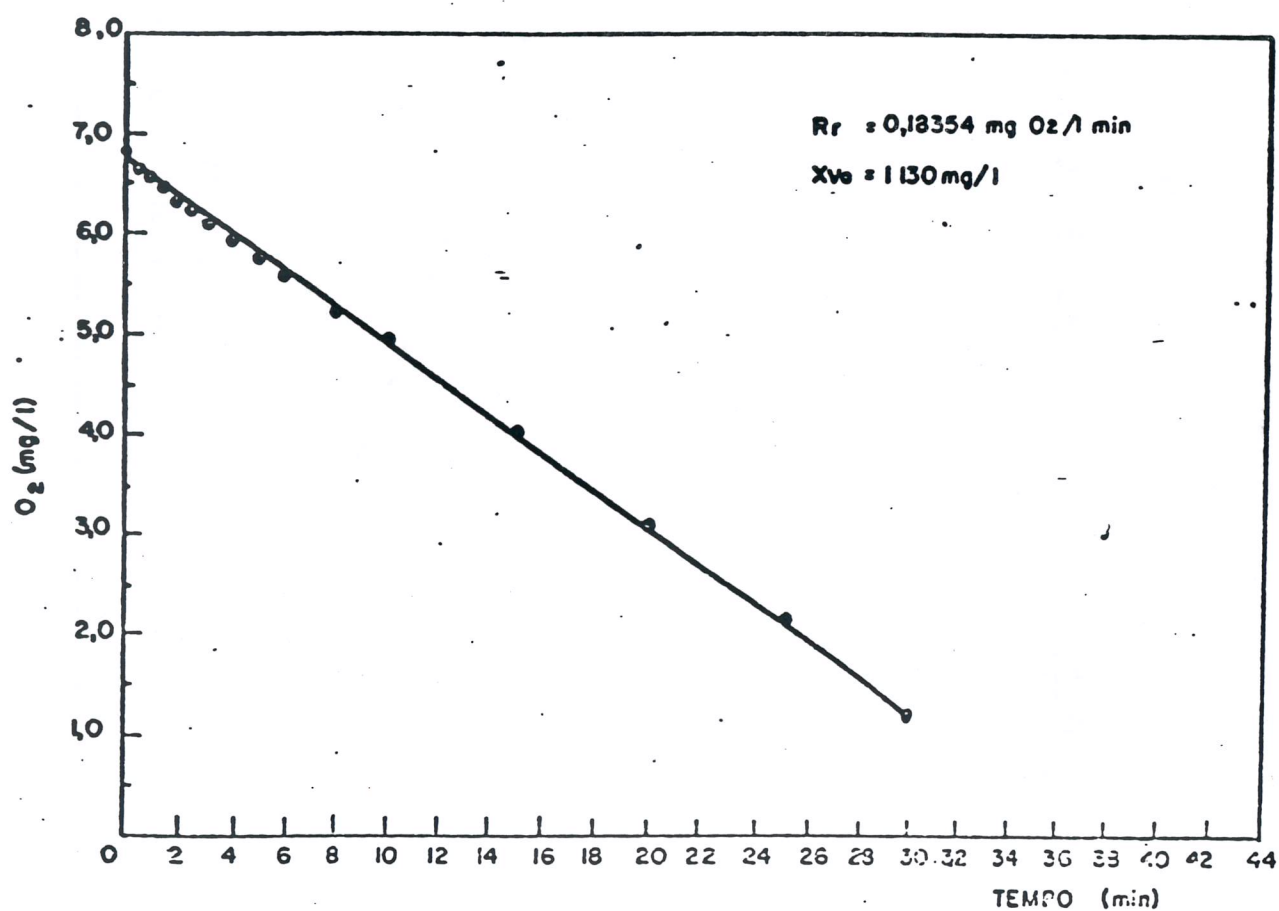
DESENHO A10 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO
 (R_r) REATOR 1 - 06/02



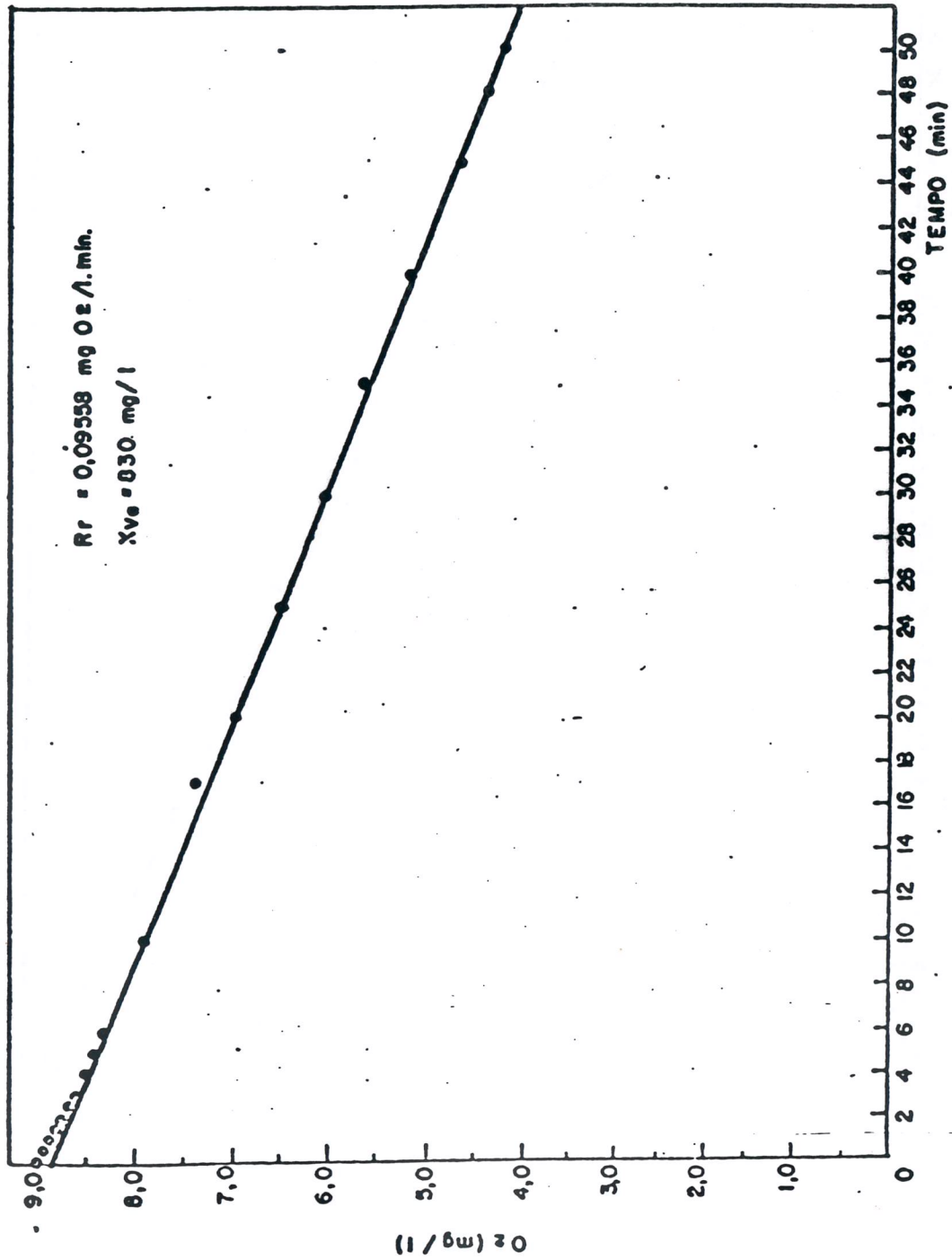
DESENHO A11 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR 2 - 06/02



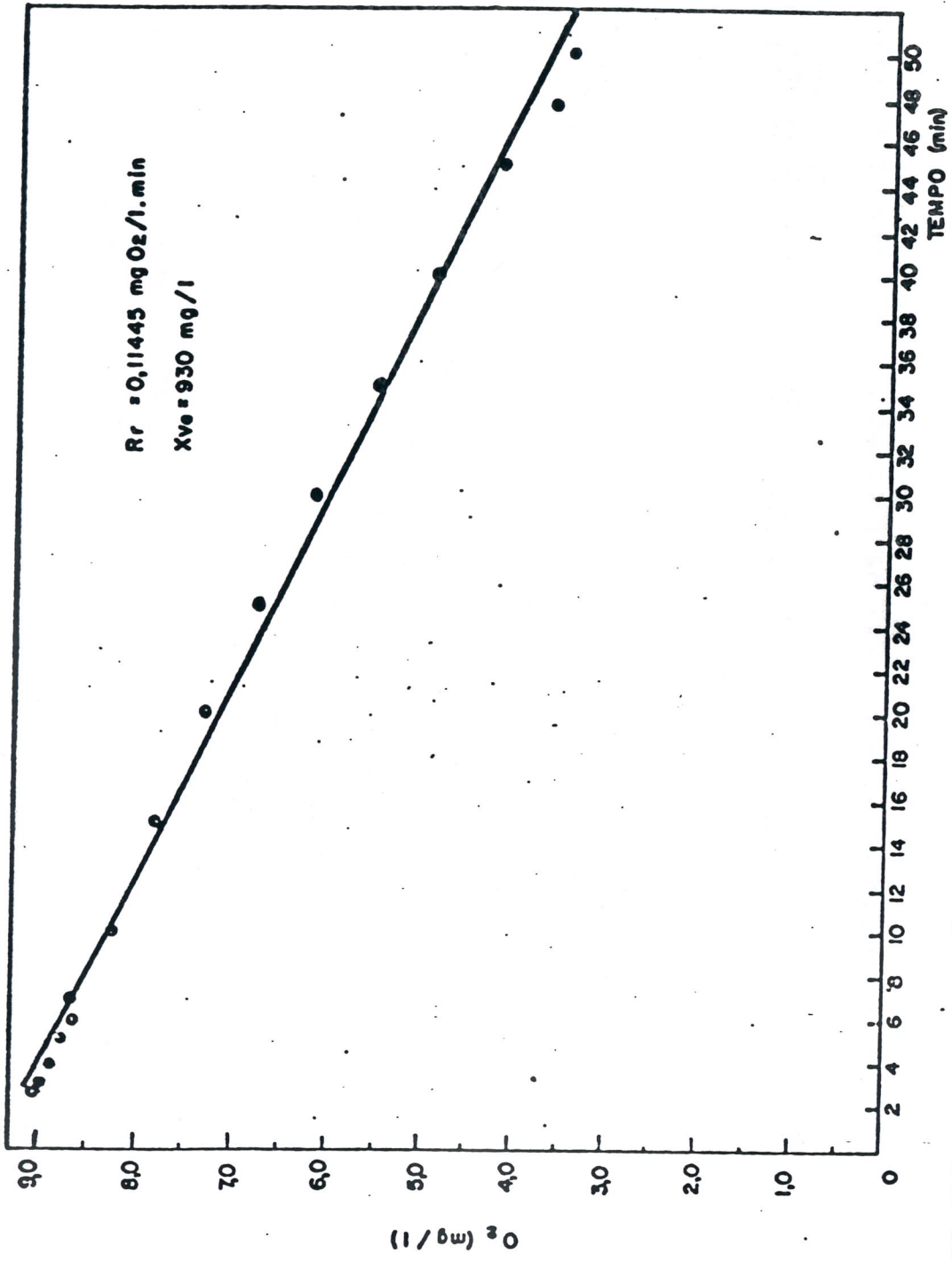
DESENHO A12 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR-3 06/02

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA


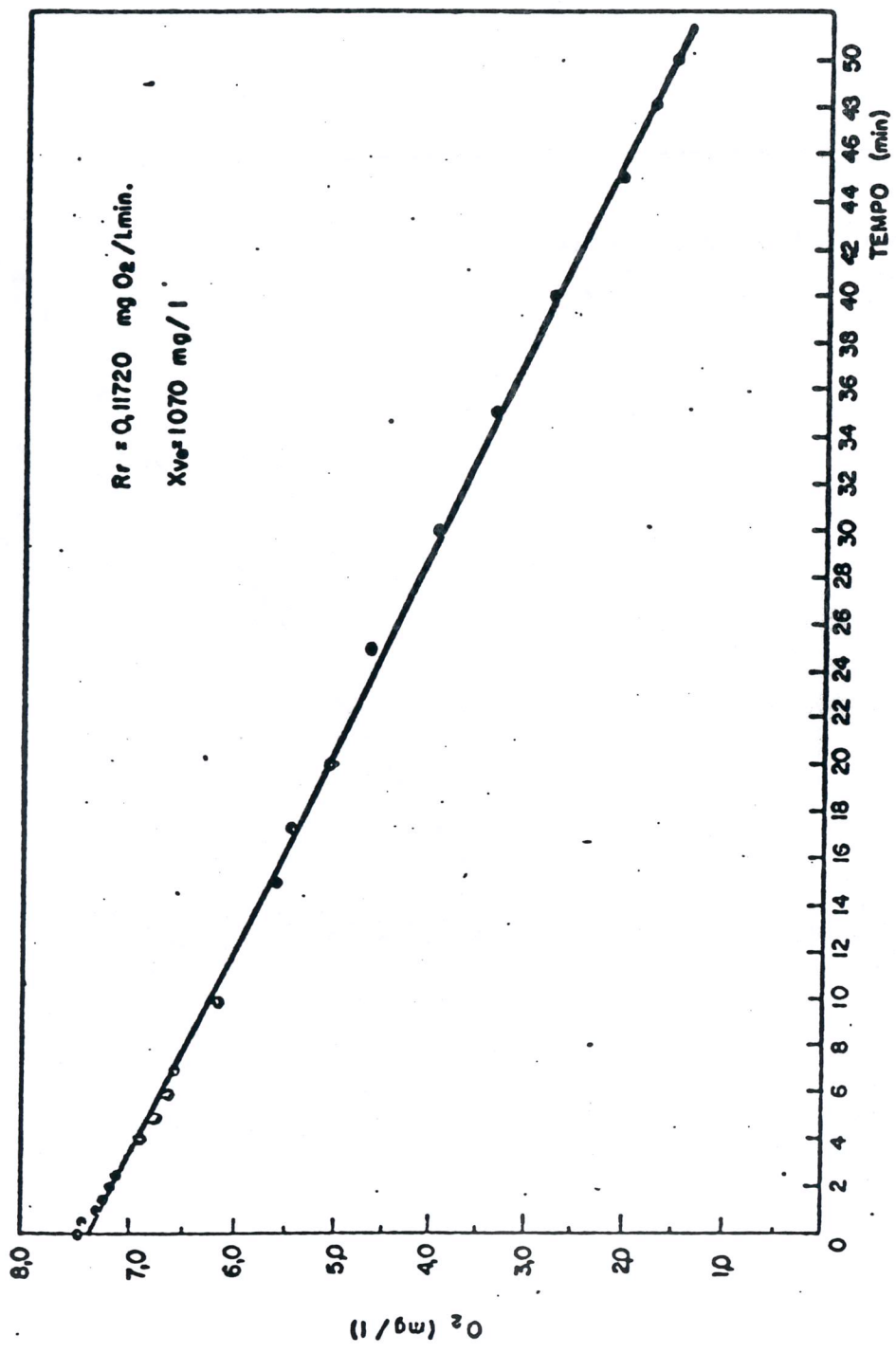
DESENHO A13 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr) REATOR 4 - 06/02



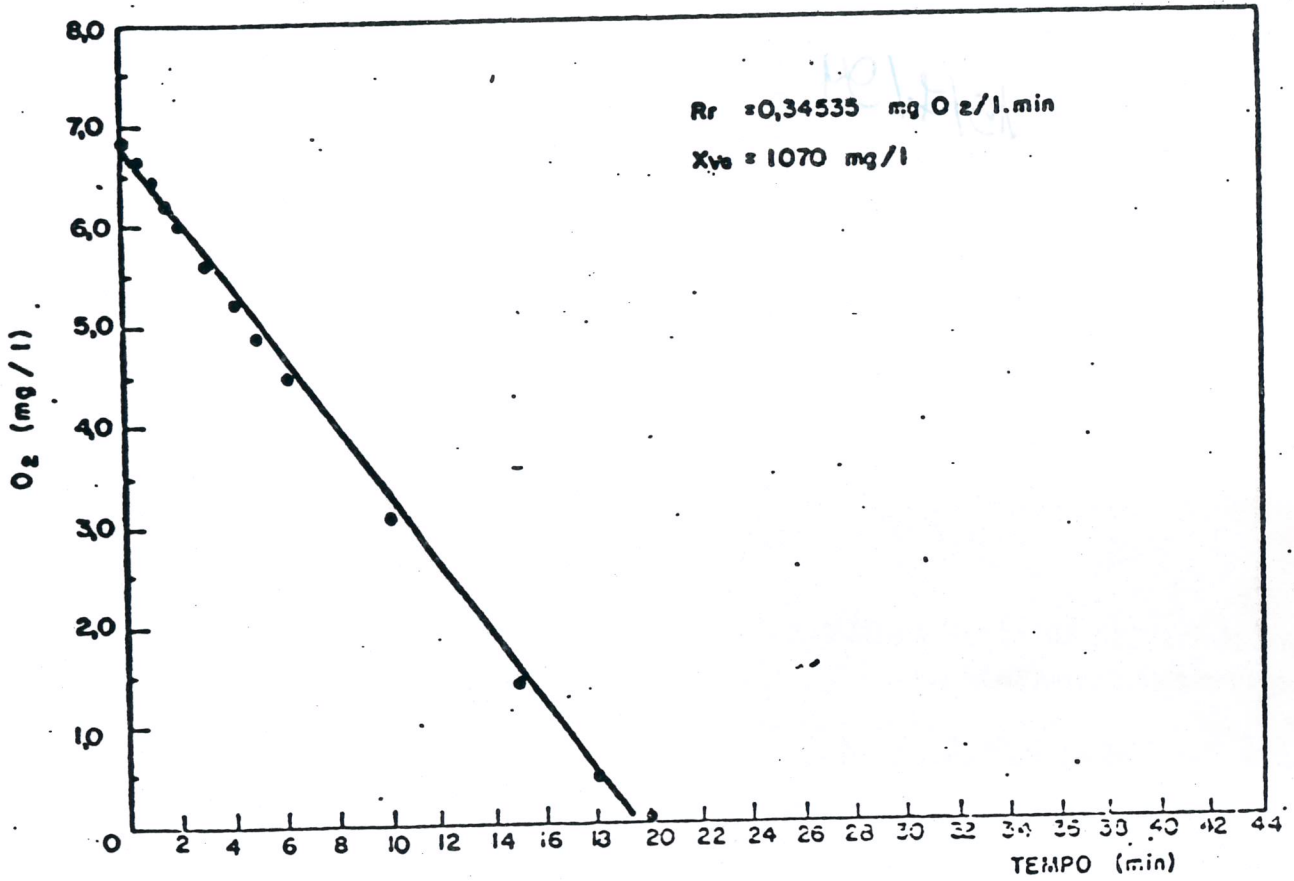
DESENHO A14 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR 1 - 03/04



DESENHO A15 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (R_r) REATOR 2 - 03/04



DESENHO A16 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr) REATOR 3 04/04



DESENHO A17 - DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (Rr) REATOR 4 - 04/04

Data: 15/7/94
Inc: memo 159/94 I
de 14/7/94
Data Tomba: 15/7/94



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros

Fone: (011)210-1100 - Fax: (011)813-0227

Telex: 1183053 - CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil