

TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS CÍTRICAS PELO PROCESSO ELETROLÍTICO

RINALDO LUÍS GIACON

Dissertação
apresentada à Faculdade de
Engenharia Civil, da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Civil, Área de
Concentração: Saneamento e
Recursos Hídricos.

Campinas

Estado de São Paulo - Brasil

Junho de 1993

G346t

33194/BC

TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS CÍTRICAS PELO PROCESSO ELETROLÍTICO

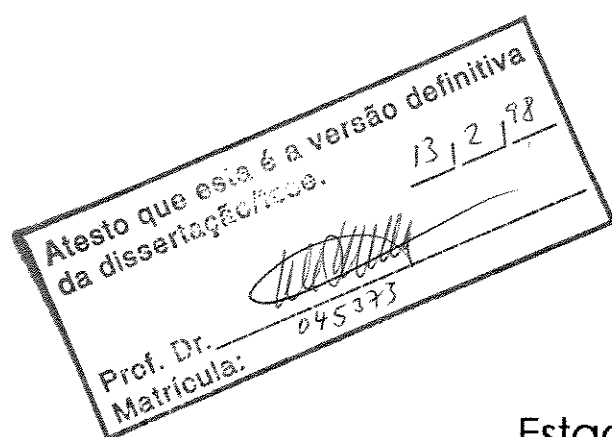
RINALDO LUÍS GIACON

Engenheiro Civil - Sanitarista

Tecnólogo em Saneamento

Orientador: Prof. Dr. Roberto Feijó
de Figueiredo

Dissertação
apresentada à Faculdade de
Engenharia Civil, da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Civil, Área de
Concentração: Saneamento e
Recursos Hídricos.



Campinas

Estado de São Paulo - Brasil

Junho de 1993

9808345

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	Unicamp
	G346t
Vg	Ex.
TOMBO BC	33194
PROC.	395/98
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	26/03/98
N.º CPD	

CM-00108275-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

G346t Giacon, Rinaldo Luís
Tratamento das águas residuárias da industrialização
de frutas cítricas pelo processo eletrolítico. / Rinaldo
Luís Giacon.--Campinas, SP: [s.n.], 1993.

Orientador: Roberto Feijó de Figueiredo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Eletrólise. 2. Águas residuais. I. Figueiredo,
Roberto Feijó de. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico às minhas filhas

Fabiana e Vanessa

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao Prof. Dr. Roberto Feijó de Figueiredo, pela orientação, revisão dos originais, apoio e compreensão durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao departamento de Hidráulica e Saneamento, pelo apoio, durante todo o programa de pós-graduação.

À Pedro Sérgio Fadini, Antonio Roberto Siviero, Luís Fernando Chang de Oliveira e Geraldo Dragoni Sobrinho, pelo apoio e contribuição, durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

À FAPESP, ao CNPQ e à UNICAMP pela ajuda financeira.

Aos alunos e ex-alunos do curso de pós-graduação, pela amizade, em especial à Verônica, Glacir, Virgínia, Vanice, Julio e Luís.

À amiga Beatriz.

À Citrosuco Paulista S.A..

ÍNDICE

LISTA DE SÍMBOLOS	VIII
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XX
RESUMO.....	XXII
SUMMARY	XXIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1 - OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 - HISTÓRICO	4
3.2 - PROCESSO DA ELETRÓLISE	5
3.3 - A APLICAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO ELETROLÍTICO PARA EFLUENTE LÍQUIDO	8
3.4 - CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE CÍTRICO	14
3.5 - ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1 - SISTEMA DE TRATAMENTO.....	16
4.2 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	23
4.2.1 - Primeira Etapa	24
4.2.2 - Segunda Etapa.....	25
4.2.3 - Terceira Etapa.....	26
4.3 - PARÂMETROS ANALISADOS	27
4.3.1 - Primeira Etapa - Velocidade de Agitação	28
4.3.2 - Segunda Etapa - Volume	28
4.3.3 - Terceira Etapa - pH.....	29

4.3.4 - Análises	30
5. RESULTADOS.....	31
5.1 - CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE UTILIZADO NO ESTUDO	31
5.2 - REALIZAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA	31
5.2.1 - Resultados de S.T.T., S.S.F. e S.S.V.....	31
5.2.2 - Determinação da Velocidade de Agitação para o “Batch” proposto.....	32
5.2.3 - Remoção Média de S.S.T.....	34
5.2.4 - Determinação da Velocidade de Agitação mais Eficiente.....	34
5.3 - REALIZAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA	34
5.3.1 - Resultados de COR, DQO, S.S.T. e S.T.	35
5.3.2 - Resumo dos Resultados.....	35
5.4 - REALIZAÇÃO DA TERCEIRA ETAPA.....	35
5.4.1 - Resultados de DQO, COR, S.S.T., e S.T.	36
5.4.2 - Resumo dos Resultados.....	36
6 - DISCUSSÃO	37
6.1 - PRIMEIRA ETAPA	37
6.2 - SEGUNDA ETAPA	39
6.2.1 - Cor	40
6.2.2 - DQO.....	40
6.2.3 - Sólidos Totais	41
6.2.4 - Sólidos Suspensos Totais.....	41
6.3 - TERCEIRA ETAPA.....	41
6.3.1 - Cor	42
6.3.2 - DQO.....	42
6.3.3 - Sólidos Totais	42
6.3.4 - Sólidos Suspensos Totais.....	43
7. CONCLUSÕES	44
8. BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS	47
ANEXO I.....	48
ANEXO II.....	78

ANEXO III.....	83
ANEXO IV.....	88
ANEXO V.....	129
ANEXO VI.....	134
ANEXO VII.....	189

LISTA DE SÍMBOLOS

A -	Ampère
cm -	Centímetro
Cond. -	Condutividade
Dc -	Densidade de Corrente
DQO -	Demanda Química de Oxigênio
DBO -	Demanda Bioquímica de Oxigênio
Efl. -	Efluente
FEC -	Faculdade de Engenharia Civil
g -	grama
GC -	Graus Centígrados
HP -	Horse Power
Ic -	Intensidade de Corrente
Kg -	Kilograma
Kw -	Kilowatts
l -	Litro
mg -	Miligrama

ml -	Mililitro
m -	Metro
m ² -	Metro quadrado
m ³ -	Metro cúbico
mm -	Milímetro
μS -	Micro Siemens
mS -	Mili Siemens
Nm -	Nanomômetro
N -	Normalidade
% -	Porcentagem
RPM -	Rotações por minuto
Rem. -	Remoção
SS -	Sólidos Suspensos
SST -	Sólidos Suspensos Totais
SSV -	Sólidos Suspensos Voláteis
SSF -	Sólidos Suspensos Fixos
ST -	Sólidos Totais
STV -	Sólidos Totais Voláteis
STF -	Sólidos Totais Fixos

sfa -	sulfato ferroso amoniacal
TD -	Tempo de Detenção
Temp. -	Temperatura
Transm. -	Transmitância
V -	Volts
W -	Watts

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do Efluente Cítrico Líquido Bruto.....	14
Tabela 2 - Valores de Densidade de Corrente relacionadas com a Intensidade de Corrente.....	23
Tabela 3 - Valores de Velocidades de Agitação, Densidades de Corrente e Tempo de Detenção.	25
Tabela 4 - Valores de Volumes, Densidades de Corrente, Tempos de Detenção e Velocidades de Agitação	26
Tabela 5 - Valores de pH, Tempo de Detenção e Densidade Corrente	27
Tabela 6 - Características do Efluente Cítrico Utilizado no Estudo, Apresentando a Faixa de Variação de cada Parâmetro, em cada etapa de operação	32
Tabela 7 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 50 A/m ²	47
Tabela 8 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 50 A/m ²	48
Tabela 9 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 50 A/m ²	49
Tabela 10 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m ²	50
Tabela 11 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m ²	51
Tabela 12 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m ²	52
Tabela 13 - Valores de pH, Condutividade e Temperatura para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m ²	53
Tabela 14 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 150 A/m ²	54
Tabela 15 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S. S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 150 A/m ²	55

Tabela 16 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 8, 10 e 12 com TD de 5 minutos e Dc igual a 50 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	79
Tabela 17 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 14, 16 e 18 com TD de 5 minutos e Dc igual a 100 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	79
Tabela 18 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 20, 22 e 24 com TD de 5 minutos e Dc igual a 150 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	80
Tabela 19 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 8, 10 e 12 com TD de 10 minutos e Dc igual a 50 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	80
Tabela 20 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 14, 16 e 18 com TD de 10 minutos e Dc igual a 100 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	81
Tabela 21 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 20, 22 e 24 com TD de 10 minutos e Dc igual a 150 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata.....	81
Tabela 22 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 8 e 10 com TD de 15 minutos e Dc igual a 50 A/m ² . Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Duplicata.....	82
Tabela 23 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST das Tabelas 25, 26 e 27 com diferentes Dc e TD de 5 minutos.....	84
Tabela 24 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST das Tabelas 28, 29 e 30 com diferentes Dc e TD de 10 minutos.....	84
Tabela 25 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST da Tabela 29 com diferentes Dc e TD de 15 minutos.....	84
Tabela 26 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.....	89
Tabela 27 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc.....	90
Tabela 28 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.....	91
Tabela 29 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.....	92

Tabela 30 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.....	93
Tabela 31 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc.....	94
Tabela 32 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.....	95
Tabela 33 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.....	96
Tabela 34 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.....	97
Tabela 35 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc.....	98
Tabela 36 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.....	99
Tabela 37 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.....	100
Tabela 38 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.....	101
Tabela 39 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc.....	102
Tabela 40 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.....	103
Tabela 41 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.....	104
Tabela 42 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.....	105
Tabela 43 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc.....	106
Tabela 44 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.....	107
Tabela 45 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.....	108
Tabela 46A - Resumo dos valores de Remoção de COR, em % de transmitância com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m ²	130
Tabela 46B - Resumo dos valores de remoção de COR, em % de transmitância, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m ²	130
Tabela 46C - Resumo dos valores em % de Remoção não filtrada, com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m ²	131
Tabela 46D - Resumo dos valores % de Remoção de DQO não filtrada, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m ²	131
Tabela 46E - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Totais com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m ²	132

Tabela 46F - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Totais, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para $D_c = 50$ e 104 A/m^2	132
Tabela 46G - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Suspensos Totais com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para $D_c = 50$ e 104 A/m^2	133
Tabela 46H - Resumo dos valores em % de remoção de Sólidos Suspensos Totais, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para $D_c = 50$ e 104 A/m^2	133
Tabela 47 - Análises onde estão relacionados o número dado a cada análise realizada, com seus respectivos pH, TD e D_c	135
Tabela 48 - Referentes aos dados da Análise 1 (primeira duplicata).....	136
Tabela 49 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 1 (primeira duplicata)	137
Tabela 50 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 1 (primeira duplicata)	138
Tabela 51 - Valores referentes aos dados da Análise 2 (segunda duplicata).....	139
Tabela 52 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 2 (segunda triplicata)	140
Tabela 53 -Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 2 (segunda triplicata).	141
Tabela 54 - Referentes aos dados da Análise 3 (primeira triplicata)	142
Tabela 55 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 3 (primeira duplicata)	143
Tabela 56 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 3 (primeira duplicata).....	144
Tabela 57 - Referentes aos dados da Análise 4 (segunda duplicata)	145
Tabela 58 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 4 (segunda duplicata).....	146
Tabela 59 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 4 (segunda duplicata)	147
Tabela 60 - Referentes aos dados da Análise 5 (primeira duplicata).....	148

Tabela 61 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 5 (primeira duplicata).....	149
Tabela 62 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 5 (primeira duplicata).....	150
Tabela 63 - Referentes aos dados da Análise 6 (segunda duplicata)	151
Tabela 64 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 6 (segunda duplicata).....	152
Tabela 65 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 6 (segunda duplicata).....	153
Tabela 66 - Referentes aos dados da Análise 7 (primeira duplicata).....	154
Tabela 67 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 7 (primeira duplicata).....	155
Tabela 68 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 7 (primeira duplicata).....	156
Tabela 69 - Referentes aos dados da Análise 8 (segunda duplicata)	157
Tabela 70 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 8 (segunda duplicata).....	158
Tabela 71 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 8 (segunda duplicata).....	159
Tabela 72 - Referentes aos dados da Análise 9 (primeira duplicata).....	160
Tabela 73 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 9 (primeira duplicata).....	161
Tabela 74 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 9 (primeira duplicata).....	162
Tabela 75 - Referentes aos dados da Análise 10 (segunda duplicata)	163
Tabela 76 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 10 (segunda duplicata).....	164
Tabela 77 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 10 (segunda duplicata).....	165

Tabela 78 - Referentes aos dados da Análise 11 (primeira duplicata).....	166
Tabela 79 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 10 (primeira duplicata).....	167
Tabela 80 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 11 (primeira duplicata).....	168
Tabela 81 - Referentes aos dados da Análise 12 (primeira duplicata).....	169
Tabela 82 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 12 (segunda duplicata).....	170
Tabela 83 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 12 (segunda duplicata).....	171
Tabela 84 - Referentes aos dados da Análise 13 (primeira duplicata).....	172
Tabela 85 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 13 (primeira duplicata).....	173
Tabela 86 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 13 (primeira duplicata).....	174
Tabela 87 - Referentes aos dados da Análise 14 (segunda duplicata).....	175
Tabela 88 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 14 (segunda duplicata).....	176
Tabela 89 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 14 (segunda duplicata).....	177
Tabela 90 - Referentes aos dados da Análise 15 (primeira duplicata).....	178
Tabela 91 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 15 (primeira duplicata).....	179
Tabela 92 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 15 (primeira duplicata).....	180
Tabela 93 - Referentes aos dados da Análise 16 (segunda duplicata).....	181
Tabela 94 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 16 (segunda duplicata).....	182
Tabela 95 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 16 (segunda duplicata).....	183
Tabela 96 - Referentes aos dados da Análise 17 (primeira duplicata).....	184

Tabela 97 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 17 (primeira duplicata).....	185
Tabela 98 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 17 (primeira duplicata).....	186
Tabela 99 - Referentes aos dados da Análise 18 (segunda duplicata)	187
Tabela 100 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 18 (segunda duplicata).....	188
Tabela 101 -.....	190
Tabela 102 -.....	190
Tabela 103 -.....	190
Tabela 104 -.....	191
Tabela 105 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4	191
Tabela 106 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	191
Tabela 107 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	192
Tabela 108 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4	192
Tabela 109 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4	192
Tabela 110 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	193
Tabela 111 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	193
Tabela 112 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4	193
Tabela 113 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4	194
Tabela 114 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	194

Tabela 115 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	194
Tabela 116 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4.....	195
Tabela 117 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4.....	195
Tabela 118 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	195
Tabela 119 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	196
Tabela 120 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4.....	196
Tabela 121 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4.....	196
Tabela 122 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	197
Tabela 123 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	197
Tabela 124 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4.....	197
Tabela 125 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4.....	198
Tabela 126 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	198
Tabela 127 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	198
Tabela 128 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4.....	199
Tabela 129 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4.....	199
Tabela 130 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.....	199

Tabela 131 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4.....	200
Tabela 132 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4.....	200

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fonte de Alimentação 30V/5A.....	18
Figura 2 - Agitador TURB-FLOC 2	19
Figura 3 - Conjunto de Placas de Alumínio Utilizadas como Eletrodos	20
Figura 4 - Sistema Piloto Utilizado no Experimento.....	21
Figura 4A - Desenho Esquemático do Sistema Piloto.....	22
Figura 5 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	47
Figura 6 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	48
Figura 7 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	49
Figura 8 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	50
Figura 9 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	51
Figura 10 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	52
Figura 11 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	53
Figura 12 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	54
Figura 13 - Primeira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	55
Figura 14 - Primeira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	56
Figura 15 - Segunda Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	57
Figura 16 - Segunda Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	58
Figura 17 - Terceira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	59
Figura 18 - Terceira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$	60
Figura 19 - Primeira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	61
Figura 20 - Primeira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	62
Figura 21 - Segunda Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	63
Figura 22 - Segunda Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	64
Figura 23 - Terceira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	65

Figura 24 - Terceira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$	66
Figura 25 - Tempo de Detenção = 5 minutos.....	85
Figura 26 - Tempo de Detenção = 10 minutos.....	86
Figura 27 - Tempo de Detenção = 15 minutos.....	87
Figura 28 - Remoção de COR - Primeira Triplicata	109
Figura 29 - Remoção de DQO - Primeira Triplicata	110
Figura 30 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	111
Figura 31 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	112
Figura 32 - Remoção de COR - Segunda Triplicata.....	113
Figura 33 - Remoção de DQO - Segunda Triplicata	114
Figura 34 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	115
Figura 35 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	116
Figura 36 - Remoção de COR - Terceira Triplicata.....	117
Figura 37 - Remoção de DQO - Terceira Triplicata	118
Figura 38 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	119
Figura 39 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$	120
Figura 40 - Remoção de COR - Primeira Triplicata	121
Figura 41 - Remoção de DQO - Primeira Triplicata	122
Figura 42 - Primeira Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$	123
Figura 43 - Primeira Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$	124
Figura 44 - Remoção de COR - Segunda Triplicata.....	125
Figura 45 - Remoção de DQO - Segunda Triplicata	126
Figura 46 - Segunda Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$	127
Figura 47 - Segunda Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$	128

RESUMO

Tratamento das Águas Residuárias da Industrialização de Frutas Cítricas pelo Processo Eletrolítico

Foi feita a aplicação do processo eletrolítico ao tratamento dos efluentes líquidos resultantes da industrialização de frutas cítricas. O trabalho foi desenvolvido em uma unidade piloto do tipo de bancada, instalada no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP. O reator foi construído em acrílico, sendo instalado sobre um agitador, do tipo Turb-floc. O conjunto de placas paralelas utilizadas como eletrodos foi construído em alumínio, sendo o conjunto instalado no fundo do reator. O conjunto de placas foi ligado a uma fonte de alimentação, a qual gerava corrente contínua. O objetivo principal do trabalho foi verificar o desempenho do processo eletrolítico quando submetido às seguintes condições: variação da velocidade de agitação; variação do volume do líquido no reator; e variação do potencial hidrogeniônico. Os principais parâmetros analisados foram: Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Suspensos Fixos, Sólidos Suspensos Voláteis, Demanda Química de Oxigênio, Cor, pH, Temperatura e Condutividade. A densidade de corrente aplicada variou de 25 a 150 A/m², com tempos de detenção de 5 a 60 minutos. A velocidade de agitação mais eficiente foi de 50 rpm. Para os volumes escolhidos, não houve efeito significativo no desempenho do processo eletrolítico, o mesmo ocorrendo com relação aos valores de pH adotados. Houve uma boa remoção de Sólidos Suspensos Totais, cerca de 90%, porém a remoção de matéria orgânica, em termos de DQO, não ultrapassou 45%. A aplicação do processo eletrolítico mostrou-se mais viável na remoção de Sólidos Suspensos, devido aos efeitos de eletrocoagulação e flotação.

SUMMARY

Treatment of Citrus Processing Industry Wastewater by the Eletrolytical Process

The electrolytical process was applied to the treatment of liquid effluent originated from the citrus processing industry. Work was performed in a bench scale reator, which was set up at the Sanitary Engineering Laboratory - college of Civil Enginnering - State University of Campinas. The reator was made up of plaxiglass and installed on top of a magnetic stirrer - namely a Turb-floc. The electrodos, built in aluminnum, had rectangular shapes and were set at the bottom of the electrolytical cell, being connected to a direct current power supply. The main objective of this work was to evaluate the reactor performance when subuistted to the following conditions: change in rpm; change in the reactor liquid volume; and change in pH. The major analyzed parameters were: Total Suspended Solids, Fixed Suspended Solids, Volatile Suspended Solids, Chemical Oxygen Demand, Color, pH, Temperature, and Conductivity. Applied current density was in the range of 25 to 150 A/m², with detention time varying from 5 to 60 minutes. The best rotation speed was 50 rpm. There was no significant difference in the reactor performance when varying volumes or pH values in the effluent. Total Suspended Solids removal was very good, with results near 90%, but organic matter removal, in terms of COD, was poor and smaller than 45%. The eletrolytic process turned out to be very good in removing Suspended Solids, mainly because of its eletrocoagulation and floatation effects.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de processamento de frutas cítricas está em franca expansão e vem se firmando na pauta das exportações brasileiras como uma das grandes geradoras de divisas para o país. O seu principal produto comercializado é o suco concentrado, sendo que os subprodutos da industrialização também vem alcançando êxito comercial. Com o aumento nas áreas destinadas ao plantio dessa fruta, que já está ocupando importantes regiões agrícolas no Estado de São Paulo, como as de Limeira, Matão e Bebedouro, entre outras.

As águas residuárias da industrialização de citros apresentam geralmente um pH baixo devido à presença do ácido cítrico e é deficiente em nutrientes. Os sólidos totais são constituídos em sua maioria por açúcares, tendo como consequência uma alta concentração orgânica (FIGUEIREDO, 1977).

Um grande problema enfrentado por estas indústrias é a destinação final de suas águas residuárias. Na maioria delas, os métodos de tratamento utilizados são os que envolvem processos do tipo biológico, como por exemplo lagoa de estabilização e processo de tratamento no solo, que tem como fator limitante, apesar da sua eficiência, a disponibilidade de área.

Sendo objetivo das indústrias o tratamento das águas residuárias para atender na maioria das vezes apenas a legislação em vigor, não se tem dado importância à recuperação de eventuais compostos presentes no efluente, que poderiam representar alguma vantagem econômica, além do próprio tratamento do efluente líquido. Alguns trabalhos já estão sendo desenvolvidos na UNICAMP visando o reaproveitamento de subprodutos de importância econômica presentes em efluentes industriais, como por exemplo os de fabricação de cerveja.

O processo eletrolítico já vem sendo utilizado no tratamento dos esgotos sanitários do Hospital das Clínicas da UNICAMP, porém, o tratamento de águas residuárias

de indústria cítrica por este processo é pioneiro e também produzirá subsídios para um posterior estudo de aproveitamento dos subprodutos do processo.

2. OBJETIVO

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é verificar o comportamento de um reator pelo processo eletrolítico no tratamento das águas residuárias de uma indústria cítrica.

2.2 - Objetivos Específicos

Com este estudo pretende-se verificar o comportamento desse sistema de tratamento na remoção de alguns compostos daquelas águas residuárias, conforme citado na metodologia. Na discussão dos resultados serão observados os seguintes itens:

- a. variação da velocidade de agitação
- b. variação do volume líquido no reator
- c. variação do potencial hidrogeniônico

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Histórico

Nicholson e Carlisle in Derano (1974), foram os primeiros a observar, em 1800, que, quando dois fios inertes, por exemplo de platina, ligados aos polos de uma célula voltaica ou a uma bateria, eram imersos numa solução aquosa diluída de ácido sulfúrico, uma corrente elétrica atravessava o circuito. Simultaneamente, desprendiam-se bolhas de hidrogênio num dos pólos, e bolhas de oxigênio no outro. Obviamente estava ocorrendo algum processo de decomposição da solução, sob o efeito da corrente elétrica. Com outros sistemas, foi possível observar efeitos semelhantes: evolução de gases, deposição de material sobre os fios imersos na solução, ou mesmo dissolução dos próprios fios. Todas essas situações são exemplos do fenômeno denominado eletrólise.

WILLIAM NICHOLSON, físico e químico inglês, nasceu em Londres em 1753 e aí faleceu em 1815. Aos 16 anos de idade ingressou no comércio, dedicando os momentos de lazer à leitura de compêndios de ciência. Viajou pelas Índias, visitando em missão comercial inúmeras possessões britânicas. De volta à Inglaterra, abriu um colégio em Londres, em 1775, devotando-se a partir de então à pesquisa científica. Em 1787 inventou o aerômetro, conhecido por aerômetro de Nicholson. Publicou dezenas de memórias nas *Philosophical Transactions* (Atas Filosóficas) e fundou o *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and Arts* (Jornal de Filosofia Natural, Químicas e Artes), que dirigiu de 1796 à 1801. Seu nome passou a história da ciência, ligado ao de Carlisle, pela descoberta do fenômeno da eletrólise.

SIR ANTHONY CARLISLE, químico, fisiologista e cirurgião inglês, nasceu em Durham em 1768 e faleceu em Londres em 1840. Presidente do *College of Surgeons*, de Londres, catedrático da *Royal Academy* e médico do rei Jorge IV, Carlisle notabilizou-se

pelos aperfeiçoamentos que introduziu na técnica operatória e no instrumental cirúrgico. Devem-se-lhe numerosas memórias, publicadas em revistas científicas, além de várias obras de medicina. Trabalhou com Nicholson, realizando investigações que culminaram com a descoberta da eletrólise.

3.2 - Processo da Eletrólise

A eletrólise ocorre quando dois eletrodos (cátodo/ânodo) ligados aos polos de uma “Fonte” (célula voltáica) de corrente contínua são mergulhados em uma solução aquosa (eletrólito) com condutividade tal que possibilite a condução de corrente através da mesma.

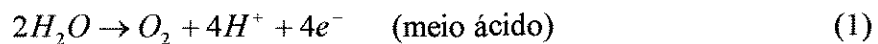
A “Fonte” é quem fornece energia para que ocorra a reação eletrolítica, daí porque é chamada de “Fonte de Alimentação”.

Os eletrodos devem ser feitos de material condutores de eletricidade, como por exemplo: ferro, alumínio, titânio, entre outros.

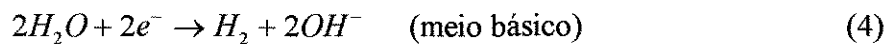
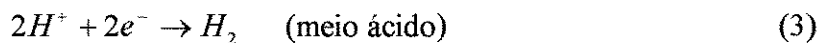
A “eletrólise” consiste em se fazer com que, quando acionada a Fonte de Alimentação, os elétrons deixem o ânodo e se dirijam ao cátodo, desta forma ocorrendo reações de oxidação no ânodo e de redução no cátodo. Tais reações geram bolhas nos eletrodos, as quais se desprendem dos mesmos, indo para a superfície.

Em linhas gerais, segundo Lingane (1970), pode-se dizer que as principais reações que ocorrem a nível de superfície do eletrodo, neste processo, são as que se referem à decomposição da água, como ilustram as reações (1), (2), (3) e (4):

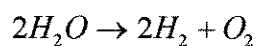
No ânodo ocorre a evolução de oxigênio:



No cátodo ocorre a evolução de hidrogênio:



Deste modo a reação global de decomposição da água será:



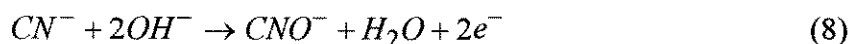
O próprio ânodo pode sofrer oxidação, como comumente ocorre quando os eletrodos são construídos em ferro e alumínio.



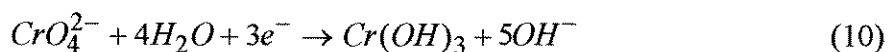
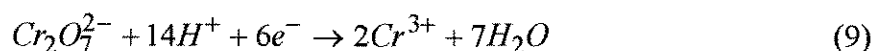
As reações (5) e (6) são indesejáveis pelo fato de levarem à deterioração dos eletrodos, porém são benéficas do ponto de vista de que, com um ajuste adequado do valor do pH, os íons liberados podem formar flocos de hidróxidos, os quais têm a capacidade de absorver microbolhas dos gases provenientes das reações a nível de eletrodo, flotando e arrastando consigo para a superfície as impurezas do líquido em tratamento.

As equações (8), (9), (10) e (11) mostram alguns componentes eletroativos que podem ser encontrados em águas residuárias e as suas respectivas reações.

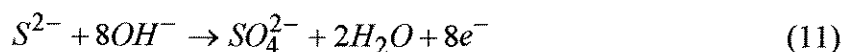
Cianeto a cianato, no ânodo:



Cromo (VI) a cromo (III), no cátodo



sulfeto a sulfato, no ânodo:



A eletrólise pode também não ter ação direta sobre as águas residuárias, mas no entanto, levar à formação de produtos que reagem com componentes não eletroativos, como no caso da geração de ozônio e gás cloro no ânodo, conforme indicado nas equações (12) e (13):



os quais são gases que tem um alto potencial reativo e poder oxidante. Gases como o cloro podem levar também à formação de compostos organoclorados, como os trihalometanos, que são considerados carcinogênicos (Fadini, 1990).

3.3 - A Aplicação do Processo de Tratamento Eletrolítico para Efluente Líquido

A adoção dos processos biológicos para tratamento de esgoto encontraram sérias dificuldades no início do século, como por exemplo, a necessidade de grandes áreas, a grande produção de iodo, a poluição atmosférica, a proliferação de insetos, etc, o que levou alguns pesquisadores a procurarem processos mais práticos e eficazes para o tratamento de efluentes. Entre esses, o Dr. Leeds na Inglaterra, em 1888, idealizou o processo eletrolítico baseado nos processos eletroquímicos diretos ou imediatos, os quais atuam diretamente sobre a massa líquida resultando em sua depuração (Brito, 1943).

A primeira aplicação prática pertence a William Webster, que em 1889 utilizou eletrodos de ferro para estudar o problema da depuração de esgotos em Crossness, um subúrbio de Londres. Nesse estudo ele verificou a influência da oxidação, em relação aos sais de ferro, a eletrólise, a ação elétrica e aos eletrodos. Este processo foi abandonado após algum tempo sem explicação razoável (Brito, 1943).

No Brasil, o processo eletrolítico foi apresentado em 1909 pelo Eng^o Saturnino de Brito no IV Congresso Médico Latino-Americano realizado no Rio de Janeiro (Brito, 1943).

E, 1911, teve início em Santa Mônica, Califórnia, EUA, um projeto para tratamento de esgoto doméstico pelo processo eletrolítico, o qual consistia de 2 caixas de madeira, denominadas de calhas, com dimensões de 0,55 x 0,22 x 9,0 m, cada. Cada calha possuía 10 colméias de eletrodos de ferro fundido, separados de 0,80m, sendo que cada colméia era composta de 19 chapas de 0,72 x 0,22 m, com duração aproximada de 1 ano. A voltagem aplicada era 1,7v, e a amperagem de 500 A, o motor elétrico tinha uma potência de 4 HP e foi utilizada corrente contínua. Na época o prof. Frederick Salathé deu as informações sobre o processo eletrolítico de Santa Mônica: “O processo eletrolítico é um processo estritamente eletroquímico, tendo todas vantagens sobre os processos de purificação de água ou esgoto já descritos, visto que a ação química tem lugar em um estado nascente e por conseguinte opera sobre os despejos de maneira mais poderosa. Em estado nascente os gases como oxigênio, ozona, cloro ou hidrogênio, agem sobre os corpos orgânicos e inorgânicos de maneira intensa, combinando-se prontamente com estes. Com este tratamento os despejos se tornarão neutros em todas as circunstâncias, condição essa que não pode ser obtida e regularizada por qualquer outro tratamento químico ou biológico”. Outras observações foram feitas pelo professor, dando parecer favorável em todos os aspectos a este processo, como por exemplo, baixo custo de manutenção, necessidade de menor área, menor custo de operação e manutenção, eficiência na remoção de matéria orgânica, etc, mas, apesar de tudo, o projeto de Santa Mônica foi abandonado por volta de 1930, com a justificativa de ter alto custo operacional e eficiência duvidosa (Brito, 1943).

Neste mesmo ano de 1911, entrou em funcionamento, no estado de Oklahoma, uma estação de tratamento de esgoto doméstico com capacidade para 33l/s, utilizando este mesmo processo. O sistema consistia de 3 caixas de madeira com seção transversal de 0,55 x 0,45m, com comprimento de 9,0m, contendo 10 conjuntos de placas de ferro fundido, sendo que cada conjunto possuía 27 placas de 0,25 x 0,60m, com espessura de 3/16”

(0,48cm), revestidas com cobre, que eram ligadas alternadamente a um motor elétrico de 7 ½ HP, com corrente de 220V, movendo um excitador de corrente contínua multipolar de 3 Kw. A alimentação era feita através de fio de cobre, sendo que o gerador desenvolvia alta amperagem e baixa voltagem, operando com 270 A por calha. Observou-se que o esgoto se tornava leitoso para as correntes de 1,5 a 3,0 A e gases eram liberados durante o processo, produzindo uma névoa branca rica em material suspenso que era carregado junto com o lodo. O ferro e o cobre eram dissolvidos e se tornavam reagentes poderosos e coagulantes efetivos. Os bacteriologistas da época emitiram pareceres favoráveis ao processo, pois os resultados das análises mostravam uma eficiência de remoção de bactérias da ordem de 99%. Apesar dos resultados a estação foi abandonada por volta de 1912, sob a alegação de ter alto custo operacional e também eficiência duvidosa (HINCKLEY, 1912).

Em 1913, também nos EUA, foi concedida uma patente a G.W. Swinburne, para um processo eletrolítico que recomendava a adição de cloro na quantidade necessária para se obter um determinado grau de purificação desejado (CAPRIO, 1988).

Em 1930, ainda nos EUA, foi patenteado outro sistema eletrolítico para tratamento de esgoto que consistia de uma calha de concreto com dimensões de 2,75 x 1,80 x 15,75 m, com eletrodos de grafite (ânodo) e ferro (cátodo) com espaçamento de 2" (5 cm). Apesar do aparente sucesso de operação, não foram encontradas notícias posteriores sobre esse sistema (CAPRIO, 1988).

Foram realizados estudos em escala de laboratório na União Soviética, em 1937, para o tratamento de esgoto com o processo eletrolítico, utilizando-se eletrodos de ferro e grafite, com o objetivo de substituir a cloração. Os resultados foram considerados animadores. Também não são encontradas referências posteriores sobre o método (CAPRIO, 1988).

Em 1959, na Universidade de Oslo, na Noruega, Ernest Foyen iniciou experiências a nível de laboratório, objetivando realizar o tratamento de esgotos da cidade de Oslo, os quais estavam provocando poluição das águas do mar, onde eram lançados. O

esgoto, sendo rico em nutrientes, causava a proliferação de algas. Assim, o objetivo principal era a remoção de nutrientes do esgoto do processo eletrolítico. A unidade piloto era dotada de diafragma vertical, com ânodo de grafite e cátodo de ferro, onde foi testado o esgoto juntamente com 20% de água do mar. Com o tempo de detenção de 15 min foi aplicada uma energia elétrica de 200 Ah/m^3 , com uma diferença de potencial de 6 V, portanto aplicando-se 1200 W.h/m^3 de esgoto. A vazão utilizada foi de 4 l/s. Como resultado obteve-se uma água limpa, com remoção de 81,6% de fosfatos e 81,5% de nitrogênio, 78,8% de turbidez e praticamente 100% de coliformes. A adição de água do mar objetivava provocar a liberação de íons de magnésio, cálcio e cloro e aumentar a condutividade do líquido. Este processo seria uma combinação de métodos físicos e químicos, pois as partículas suspensas eram removidas pelo gás hidrogênico produzido durante a eletrólise da água, ao mesmo tempo em que o efluente era desinfetado pelo cloro produzido também pela corrente elétrica. As dificuldades mais sérias encontradas foram a ocorrência de ânodo e precipitação de carbonato de cálcio na placa do cátodo, o que prejudicava a formação de gás hidrogênico e conseqüentemente a flotação (Foyn, 1964).

Em 1975, Poon realizou um estudo sobre os métodos físico-químicos de tratamento de misturas de esgoto e água do mar por eletrólise. O autor utilizou os reatores tipo “Batch” e o de fluxo contínuo na remoção de nitrogênio, fósforo, matéria orgânica e sólidos suspensos. Neste trabalho foram utilizados ânodos de grafite e cátodos ferro, baseado em estudos preliminares realizados por Foyn (FOYN, 1964). Entre outras conclusões, o autor salienta que o fato de que o aparente maior custo do tratamento eletrolítico, quando comparado com o tratamento convencional, devido ao custo de energia elétrica, é amenizado pelo fato deste tratamento não envolver reagentes químicos para remoção de fósforo, nem a necessidade de cloro para a desinfecção. Acrescenta ainda a vantagem de não haver necessidade de manuseio e transporte de materiais perigosos e tóxicos, normalmente utilizados em estações convencionais. Poon acrescenta que o processo remove nitrogênio e fósforo, mas não o faz simultaneamente. Numa mistura contendo 10% de água do mar e 0,33 A.h/litro, com um tempo de detenção de 40 a 50 min., há uma remoção de 85% de DBO, 85% do nitrogênio amoniacal, 98% de fósforo total e 87% de

sólidos suspensos, isto para o reator “batch”. Já em relação ao reator de fluxo contínuo nas mesmas condições, verificaram-se remoções de 75% de sólidos suspensos, 66,5% de DBO, 84% de nitrogênio amoniacal e 84,5% de fósforo total. O inferior desempenho do reator de fluxo contínuo pode ser atribuído à baixa eficiência na remoção da espuma, onde encontram-se as espécies quantificadas acima (POON, 1975).

Em 1984, no Brasil, entrou em operação a estação piloto do Cambuí em Campinas, São Paulo, através do Eng^o Wolfgang G. Wiendl, naquela época na CETESB. Tinha-se em mente a investigação do processo eletrolítico no tratamento de esgotos domésticos e também tentar resgatar a imagem que o processo tinha na década de vinte. A estação piloto localizada na antiga depuradora do Cambuí, tinha previsões para tratar inicialmente 2 l/s. As dimensões da calha eletrolítica foram calculadas com base nos parâmetros hidráulicos e elétricos utilizados em Santa Mônica. Com isto, a calha tinha 3m de comprimento e seção transversal de 0,40 x 0,20m. Nessa calha de madeira foram instaladas 3 colméias de eletrodos, sendo as duas primeiras com eletrodos de chapa de aço com seção transversal de 0,70 x 0,20 m e espessura de 1/8” (0,32 cm), com espaçamento entre eixos de 16 mm, totalizando 10 eletrodos por colméia. Na terceira colméia os eletrodos eram de chapa galvanizada com espessura de 1/16” (0,16 cm) com espaçamento entre eixos de 11 mm. Devido ao teor de cloretos no esgoto bruto de Campinas variar na faixa de 50 a 100 mg/l, portanto inferior ao de Santa Mônica que era de 270 mg/L, fez-se então uma elevação da voltagem para a obtenção de amperagem compatível com os dados americanos. Os eletrodos foram alimentados por uma fonte de corrente contínua, na tensão de 2V e intensidade de corrente total de 50^A. O processo apresentou problemas com relação à remoção de bactérias, sendo que os valores conseguidos em Santa Mônica não foram obtidos por Wiendl. Depois de diversas tentativas, como reduzindo a vazão, aumentando o tempo de detenção, verificou-se que a causa mais provável era a utilização de tiosulfato de sódio na preservação das amostras, já que este composto inibe a ação do cloro produzido na calha evitando que o mesmo aja sobre as bactérias. As amostras eram coletadas diretamente na saída da calha, sendo que não havia tempo de contato suficiente para a ação do cloro. Optou-se então pela necessidade de uma câmara de contato para uma efetiva remoção

bacteriológica. Observou-se também que reduzindo o espaçamento entre as placas a remoção de DBO, DQO, fósforo, nitrogênio, resíduos sedimentáveis e remoção de bactérias, o processo mostrou ser compatível com a maioria dos processos convencionais biológicos (WIENDL, 1985).

Em 1985, foi instalada em Iracemápolis, São Paulo, uma estação piloto para o tratamento de esgoto doméstico pelo processo eletrolítico, a partir dos parâmetros obtidos na estação piloto de Campinas. A capacidade era de 1 l/s (WIENDL, 1985).

Em 1985, Cenkin e Belevtsev descreveram a utilização de método eletroquímico para tratamento de esgotos industriais na União Soviética. Presentemente, o tratamento eletroquímico sendo desenvolvido para os seguintes fins: a) remoção de impurezas dissolvidas (principalmente matéria orgânica) de efluentes na forma de produtos não tóxicos e insolúveis, como resultado de oxidação anódica e redução catódica; b) remoção de impurezas dissolvidas (principalmente matéria orgânica) de esgotos por eletrodiálise, com a reutilização dos produtos recuperados; e c) remoção de impurezas insolúveis dispersas e finalmente divididas (orgânicas e inorgânicas) por eletrocoagulação e eletroflotação. A eletrocoagulação é conseguida por eletrólise do esgoto usando ânodos de alumínio e ferro solúveis para formar precipitados insolúveis na água e na eletroflotação ânodos insolúveis eletroliticamente são usados para remoção da matéria dispersa (CEVIN e BELEVTSSEV, 1985).

Em 1988, entrou em operação uma unidade do processo eletrolítico para o tratamento dos esgotos do Hospital das clínicas da UNICAMP, em Campinas, São Paulo.

3.4 - Características do Efluente Cítrico

Segundo Nour (1991), o efluente cítrico líquido apresentou as seguintes características, em valores médios, nas três fases do experimento que desenvolveu, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Características do Efluente Cítrico Líquido Bruto

Parâmetro	Fases de Operação		
	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
* pH	7,05 a 12,13	5,74 a 11,86	10,31 a 12,25
* Alc. Total mg CaCO ₃ /l	129 a 1.370	132 a 1.042	350 a 1.826
* DQO mg/l	2.379 a 7.439	5.112 a 10.618	3.877 a 5.802
* DBO ,g/l	---	3.600 a 4.500	2.144 a 3.480
* Condução µS/cm	631 a 5.810	1.004 a 2.025	1.328 a 7.387
* S. Sedim. ml/l	3,6 a .76	3 a 200	14 a 36
* S.T. mg/l	1.555 a 4.412	1.678 a 5.970	3.148 a 5.978
* S.T.V. mg/l	879 a 2.978	1.470 a 3.983	1.724 a 2.920
* S.T.F. mg/l	367 a 2.707	813 a 2.287	1.310 a 3.288
* S.S.T. mg/l	166 a 703	513 a 961	563 a 992
* S.S.V. mg/l	124 a 529	441 a 785	417 a 805
* S.S.F. mg/l	42 a 191	13 a 202	111 a 283

Fonte: Nour (1991)

3.5 - Análise da Bibliografia

As primeiras aplicações do processo eletrolítico, tanto no final do século passado, como no início deste, indicam um bom desempenho do processo na depuração dos esgotos e principalmente a sua ação bactericida, mas geralmente foram abandonados após análise de custo operacional, eficiência, ou mesmo sem explicação razoável. Na década de 30 foram realizados experimentos nos EUA e na União Soviética, mas não há notícias de resultados. O trabalho de Foyn na Noruega no final da década de 50 parece ser o primeiro que traz um tratamento mais detalhado do processo, quando foram obtidos resultados do desempenho do processo na remoção de nutrientes, coliformes e turbidez. Posteriormente Poon em 1975 comparou os resultados de dois reatores com o processo eletrolítico, estudando a mistura de água do mar ao esgoto e obtendo resultados para remoção de nutrientes, DBO e sólidos suspensos. Em meados da década de 80, houve a retomada do processo eletrolítico no Brasil, através da CETESB, com a implantação da unidade piloto de Campinas. Finalmente, em 1985 tem-se notícia de trabalhos em desenvolvimento na União Soviética. O que se nota é que a bibliografia é escassa e repetitiva. Acredita-se que no passado muitas falhas sejam devido a problemas de materiais usados nos experimentos e que hoje a oferta destes seja maior. Apesar disso, a bibliografia traz resultados animadores para o uso do processo de tratamento, especialmente quando são feitas as necessárias adaptações.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido nas instalações do Laboratório de Saneamento, da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, localizado em Campinas, SP. O resíduo utilizado para as análises foi o da indústria cítrica CITROSUCO PAULISTA S.A., localizada em Limeira, SP.

4.1 - Sistema de Tratamento

O sistema de tratamento foi constituído por um reator tipo “batch”, tendo um volume aproximado de 5 litros. No interior do reator colocados os eletrodos, responsáveis pelo tratamento das impurezas presentes no resíduo. Os eletrodos foram ligados a uma Fonte de Alimentação de 30V/5A (vide Fig. 1), onde era possível a variação dos parâmetros que controlaram o processo. Foi utilizado o sistema de agitação Tub-Floc2, para promover a agitação do líquido no interior do reator (vide Fig. 2). O líquido no reator “Batch” estava sujeito a um período de reação, quando era aplicada a corrente elétrica durante um certo tempo de detenção, neste período ocorria a separação das fases líquida e sólida e finalmente a retirada do líquido decantado para análise, era feita após 3 minutos do desligamento da Fonte de Alimentação.

Os eletrodos foram feitos de chapa de duro alumínio e em número de seis (6), sendo os mesmos colocados na vertical (vide Fig.3) e próximos ao fundo do reator, com espaçamento entre placas de 1 cm. As dimensões dos eletrodos eram de 6 x 8 x 0,2 cm. A

Figura 4 e a Figura 5, mostram respectivamente foto e desenho esquemático do sistema piloto utilizado para o experimento.

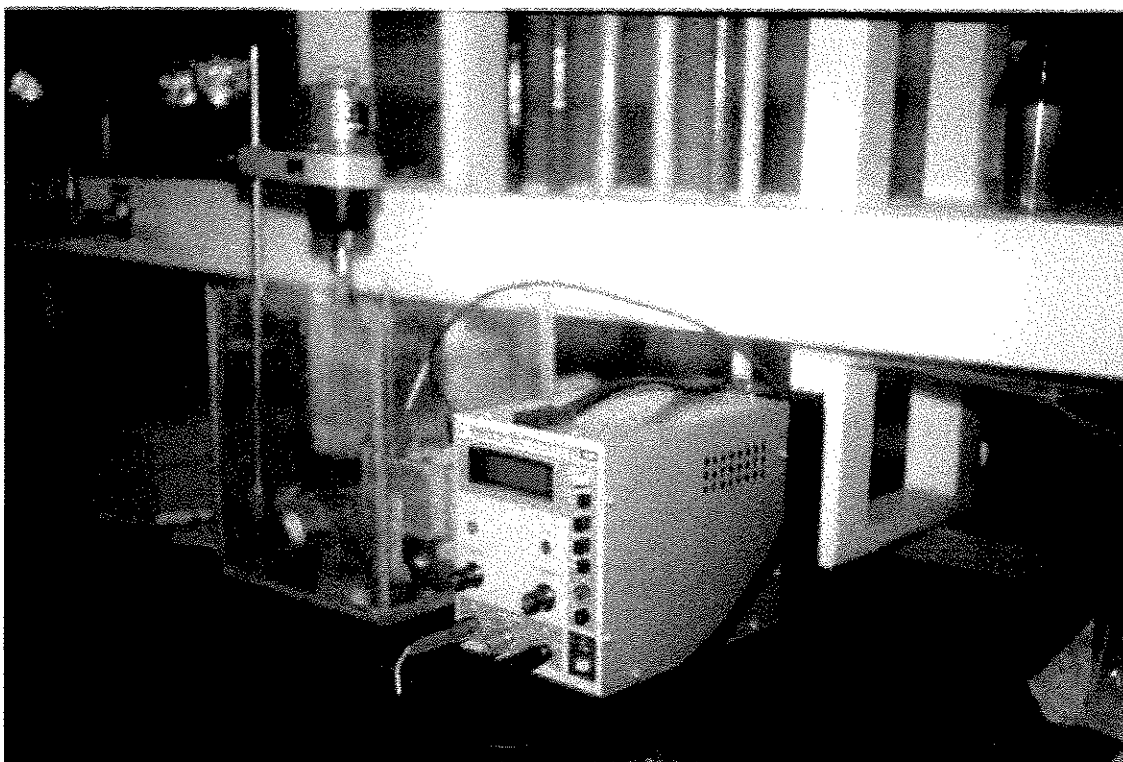


Figura 1 - Fonte de Alimentação 30V/5A

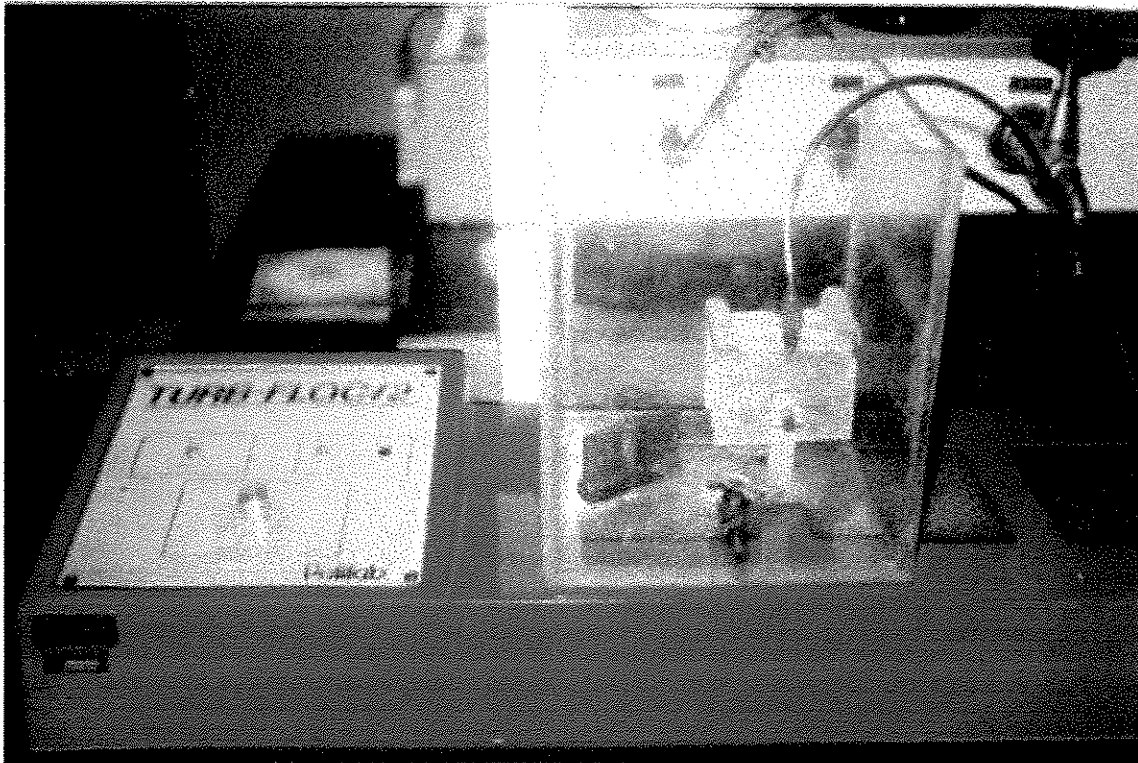


Figura 2 - Agitador TURB-FLOC 2

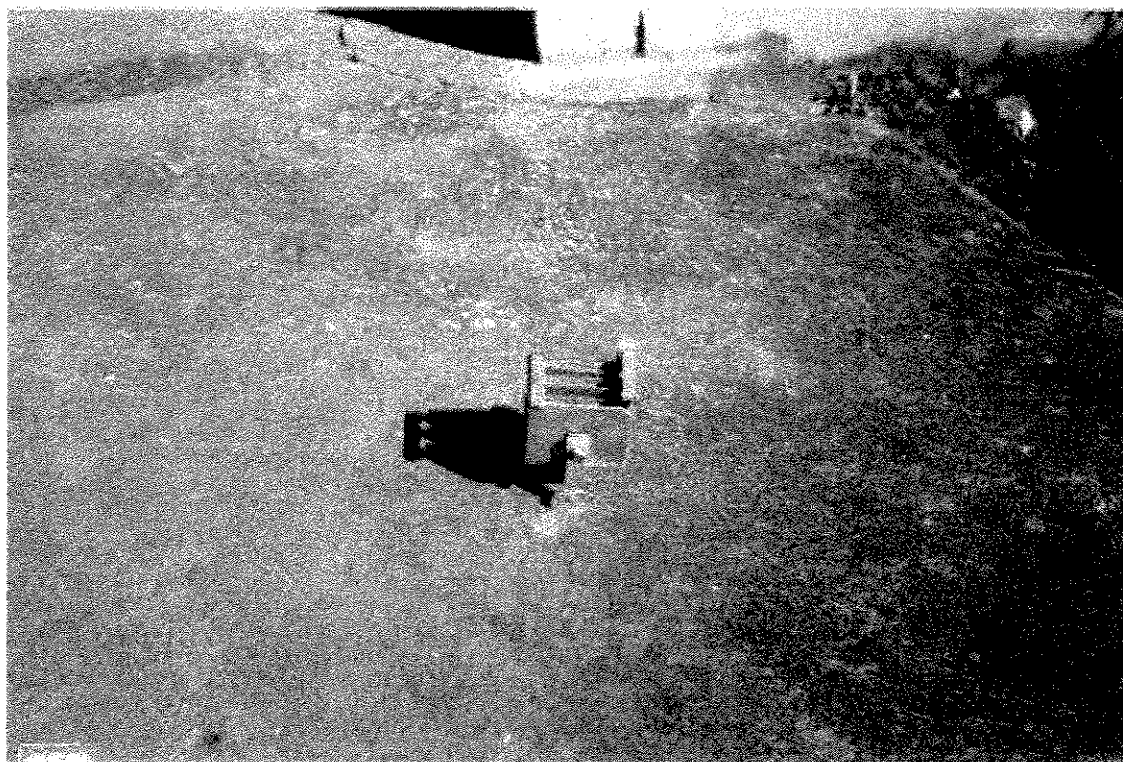


Figura 3 - Conjunto de Placas de Alumínio Utilizadas como Eletrodos

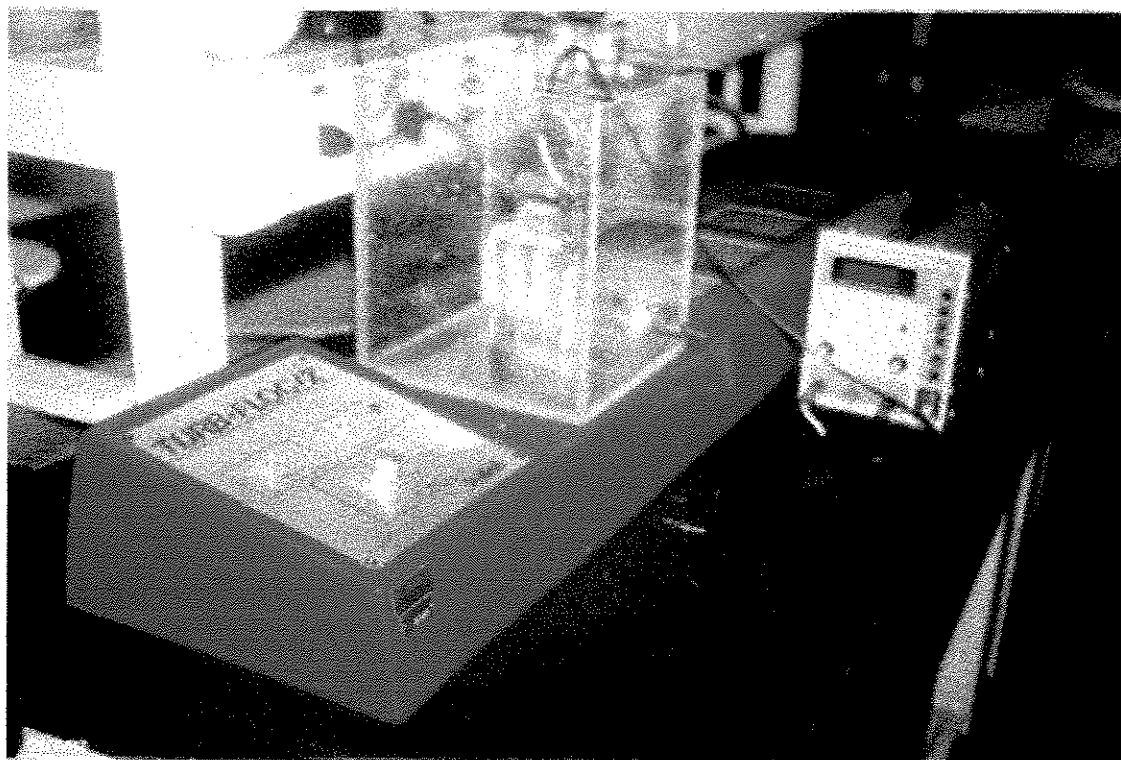


Figura 4 - Sistema Piloto Utilizado no Experimento

SISTEMA PILOTO

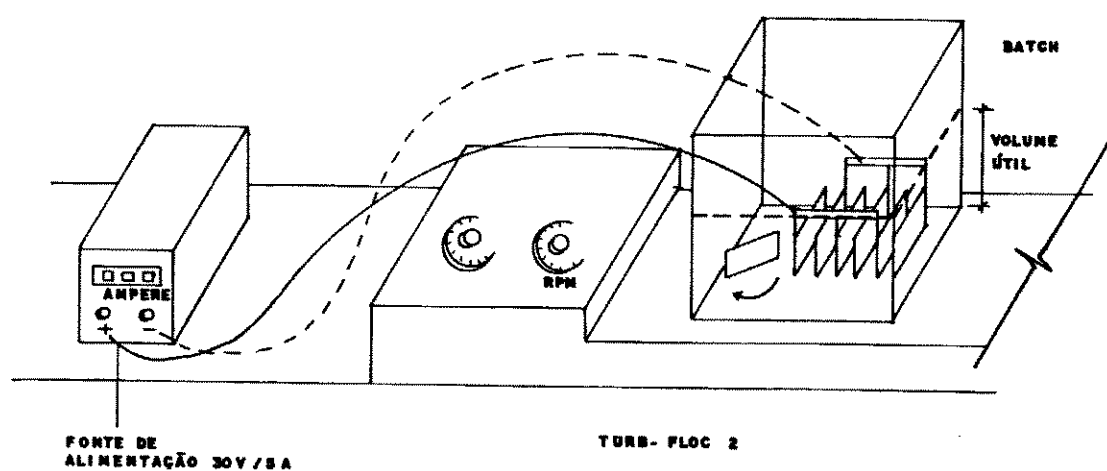


Figura 4A - Desenho Esquemático do Sistema Piloto

4.2 - Procedimento Experimental

O procedimento experimental foi feito em 3 etapas, de acordo com o descrito nos itens seguintes.

Como já foi mencionado no item 4.1, o conjunto de eletrodos era constituído de 6 placas com dimensões de 6 x 8 x 0,2 cm, de tal forma que para as Densidades de Corrente adotadas, era necessário introduzir na FONTE as seguintes intensidades de corrente, mostradas na tabela 2:

Tabela 2 - Valores de Densidade de Corrente relacionadas com a Intensidade de Corrente

Dc (A/m ²)	Ic (A)
25	0.6
50	1.2
100	2.4
150	3.6

Os resultados para as Intensidades de Corrente da Tabela 2, foram obtidos a partir da equação:

$$I_c = Dc \cdot n \cdot A_{placa}$$

Onde:

I_c = Intensidade de Corrente

D_c = Densidade de Corrente

n = espaço entre placas; $(N - 1)$; onde “N” é o número de placas do conjunto

A_{placa} = Área da placa

4.2.1 - Primeira Etapa

Na primeira etapa foi testada para o “Batch” em questão a influência da variação da Velocidade de Agitação sobre a eficiência do sistema. Para tal aferição foram testadas as Velocidades de Agitação relacionadas com diferentes Densidades de Corrente e Tempos de Detenção, de acordo com a Tabela 3:

Tabela 3 - Valores de Velocidades de Agitação, Densidades de Corrente e Tempo de Detenção

Velocidade de Agitação (RPM)	Densidade de Corrente (A/m ²)	Tempo de Detenção (minutos)
20	50, 100 e 150	5, 10 e 15
30	50, 100 e 150	50, 100 e 150
40	50, 100 e 150	50, 100 e 150
50	50, 100 e 150	50, 100 e 150
60	50, 100 e 150	50, 100 e 150

Esta etapa foi desenvolvida com o efluente bruto sem correção nenhuma e em triplicata.

4.2.2 - Segunda Etapa

Na segunda etapa foi testada a influência da variação do Volume, relacionado com as diferentes Densidades de Corrente e Tempo de Detenção, e com a Velocidade de Agitação mais eficiente obtida na 1ª etapa.

A Tabela 4 mostra os diferentes Volumes que foram testados com suas respectivas Densidades de Corrente, Tempo de Detenção e Velocidade de Agitação.

Tabela 4 - Valores de Volumes, Densidades de Corrente, Tempos de Detenção e Velocidades de Agitação

Volume (litros)	Densidades de Corrente (A/m ²)	Tempo de Detenção (min)	Velocidade de Agitação (RPM)
3	50 e 100	5, 10, 15 e 30	50
5	50 e 100	5, 10, 15 e 30	50

Esta etapa também foi desenvolvida com o efluente bruto sem correção nenhuma e em triplicata.

4.2.3 - Terceira Etapa

A terceira etapa foi realizada submetendo o efluente cítrico a alterações de pH, para aferir o comportamento do sistema com tais correções.

Foram testados 3 valores de pH (4, 6 e 8). Estes valores foram escolhidos com base nos resultados obtidos nas duas fases anteriores. A Tabela 5 mostra como os valores de pH foram testados com diferentes valores de Tempo de Detenção e Densidade de Corrente. Sendo a Velocidade de Agitação e Volume utilizado para esta etapa os valores determinados nas etapas anteriores.

Tabela 5 - Valores de pH, Tempo de Detenção e Densidade Corrente

pH	Tempo de Detenção (min)	Densidade de Corrente (A/m ²)
A	10, 30 e 60	25, 50, 100 e 150
B	10, 30 e 60	25, 50, 100 e 150
C	10, 30 e 60	25, 50, 100 e 150

Esta etapa foi realizada em duplicata.

A condutividade elétrica é importante para o processo e por isso a mesma foi sempre verificada.

A voltagem foi utilizada em conjunto com a corrente elétrica para a obtenção da potência utilizada durante os experimentos.

4.3 - Parâmetros Analisados

Durante o trabalho foram determinados os melhores valores de Velocidade de Agitação, Volume e pH de acordo com os parâmetros vistos a seguir.

4.3.1 - Primeira Etapa - Velocidade de Agitação

A mais eficiente Velocidade de Agitação, foi obtida através do monitoramento dos seguintes parâmetros:

- pH
- Condutividade
- Temperatura
- Sólidos em Suspensão (totais, fixos e voláteis)

Obs.: Os parâmetros temperatura, condutividade e pH, foram sempre monitorados para aferir as suas relações com o comportamento da amostra.

4.3.2 - Segunda Etapa - Volume

O Volume mais compatível com a área superficial dos eletrodos, foi medido através dos seguintes parâmetros:

- DQO
- Sólidos totais (totais, fixos e voláteis)
- Sólidos Suspensos (totais, fixos e voláteis)

- Cor

Foram também monitorados pH, Condutividade, temperatura e tensão inicial e final, para cada análise realizada.

4.3.3 - Terceira Etapa - pH

Para aferição do comportamento da amostra com diferentes valores de pH, no referido “Batch”, foram monitorados os seguintes parâmetros:

- DQO (filtrada e não filtrada)
- Sólidos Totais
- Sólidos Suspensos Totais
- Cor

Foram também monitorados condutividade, temperatura e tensão inicial e final, para cada análise realizada.

4.3.4 - Análises

Os parâmetros citados acima foram determinados no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP e os métodos de análises foram aqueles indicados pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater”, 16^a. ed., 1985, e nos manuais da CETESB.

5. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados obtidos das análises realizadas.

5.1 - Características do Efluente Utilizado no Estudo

O efluente cítrico líquido utilizado no experimento, apresentou as seguintes faixas de concentrações, como mostra a Tabela 6. A Tabela seguinte mostra valores extremos obtidos no decorrer das etapas.

5.2 - Realização da Primeira Etapa

5.2.1 - Resultados de S.T.T., S.S.F. e S.S.V.

As Tabelas e Figuras com os resultados das análises de S.T.T., S.S.F. e S.S.V. para determinação da Velocidade de agitação mais eficiente, encontram-se no ANEXO I, representadas pelas Tabelas 5 a 24 e Figuras 6 a 25.

5.2.2 - Determinação da Velocidade de Agitação para o “Batch” proposto

Com os valores obtidos das Tabelas do item 5.2.1., foram construídas as tabelas do sub-item seguinte, que relacionam os valores em porcentagem de remoção média de Sólidos Suspensos Totais (S.S.T.) para cada triplicata das amostras, para a partir da média destes valores de porcentagem de remoção, determinar a Velocidade de Agitação mais eficiente para o “Batch” proposto.

Tabela 6 - Características do Efluente Cítrico Utilizado no Estudo, Apresentando a Faixa de Variação de cada Parâmetro, em cada etapa de operação

Parâmetro	Fases de Operação		
	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
* pH	11,8 a 12,3	11,0 a 11,7	9,30 a 13,3
* DQO mg/l	---	1.283 a 3.343	2.243 a 3.721
* Conduz. $\mu\text{S}/\text{cm}$	1.345 a 3.362	805 a 1.540	1,230 a 7,800 ms/cm
* S.T. mg/l	---	1.558 a 3.410	2.024 a 5.082
* S.S.T. mg/l	272 a 620	157 a 707	262 a 806
* S.S.V. mg/l	199 a 445	35 a 229	---
* S.S.F. mg/l	35 a 226	121 a 479	---
* Cor (% Transm.)	---	3 a 20	1 a 18

	Valores Extremos da Tabela 6				
	pH	Cor (% transm.)	Condut. (μ S/cm)	S.T. (mg/l)	DQO (mg/l)
1ª. Etapa	5.1 7.0	--- ---	440 ---	--- ---	--- ---
2ª. Etapa	--- ---	46 ---	241 ---	5.763 ---	7.218 7.222
3ª. Etapa	5.6	34 73	--- ---	--- ---	1.144 ---

Obs.: Foram utilizados somente valores de remoção de Sólidos Suspensos Totais (S.S.T.), pois o comportamento dos Sólidos Suspensos Fixos (S.S.F.) e Sólidos Suspensos Voláteis (S.S.V.) tendem para uma mesma porcentagem de remoção como mostram as figuras do item 5.2.1.

5.2.2.1 - Remoção de S.S.T. para cada Triplicata

As Tabelas com porcentagens de remoção de Sólidos Suspensos Totais (S.S.T.) para cada triplicata da amostra, encontram-se no Anexo II, representadas pelas Tabelas de 25 a 31.

5.2.3 - Remoção Média de S.S.T.

As Tabelas e Figuras com os valores médios de porcentagem de remoção de Sólidos Suspensos Totais (S.S.T.) obtidos a partir do item 5.2.2.1., encontram-se no Anexo III, representadas pelas Tabelas de 32 a 34 e Figuras de 25 a 27.

5.2.4 - Determinação da Velocidade de Agitação mais Eficiente

Para a determinação da Velocidade de Agitação mais eficiente, foi utilizado o método da Regressão Linear, o qual foi aplicado aos resultados mostrados nas Tabelas 32, 33 e 34.

5.3 - Realização da Segunda Etapa

Escolhida a Velocidade de Agitação mais eficiente para o “Batch” proposto, partiu-se para a determinação da eficiência do sistema para diferentes volumes, em função das diferentes Densidades de Corrente e Tempos de Detenção, já relacionados no item 4.2.2.

5.3.1 - Resultados de COR, DQO, S.S.T. e S.T.

As Tabelas e Figuras com valores de COR, DQO, S.S.T. e S.T., encontram-se no Anexo IV, representadas pelas Tabelas de 35 a 54 e Figuras de 28 a 47.

5.3.2 - Resumo dos Resultados

Tabelas com o resumo dos resultados obtidos do item 5.3.1., encontram-se no Anexo V, representadas pelas Tabelas 54A a 54H.

5.4 - Realização da Terceira Etapa

Neste item estão indicados os resultados obtidos para o comportamento do sistema proposto, através da variação dos valores de pH do efluente líquido citrico. Esta etapa foi realizada em duplicata.

5.4.1 - Resultados de DQO, COR, S.S.T., e S.T.

As Tabelas com os resultados obtidos de DQO, COR, S.S.T. e S.T., encontram-se no Anexo VI, representadas pelas Tabelas de 55 a 109.

5.4.2 - Resumo dos Resultados

As Tabelas com o resumo dos resultados obtidos no item 5.4.1., encontram-se no Anexo VII, representadas pelas Tabelas de 110 a 145.

6 - DISCUSSÃO

6.1 - Primeira Etapa

Como os resultados apresentaram um comportamento tendendo à semelhança, foram feitas regressões lineares dos pontos médios obtidos, em porcentagem de remoção dos sólidos suspensos totais, (Tabelas 32, 33 e 34), para verificar o quanto, em função do coeficiente angular (a), estas regressões obtidas dos pontos tendem a ser paralelas ao eixo da velocidade de agitação (x). Se isto ocorrer, quando o coeficiente angular (a) estiver muito próximo de zero, pode-se considerar que as diferentes Velocidades de Agitação têm a mesma eficiência de remoção dos Sólidos Suspensos Totais (S.S.T.). Foram consideradas as Velocidades de Agitação de 20, 30, 40, 50 e 60 rpm.

REGRESSÃO LINEAR PARA VALORES DA TABELA 32 (TD = 5 min)

$$D_c = 50 \text{ A/m}^2$$

$$a = 0,053 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 81,3 \text{ (ponto de intersecção)}$$

$$D_c = 100 \text{ A/m}^2$$

$$a = 0,031 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 79,9 \text{ (ponto de intersecção)}$$

$$D_c = 150 \text{ A/m}^2$$

$$a = -0,021 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 88,7 \text{ (ponto de intersecção)}$$

REGRESSÃO LINEAR PARA VALORES DA TABELA 33 (TD = 10 mim)

$$D_c = 50 \text{ A/m}^2$$

$$a = -0,021 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 88,7 \text{ (ponto de intersecção)}$$

$$D_c = 100 \text{ A/m}^2$$

$$a = -0,054 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 82,82 \text{ (ponto de intersecção)}$$

$$D_c = 150 \text{ A/m}^2$$

$$a = -0,013 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 74,78 \text{ (ponto de intersecção)}$$

REGRESSÃO LINEAR PARA VALORES DA TABELA 34 (TD = 15 mim)

$$D_c = 50 \text{ A/m}^2$$

$$a = -0,044 \text{ (coeficiente angular)}$$

$$b = 89,78 \text{ (ponto de intersecção)}$$

Verifica-se que a diferença entre os resultados não é significativa. Escolheu-se então a mais eficiente velocidade de agitação, em termos dos parâmetros analisados e observações visuais.

Foram descartados os valores de Velocidade de Agitação de 20 e 30 rpm, pois em ambas ocorre sedimentação o que não é propósito da eletroflotação. A partir daí escolheu-se o valor médio das velocidades restantes, já que através das regressões lineares ficou comprovado que todas apresentam comportamento semelhante para a remoção de sólidos suspensos totais.

A Velocidade de Agitação escolhida foi 50 rpm.

Para o intervalo possível de ser analisado (de 20 a 60 rpm), devido as limitações do equipamento de agitação, pouco ou quase nada observa-se em termos de variação de eficiência.

Observa-se que quanto maior a Densidade de Corrente introduzida no sistema, menor foi sua eficiência na remoção de Sólidos Suspensos Totais, o que é mostrado nas Tabelas 32 a 34 e suas respectivas Figuras 25 a 28, do item 5.2.3.

Não foram avaliados custos para a escolha da Velocidade de Agitação mais eficiente.

Foi feito teste com sistema piloto proposto, sem agitação da massa líquida, para a verificação da necessidade ou não da agitação. A comparação dos resultados, com e sem agitação da massa líquida, para remoção de S.S.T., mostrou comportamentos semelhantes. Porém quando sem agitação, o que se observou era que só entre as placas é que ocorreu remoção de S.S.T., ficando o resto da massa líquida sem alteração. O mesmo não ocorreu quando se utilizou agitação, pois a massa líquida sofreu remoção uniforme de S.S.T..

6.2 - Segunda Etapa

Os Volumes de 3 e 5 litros, escolhidos para a realização da segunda etapa, implicam nas seguintes relações entre volume de efluente líquido/área superficial de placa:

- Para volume de 3 litros esta relação é:

$$\text{relação} = 63 \text{ m}^3 \text{ de efluente/m}^2 \text{ área superior de placa.}$$

- Para volume de 5 litros esta relação é:

relação = 104 m^3 de efluente/ m^2 área superior de placa.

6.2.1 - Cor

Quanto a “Cor”, observa-se que na variação proposta de Densidade de Corrente entre 50 e 104 A/m^2 , em duplicata, no item 5.3.2., a remoção em porcentagem de transmitância, tem comportamentos semelhantes para ambos os volumes.

6.2.2 - DQO

Quanto a “DQO”, também com os parâmetros mencionados no item 5.3.2., observa-se que para Densidade de Corrente igual a 104 A/m^2 , obtém-se valores mais altos de remoção, para ambos os volumes, porém, com volume de 3 litros a remoção foi mais acentuada.

O valor máximo conseguido nesta etapa, com volume de 3 litros e Dc de 104 A/m^2 , foi de 44% de remoção de DQO, o qual é considerado baixo para um processo de tratamento de efluente líquido.

6.2.3 - Sólidos Totais

Quanto a remoção de “Sólidos Totais”, o comportamento para ambos os volumes se mantém aproximadamente o mesmo. Observa-se porém que a melhor remoção, também para ambos os casos, se dá com Densidade de Corrente mais baixa, no caso, igual a 50 A/m^2 .

6.2.4 - Sólidos Suspensos Totais

Quanto aos “Sólidos Suspensos Totais”, as porcentagens de remoção foram semelhantes para ambos os Volumes, sendo que para a menor Densidade de Corrente (50 A/m^2), conseguiu valores maiores, confirmando os resultados da 1ª. etapa.

6.3 - Terceira Etapa

Algumas observações podem ser retiradas dos resultados encontrados no Anexo VIII, item 5.4.2, como por exemplo, a não alteração da tensão e pH durante a eletrólise para os valores de pH propostos. Também a não passivação das placas, problema este muito comum em efluentes básicos, como é o caso do efluente cítrico em questão, ocasionada pela presença de soda cáustica utilizada no processo de lavagem dos equipamentos.

6.3.1 - Cor

Quanto a “Cor”, observou-se que para tempo de detenção igual a 30 minutos, com pH igual a 4 e densidade de corrente de 150 a/m^2 , obtém-se maior remoção. Este comportamento se verifica para as demais densidades de correntes, sempre com Td igual a 30 minutos e pH igual a 4, sendo que esta deficiência decresce com o aumento do pH.

Observa-se que para o tempo de detenção de 10 minutos, as remoções tem comportamento semelhantes, para todas as densidades de corrente.

6.3.2 - DQO

Quanto a “DQO”, observa-se que os valores de remoção se mantêm próximos aos obtidos na 2ª. etapa, não observando melhora, quando o efluente foi submetido a Densidades de Corrente e a Tempos de Detenção maiores, como se esperava.

6.3.3 - Sólidos Totais

Como já era de se esperar, em relação aos “Sólidos Totais”, quase nada foi removido, visto que o efluente cítrico é na sua maioria constituído de substâncias solúveis,

os quais para o sistema proposto não obtiveram respostas positivas. As porcentagens máximas de remoção de Sólidos Totais estiveram próximas de 26%.

6.3.4 - Sólidos Suspensos Totais

Quanto aos “Sólidos Suspensos Totais”, os resultados foram animadores, como foi observado nos itens anteriores. Foram obtidas porcentagens de remoção de S.S.T. na ordem de 90%.

7. CONCLUSÕES

Para as condições observadas nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser feitas:

- a) A melhor velocidade de agitação do líquido no reator foi da ordem de 50 rpm para Sólidos Suspensos Totais;
- b) Não foi verificado efeito significativo da variação de volume e de pH no desempenho do processo eletrolítico;
- c) A remoção de matéria orgânica solúvel parece não ser o forte do processo eletrolítico, já que a porcentagem máxima de remoção, em termos de DQO, não ultrapassou 45%;
- d) Houve uma boa remoção de Sólidos Suspensos, situando-se esta na casa dos 90%;
- e) A utilização principal do processo eletrolítico parece ser na remoção de compostos sólidos suspensos, ou de baixa densidade, devido principalmente aos efeitos de eletrocoagulação e flotação;
- f) Trabalhando-se com valores de pH baixos, observa-se que não ocorre passivação das placas.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Brito, S.R. de, “Deputação das Águas dos Esgotos”- Vol. II, Obras Completas, Imprensa Nacional, 1943.
2. Caprio, Marcos Antonio, “Análise Energética do Processo Eletrolítico para Tratamento de Esgoto”, trabalho apresentado em disciplina de Alternativas Energéticas no Curso de Mestrado, UNICAMP, 1988.
3. Cenkin, V.E. e A. N. Belevtsev, “Electrochemical Treatment of Industrial Wastewater”, Effluent and Water treatment Journal, 25 (7), Julho de 1985.
4. Delgadillo, Sérgio Alejandro Martínez, “Tratamento Eletrolítico de Efluentes de Refinaria de Petróleo”- Dissertação de Doutorado, UNICAMP, 1991.
5. Denaro, A.R., “Fundamentos da Eletroquímica”, tradução: Juergen Heinrich Maar. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.
6. Fadini, Pedro Sérgio, “A Eletrólise Aplicada ao Tratamento de Efluentes”, trabalho exposto em matéria no curso de mestrado, na UNICAMP, 1990.
7. Figueiredo, R. F. de, “Tratamento Biológico de Águas Residuárias da Industrialização de Frutas Cítricas”, Dissertação de Mestrado, EESC, 1977.
8. Foyn, E., “Removal of Sewag Nutrientes by Eletrolytic Treatment”, Journal of Int’l Assoc. of Theoretical and Applied Limnology, 569, 1964.
9. Hinckley, H.V., “Eletrolytic Sewage Treatment”, Engineering News, 67 (12), 1912.
10. Lingane, James J., “Eletroanalytical Chemistry”, segunda edição, Interscience Publishers, Inc., New York, julho, 1970.

11. Nour, Edson A. Abdul, "Tratamento de uma Indústria Cítrica pelo Processo de Escoamento Superficial no solo"- Dissertação de Mestrado, UNICAMP, junho de 1990.
12. Poon, P.C. e Brueckner, T.G., "Physicochemical Treatment of Wasterwater - Seawater mixture by Electrolysis", J. Water Pollution Control Federation, 47 (1): 66-78, 1975.
13. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF, 16^a. ed., 1985.
14. Welker, J. E., "Eletrolytic Sewage-Treatment Tests at Durant, Okla", Engineering News, 76, 546, 1916.
15. Walton, Harold F., "Eletrolysis", The Encyclopédia Americana, International Edition, 1991, pg 154, University of Colorado.
16. Wiendl, W.G., "Processos Eletrolíticos para Depuração de Esgotos", Revista DAE, 45 (140), 1985.
17. Wiendl, W.G., "Tratamento Eletrolítico do Esgoto Urbano - Instalação Pioneira em Iracemápolis, SP", Revista DAE, 45, 1985.

ANEXOS

Anexo I

Anexo II

Anexo III

Anexo IV

Anexo V

Anexo VI

Anexo VII

Anexo I

Tabela 7 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 50 A/m²

Referente a Primeira Triplicata com Dc = 50 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos						
					Totais		Fixos		Voláteis		
					Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	
pH		Conduct.	Temp.								
Bruto		12,0	2838,6	30	619,62	---	174,8	---	444,8	---	
Veloc. (rpm)	Td.	---		---	---	---	---	---	---	---	
20	5	12,3	2448,5	30	50,8	91,8	11,1	93,6	39,6	91,1	
	10	12,2	2697,5	30	64,7	89,6	11,8	93,2	52,8	88,1	
	15	12,2	2705,8	30	66,5	89,3	12,9	92,6	53,5	88,0	
30	5	12,2	2614,5	29	63,3	89,8	12,2	93,0	50,9	88,5	
	10	12,2	2614,5	28	58,8	90,5	6,7	96,2	52,1	88,3	
	15	12,3	2988,0	30	108,0	82,6	19,8	88,6	88,1	80,2	
40	5	12,3	2822,0	29	124,6	79,9	20,9	88,0	103,6	76,7	
	10	12,3	2905,0	29	19,9	96,8	12,2	93,0	7,4	98,3	
	15	12,3	2863,5	28	119,3	80,7	23,0	86,8	96,2	78,4	
50	5	12,3	2614,5	28	31,8	94,9	2,5	98,6	29,3	93,4	
	10	12,3	2614,5	28	141,1	77,2	30,5	82,5	110,5	75,1	
	15	12,3	2905,0	28	130,4	79,0	24,1	86,2	106,2	76,1	
60	5	12,3	2573,0	27	99,4	84,0	19,8	88,6	79,5	82,1	
	10	12,2	2739,0	28	44,9	92,7	10,3	94,1	34,5	92,2	
	15	12,3	2739,0	28	97,8	84,2	22,6	87,1	75,2	92,2	

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 8 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação,
TD e Dc igual a 50 A/m²

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 50 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
					Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		12,2	2656,0	28	602,2	---	226,3	---	375,8	---
Veloc. (rpm)	Td.	---		---	---	---	---	---	---	---
20	5	12,2	2656,0	28	95,9	84,2	26,2	88,4	68,8	81,7
	10	12,2	2697,5	28	72,0	88,0	23,3	89,7	48,7	87,0
	15	12,2	2680,9	28	49,5	91,8	15,1	93,3	34,4	90,8
30	5	12,2	2656,0	28	127,7	78,8	37,9	83,2	89,7	76,1
	10	12,3	2739,0	28	58,5	90,3	18,6	91,8	39,9	89,4
	15	12,2	2697,5	28	51,1	91,5	15,8	93,0	35,3	90,6
40	5	12,3	2656,0	28	86,0	85,7	26,1	88,4	59,9	84,1
	10	12,3	2656,0	28	67,6	88,8	18,7	91,7	48,8	87,0
	15	12,3	2697,5	28	35,7	94,1	10,4	95,6	25,7	93,2
50	5	12,3	2614,5	28	90,8	84,9	24,1	89,3	66,7	82,3
	10	12,3	2656,0	28	64,7	89,2	19,5	91,4	45,2	88,0
	15	12,3	2697,5	28	41,4	93,1	11,9	94,7	29,4	92,2
60	5	12,3	2739,0	28	82,5	86,3	24,7	89,1	57,8	84,6
	10	12,3	2614,5	28	74,1	87,7	24,3	89,2	49,7	86,8
	15	12,3	2697,5	28	38,9	93,5	12,7	94,4	26,2	93,0

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 9 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 50 A/m²

Referente a Terceira Triplicata com Dc = 50 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
		pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		12,3	3361,5	---	448,1	---	190,2	---	257,9	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	12,5	3403,0	---	100,3	77,6	35,7	81,2	64,4	75,0
	10	12,5	3444,5	---	70,6	84,2	26,0	86,4	44,7	82,7
30	5	12,5	3569,0	---	125,0	72,1	44,7	76,5	80,3	68,9
	10	12,6	3444,5	---	62,5	86,1	17,7	90,7	44,9	82,6
40	5	12,6	3444,5	---	89,9	79,9	29,5	84,5	60,4	76,6
	10	12,6	3444,5	---	62,8	86,0	24,9	86,9	37,9	85,3
50	5	12,7	3444,5	---	85,9	80,8	32,0	83,2	53,9	79,1
	10	12,6	3486,0	---	72,5	84,0	25,4	86,7	47,0	81,8
60	5	12,7	3361,5	---	83,3	81,4	29,3	84,6	54,0	79,1
	10	12,6	3278,5	---	60,0	86,7	20,9	89,0	38,9	85,0

Condutividade em µS/cm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 10 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação,
TD e Dc igual a 100 A/m²

Referente a Primeira Triplicata com Dc = 100 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
					pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)
Bruto		12,2	1842,6	22	271,5	---	72,3	---	199,2	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	12,2	1892,4	22	43,9	83,9	2,4	96,6	41,4	79,2
	10	12,3	1992,0	22	36,6	86,6	9,0	87,6	27,3	86,3
30	5	12,2	1892,4	22	40,2	85,2	8,6	88,2	31,6	84,1
	10	12,1	1709,8	22	48,9	82,0	13,5	81,4	35,5	82,2
40	5	12,1	1900,7	22	53,4	80,3	11,6	84,0	41,8	79,0
	10	12,2	1909,0	23	36,6	86,5	7,2	90,1	29,4	85,2
50	5	12,2	1875,8	23	46,4	82,9	9,3	87,2	37,2	81,3
	10	12,1	1693,2	23	78,3	71,2	35,9	50,4	42,4	78,7
60	5	12,2	1809,4	22	51,4	81,1	12,7	82,5	38,8	80,5
	10	12,1	1726,4	22	55,7	79,5	21,5	70,3	34,2	82,8

Condutividade em µS/cm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 11 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m²

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 100 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
					pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)
Bruto		11,0	1344,6	25	386,7	---	133,5	---	253,3	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	11,8	1245,0	25	79,7	79,4	22,7	83,0	57,0	77,5
	10	11,5	1195,2	25	79,1	79,5	37,9	71,6	41,2	83,7
30	5	11,7	1245,0	25	96,9	74,9	27,0	79,8	69,9	72,4
	10	11,5	1195,2	25	74,3	80,8	22,8	83,0	51,6	79,6
40	5	11,7	1245,0	25	79,2	79,5	24,1	81,9	55,1	78,2
	10	11,5	1195,2	25	71,0	81,6	23,5	82,4	47,5	81,2
50	5	11,7	1245,0	25	74,5	80,7	18,9	85,8	55,5	78,1
	10	11,5	1178,6	25	65,9	83,0	17,5	86,9	48,4	80,9
60	5	11,8	1245,0	25	74,3	80,8	19,2	85,6	55,0	78,3
	10	11,5	1178,0	25	73,8	80,9	20,8	84,4	53,0	79,1

Condutividade em µS/cm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 12 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação,
TD e Dc igual a 100 A/m²

Referente a Terceira Triplicata com Dc = 100 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
		pH	Conduct.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		12,0	1726,5	30	514,3	---	171,1	---	343,2	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	11,8	1709,0	30	101,6	80,2	33,7	80,3	67,8	80,2
	10	11,7	1726,4	31	107,9	79,0	41,3	75,9	66,6	80,6
30	5	11,9	1660,0	30	104,2	79,7	31,8	81,4	72,5	78,9
	10	11,8	1618,5	30	107,2	79,1	39,1	77,1	68,1	80,1
40	5	12,0	1726,4	30	94,0	81,7	27,0	84,2	67,1	80,4
	10	11,8	1660,0	30	100,9	80,4	41,4	75,8	59,5	82,6
50	5	12,0	1668,3	30	109,4	78,7	28,9	83,1	80,6	76,5
	10	11,8	1593,6	30	106,2	79,3	40,8	76,1	65,4	80,9
60	5	12,0	1726,4	30	77,3	85,0	18,8	89,0	58,5	82,9
	10	12,0	1726,4	30	99,2	80,7	34,8	79,9	64,5	81,2

Condutividade em µS/cm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 13 - Valores de pH, Condutividade e Temperatura para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 100 A/m²

Referente a Primeira Triplicata com Dc = 150 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
		pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		---	1726,4	28	348,3	---	81,5	---	266,8	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	---	1610,2	30	48,7	86,0	9,2	88,7	39,5	85,2
	10	---	1560,4	30	51,1	85,2	11,1	86,4	40,4	84,9
30	5	---	1643,4	30	60,7	82,6	13,9	82,9	46,7	82,5
	10	---	1610,2	30	70,6	79,7	18,6	77,2	52,0	80,5
40	5	---	1718,1	30	65,0	81,3	15,4	81,1	49,6	81,4
	10	---	1460,8	30	72,9	79,1	24,0	70,6	48,9	81,7
50	5	---	1635,1	30	60,8	82,5	12,9	84,2	48,0	82,0
	10	---	1610,2	31	70,8	79,6	15,1	81,5	55,8	79,1
60	5	---	1610,2	30	63,4	81,8	8,5	89,6	54,9	79,4
	10	---	1560,4	30	74,3	78,7	21,3	73,9	53,0	80,1

Condutividade em µScm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 14 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S.S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 150 A/m²

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 150 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
					pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)
Bruto		7,0	672,3	34	317,9	---	65,3	---	252,6	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	8,4	630,8	35	225,8	29,0	103,8	---	122,0	51,7
	10	8,4	622,5	35	74,6	76,5	40,9	37,4	33,7	86,7
30	5	8,0	647,4	34	197,0	38,0	80,2	---	116,8	53,8
	10	8,0	630,8	34	99,9	68,6	55,8	14,5	44,1	82,5
40	5	8,2	647,4	33	206,1	35,2	85,5	---	120,6	52,3
	10	8,3	639,1	33	52,9	83,4	30,3	53,6	22,6	91,1
50	5	7,6	705,5	33	137,8	56,7	63,7	2,5	74,1	70,7
	10	8,1	630,8	33	57,6	81,9	33,5	48,7	24,1	90,5
60	5	8,6	672,3	33	106,3	66,6	46,9	28,2	59,4	76,5
	10	8,6	680,6	33	44,2	86,1	25,9	60,3	18,3	93,8

Condutividade em µS/cm

Temperatura em graus Centígrados

Tabela 15 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Remoção de S. S. para Diferentes Velocidades de Agitação, TD e Dc igual a 150 A/m²

Referente a Terceira Triplicata com Dc = 150 A/m²

					Remoção de Sólidos Suspensos					
					Totais		Fixos		Voláteis	
					pH	Condut.	Temp.	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)
Bruto		5,1	439,9	30	337,7	---	34,9	---	302,8	---
Veloc. (rpm)	Td.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	5	5,6	464,8	31	79,9	76,3	28,8	17,5	51,1	83,1
	10	6,4	481,4	31	94,2	72,1	46,6	---	47,6	84,3
30	5	5,4	423,3	30	85,8	74,6	36,5	---	49,3	83,7
	10	6,4	448,2	32	96,2	71,5	53,2	---	43,0	85,8
40	5	5,7	423,3	30	89,8	73,4	43,5	---	46,3	84,7
	10	6,1	423,3	32	171,2	49,3	97,2	---	74,0	75,6
50	5	5,6	415,0	30	66,6	80,3	31,1	10,9	35,5	88,3
	10	6,0	423,3	32	162,1	52,0	90,4	---	71,7	76,3
60	5	5,7	415,0	31	62,1	81,6	30,2	13,5	31,9	89,5
	10	6,0	423,3	32	101,1	70,1	54,4	---	46,7	84,6

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus Centígrados

Figura 5 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

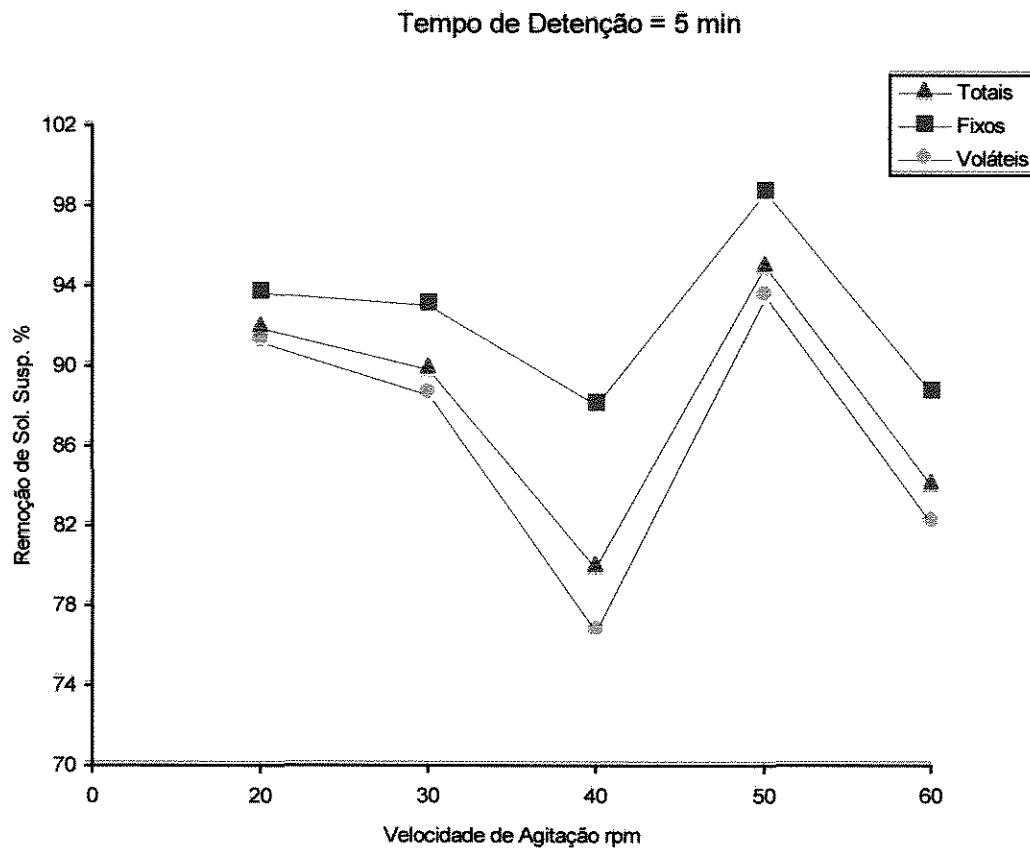


Figura 6 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

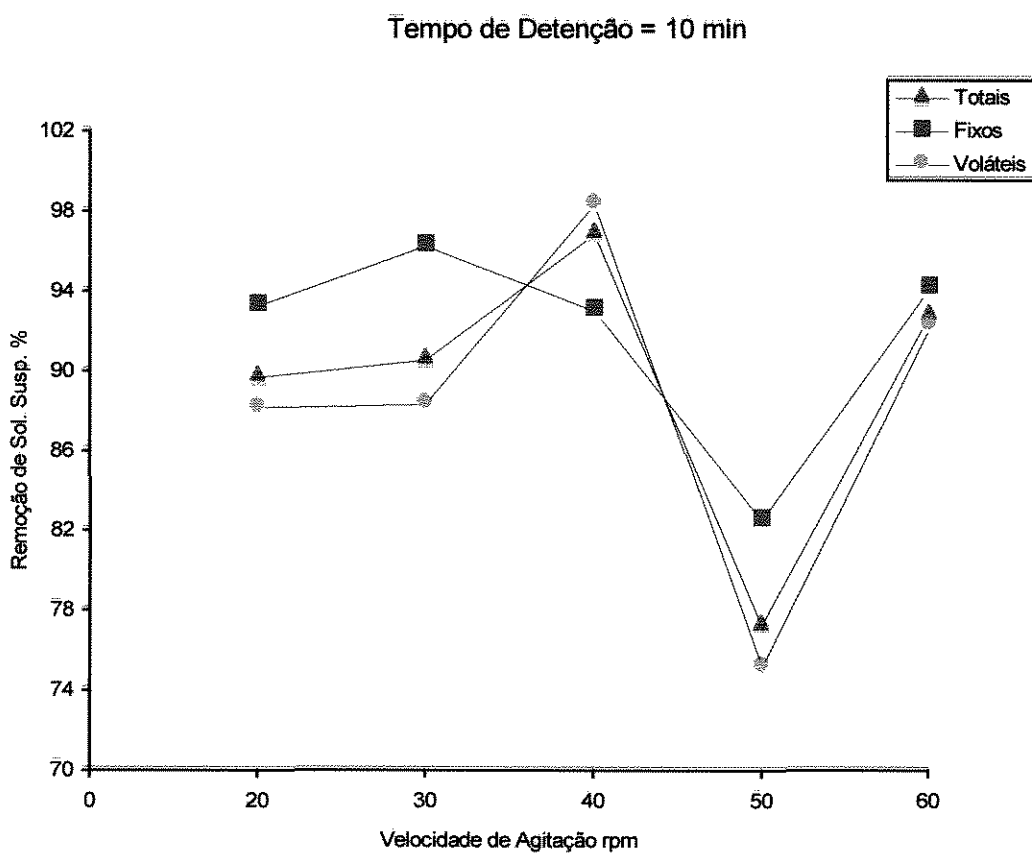


Figura 7 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

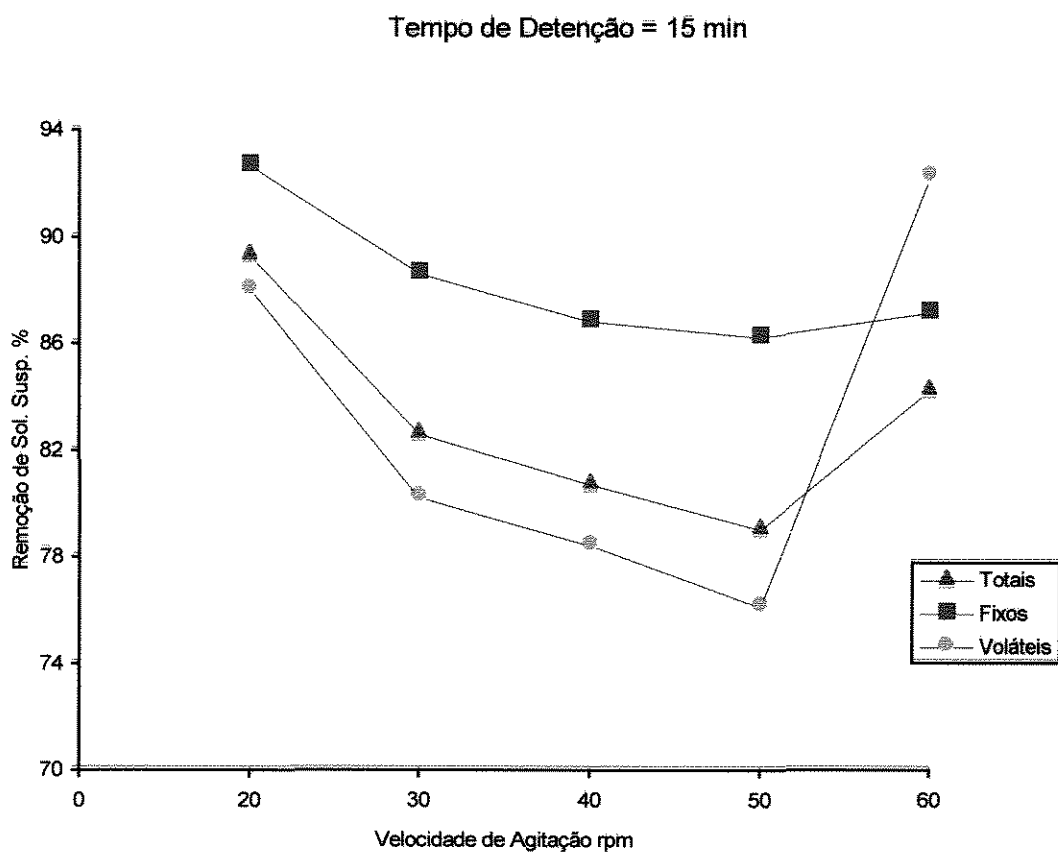


Figura 8 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

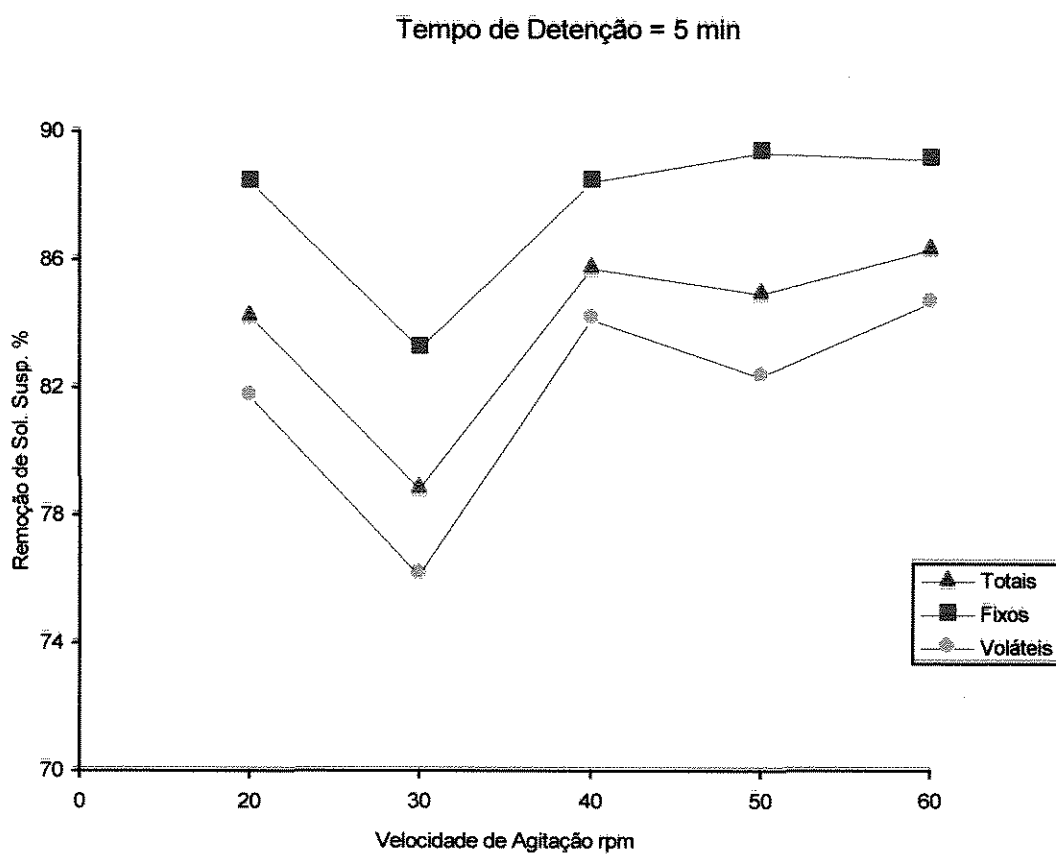


Figura 9 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

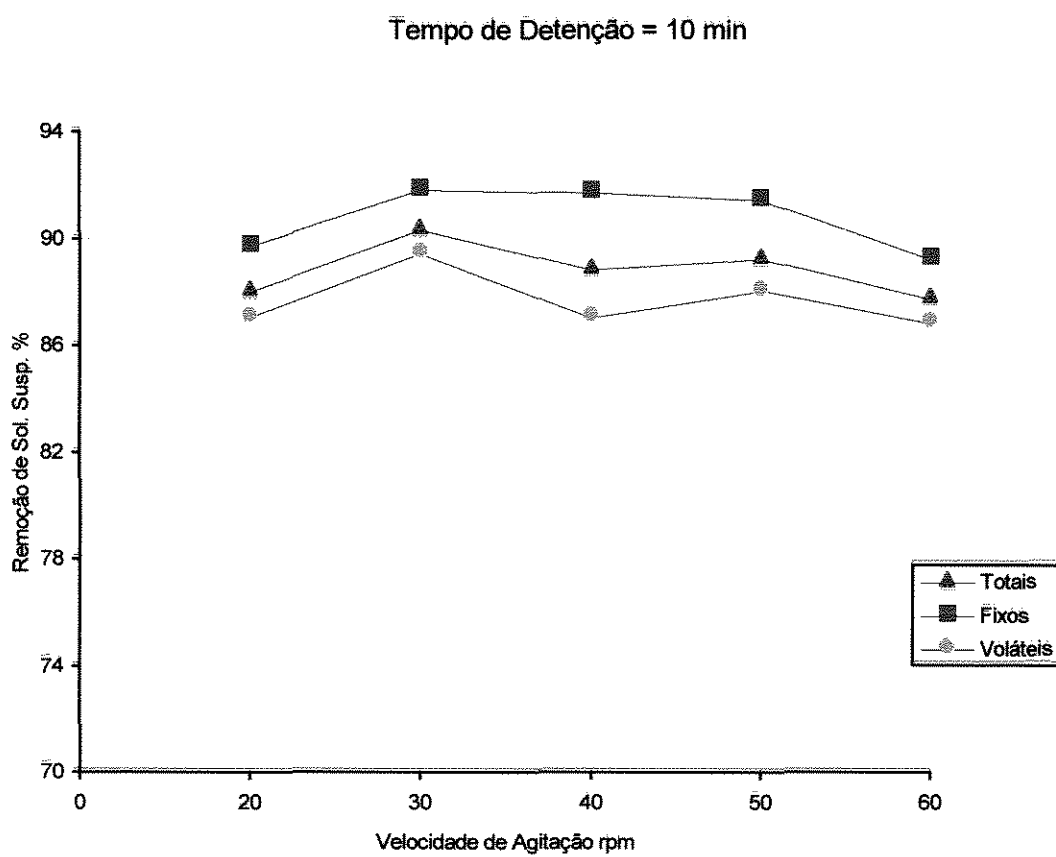


Figura 10 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

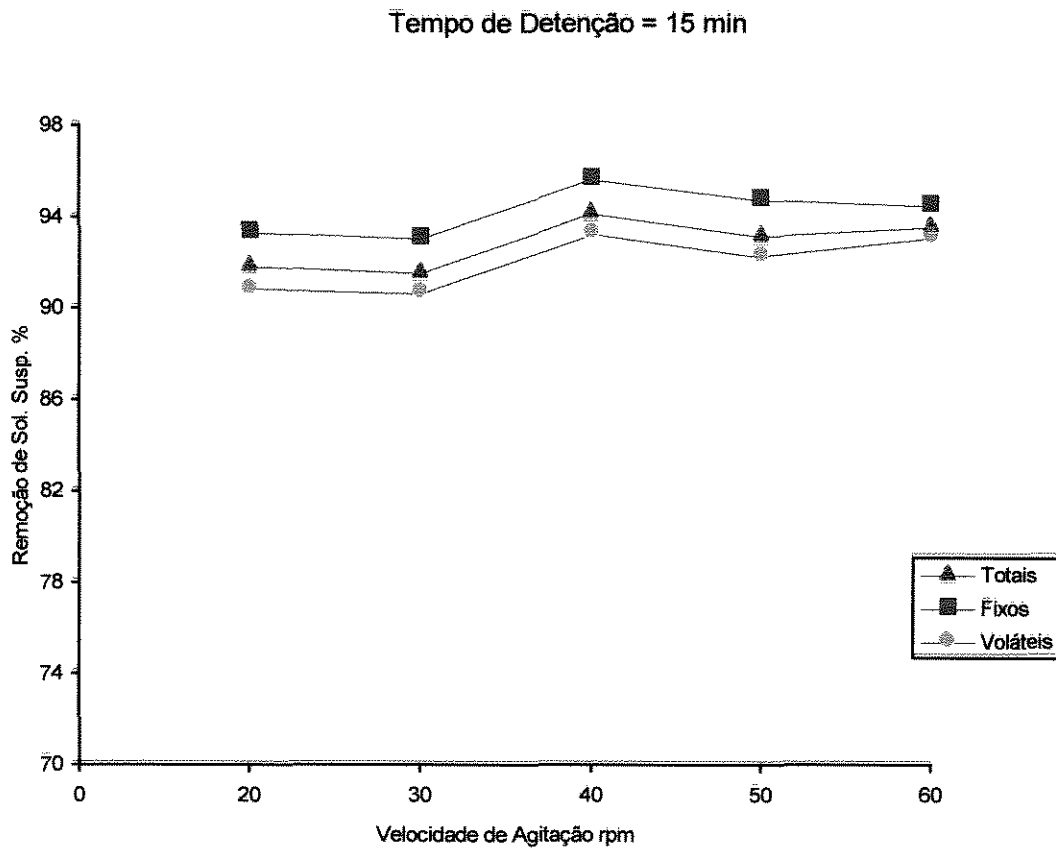


Figura 11 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

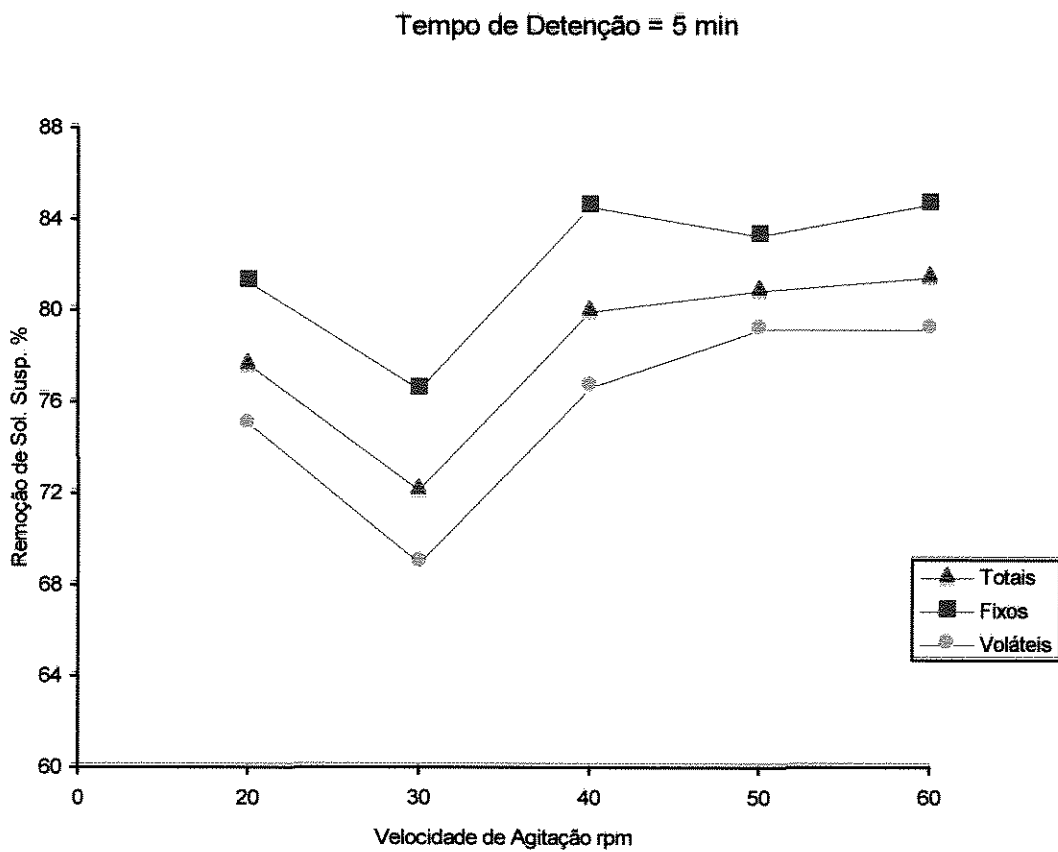


Figura 12 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

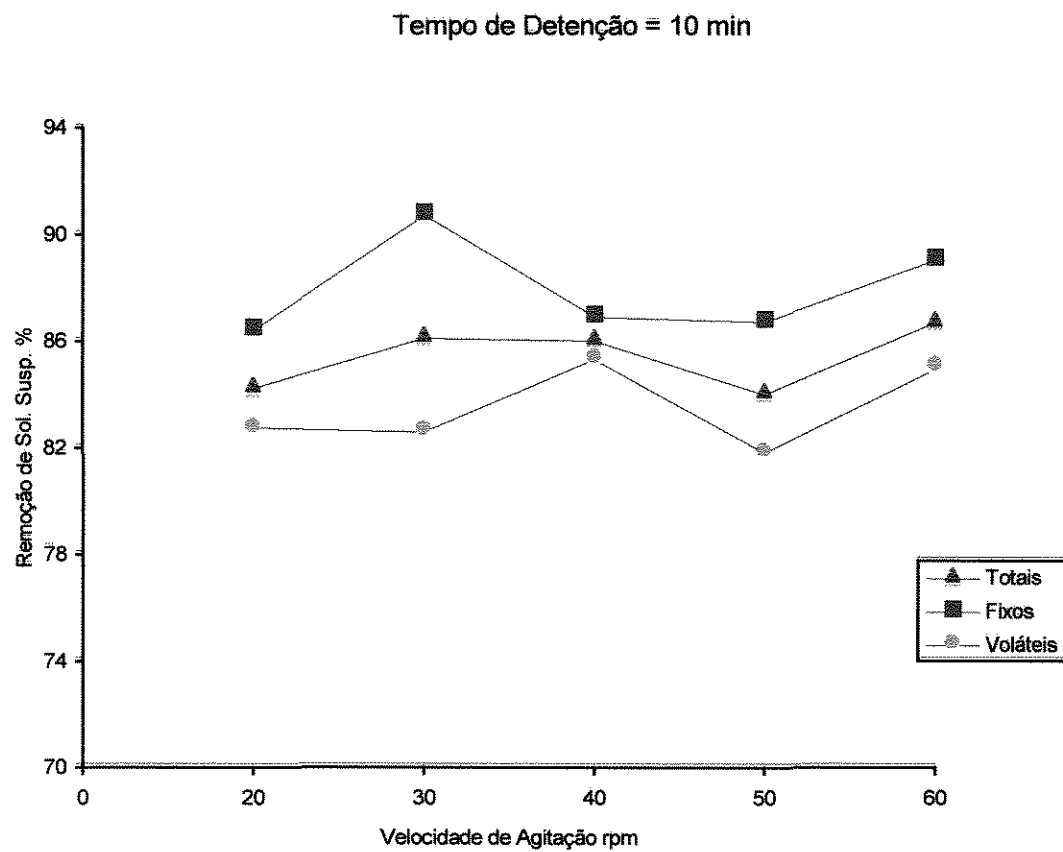


Figura 13 - Primeira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$

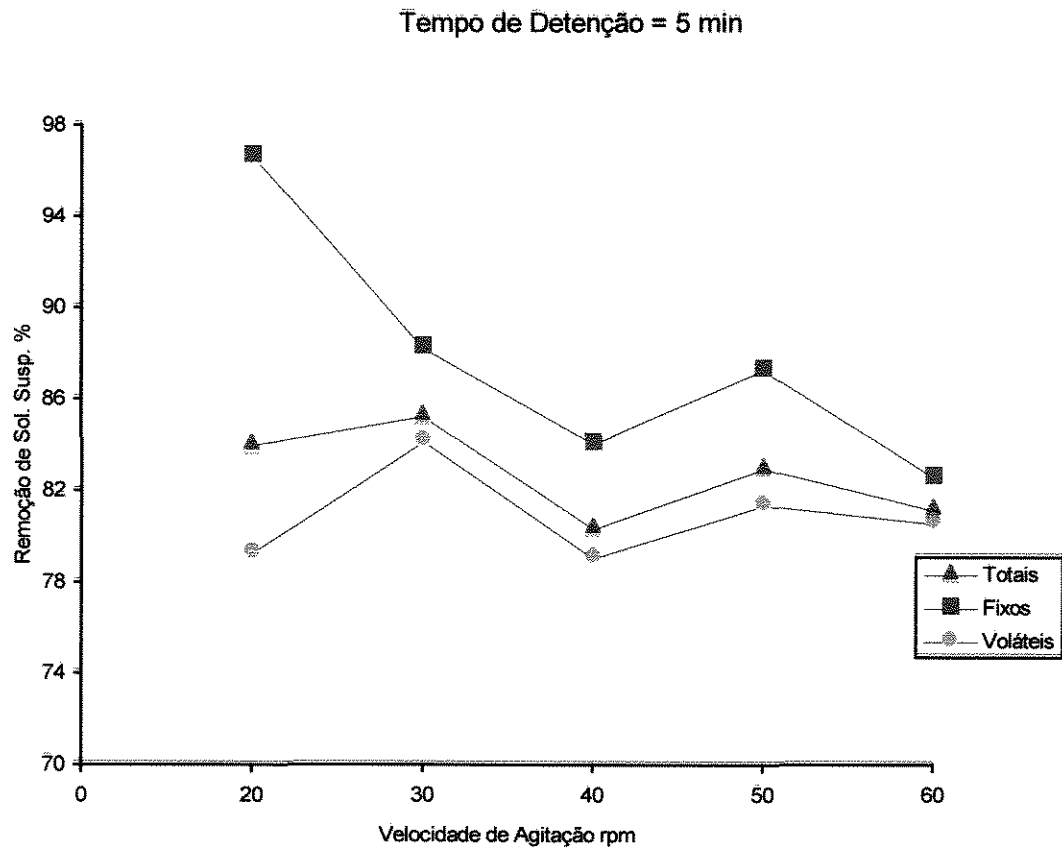


Figura 14 - Primeira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$

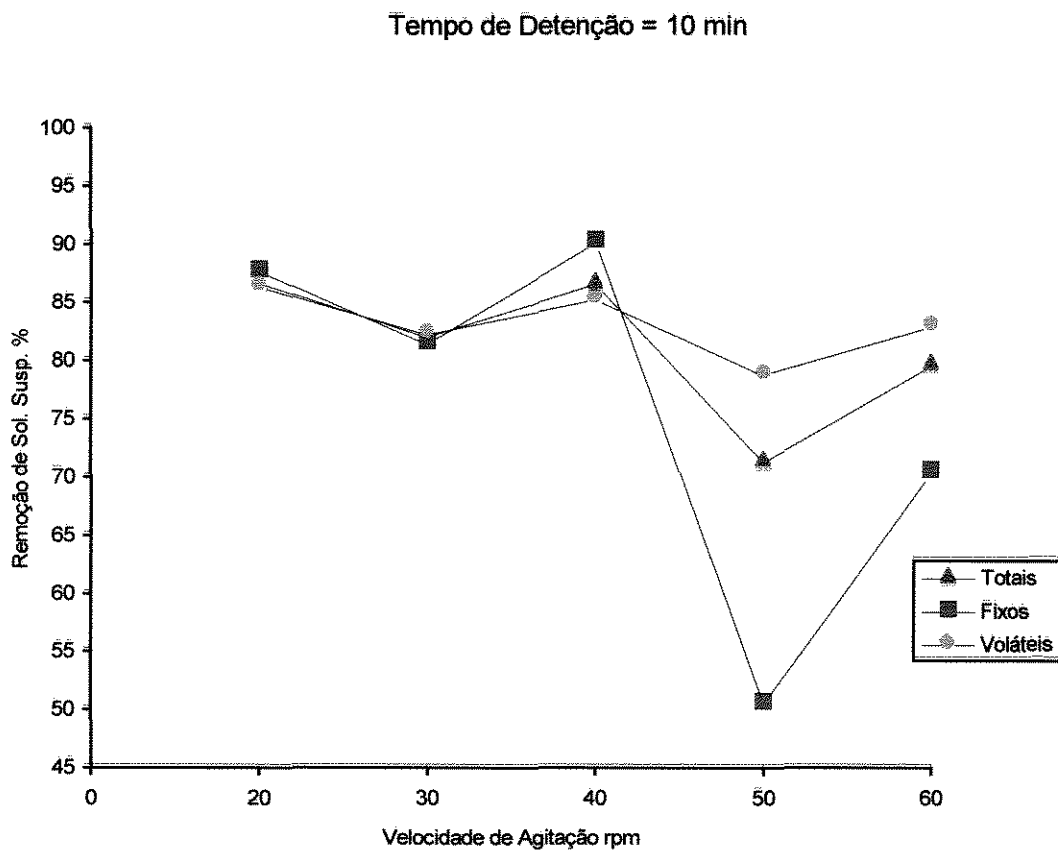


Figura 15 - Segunda Triplicata - $\bar{D}_c = 100 \text{ A/m}^2$

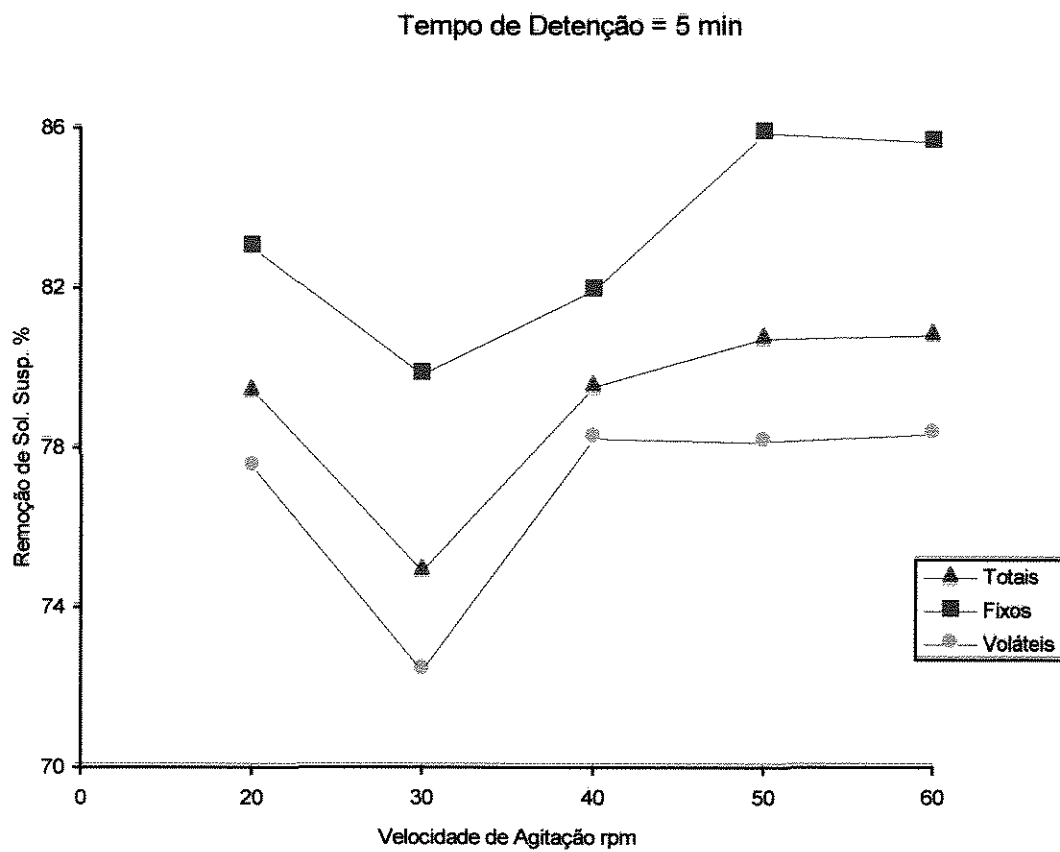


Figura 16 - Segunda Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$

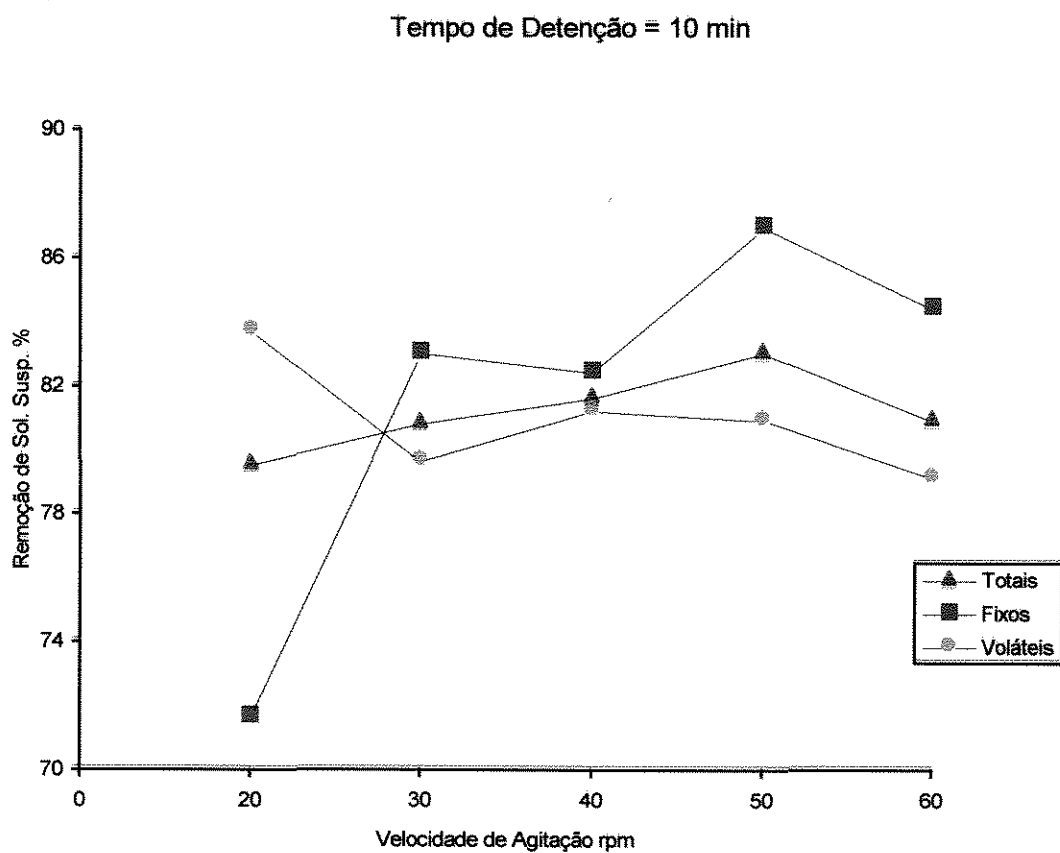


Figura 17 - Terceira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$

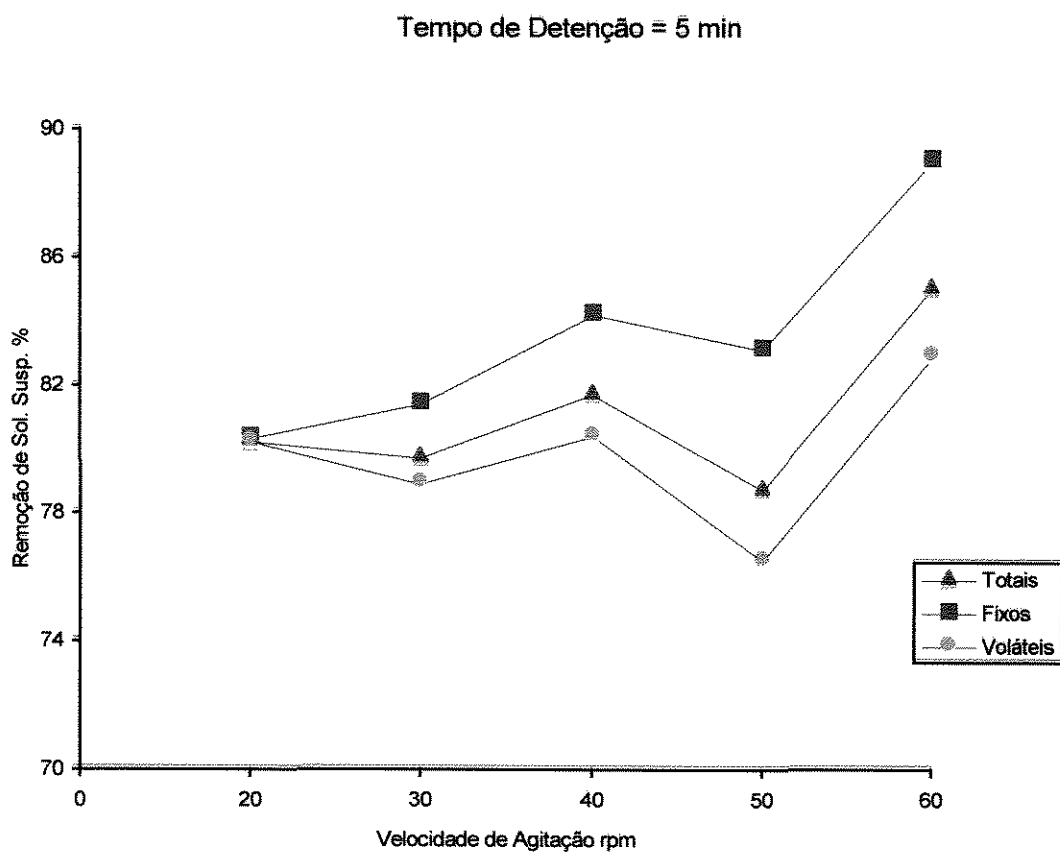


Figura 18 - Terceira Triplicata - $D_c = 100 \text{ A/m}^2$

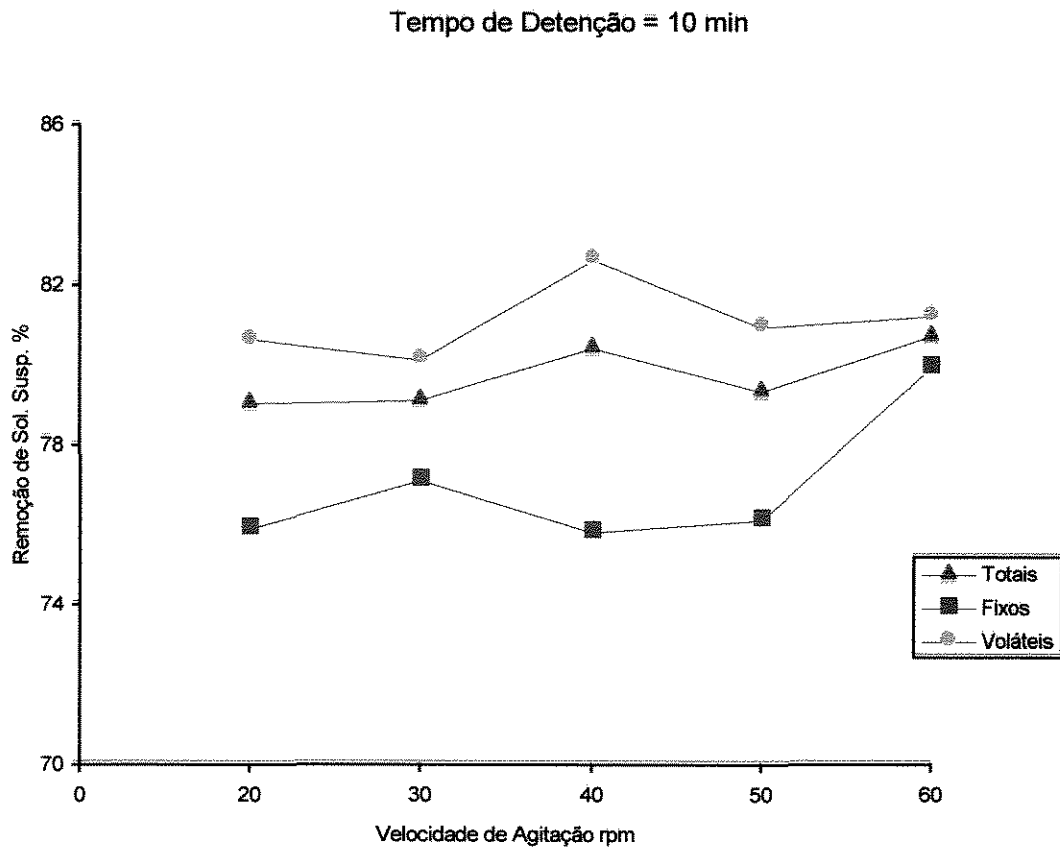


Figura 19 - Primeira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

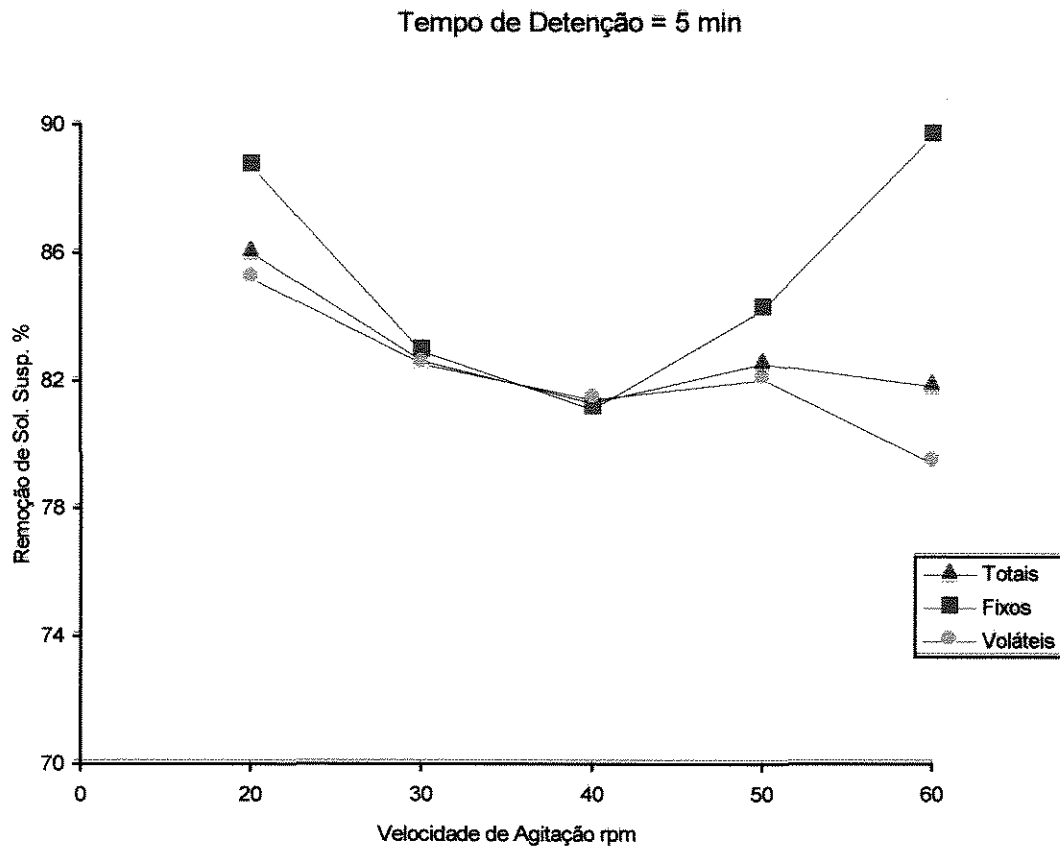


Figura 20 - Primeira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

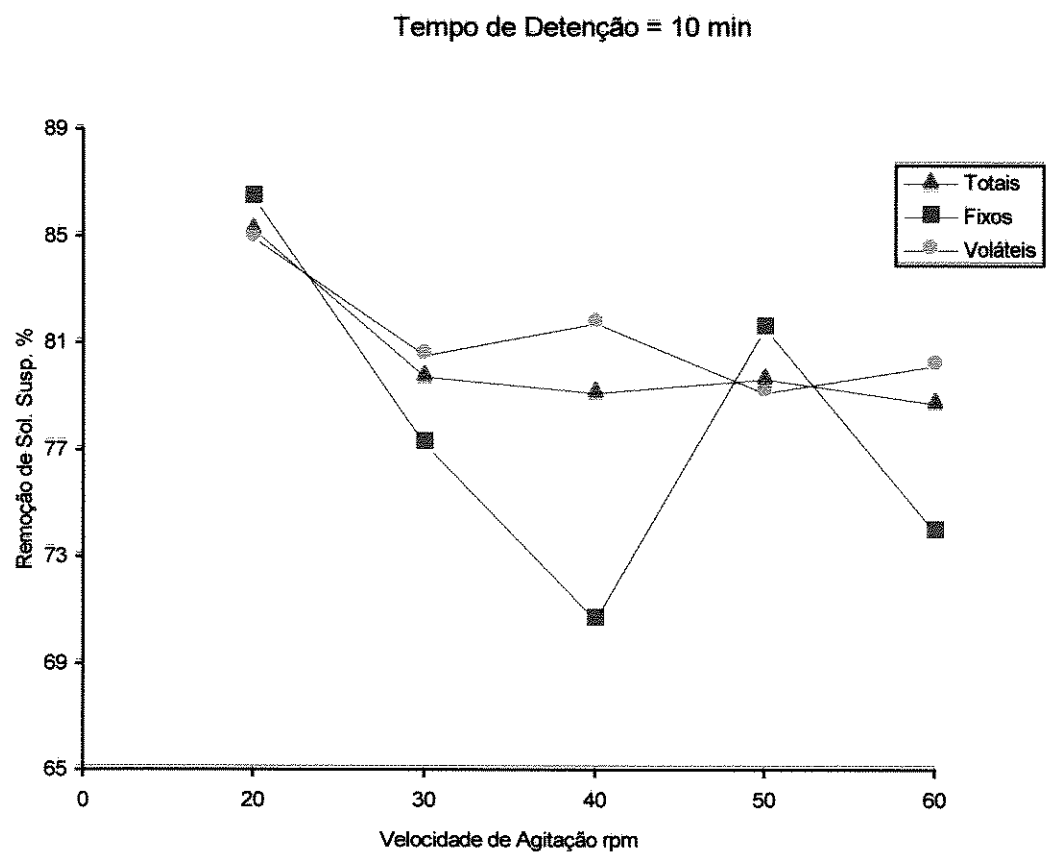


Figura 21 - Segunda Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

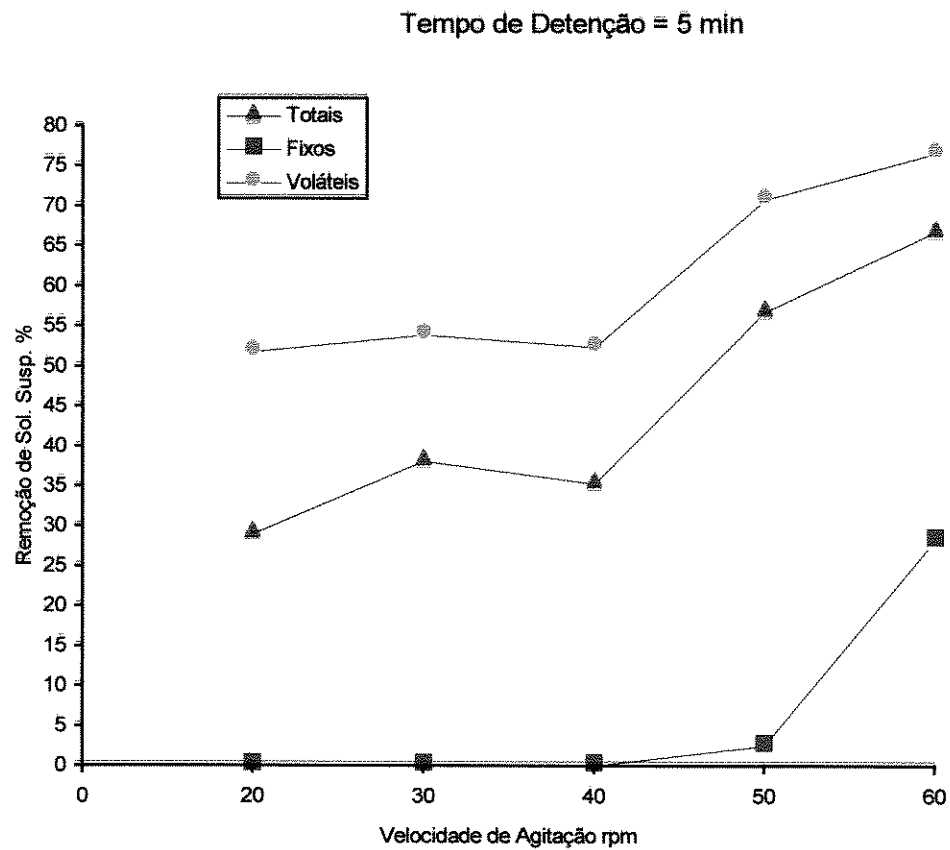


Figura 21 - Segunda Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

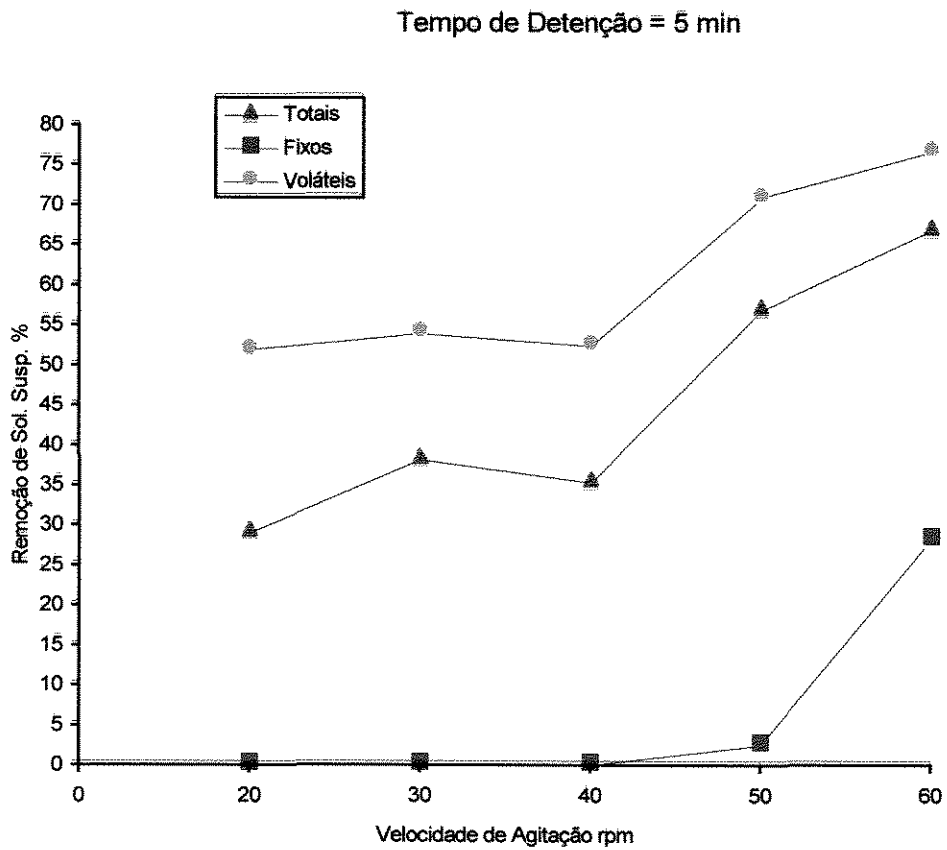


Figura 22 - Segunda Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

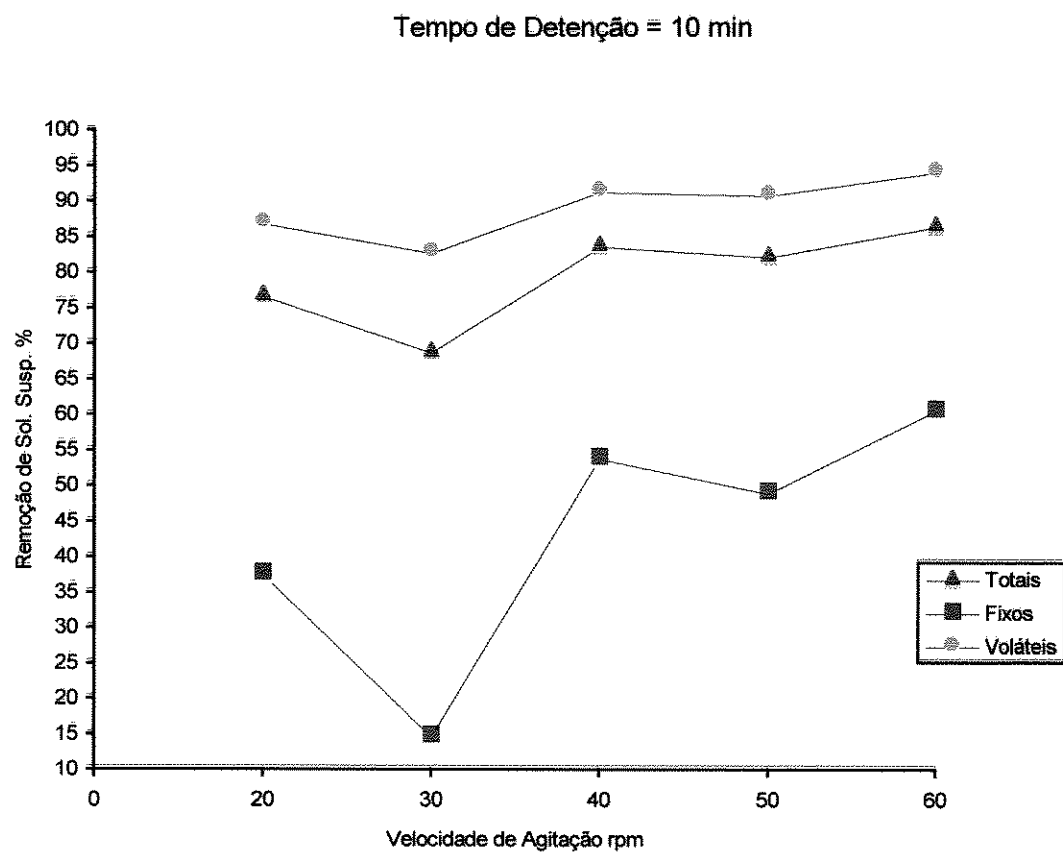


Figura 23 - Terceira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$

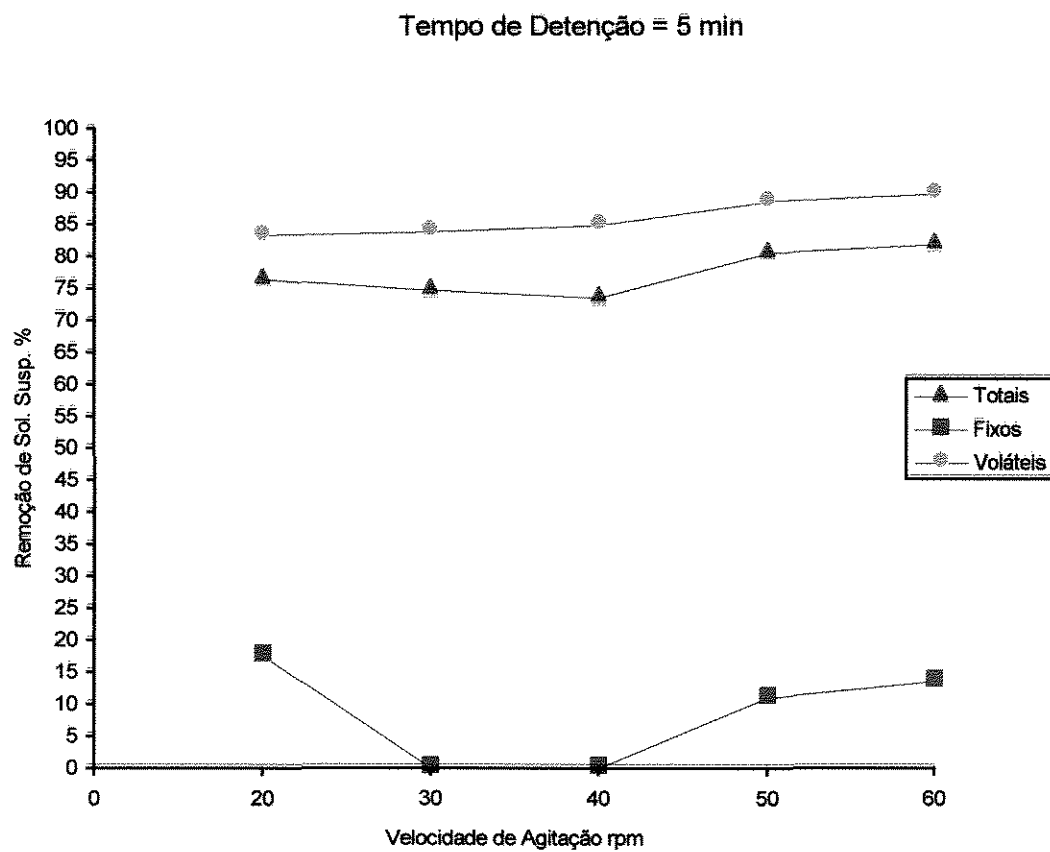
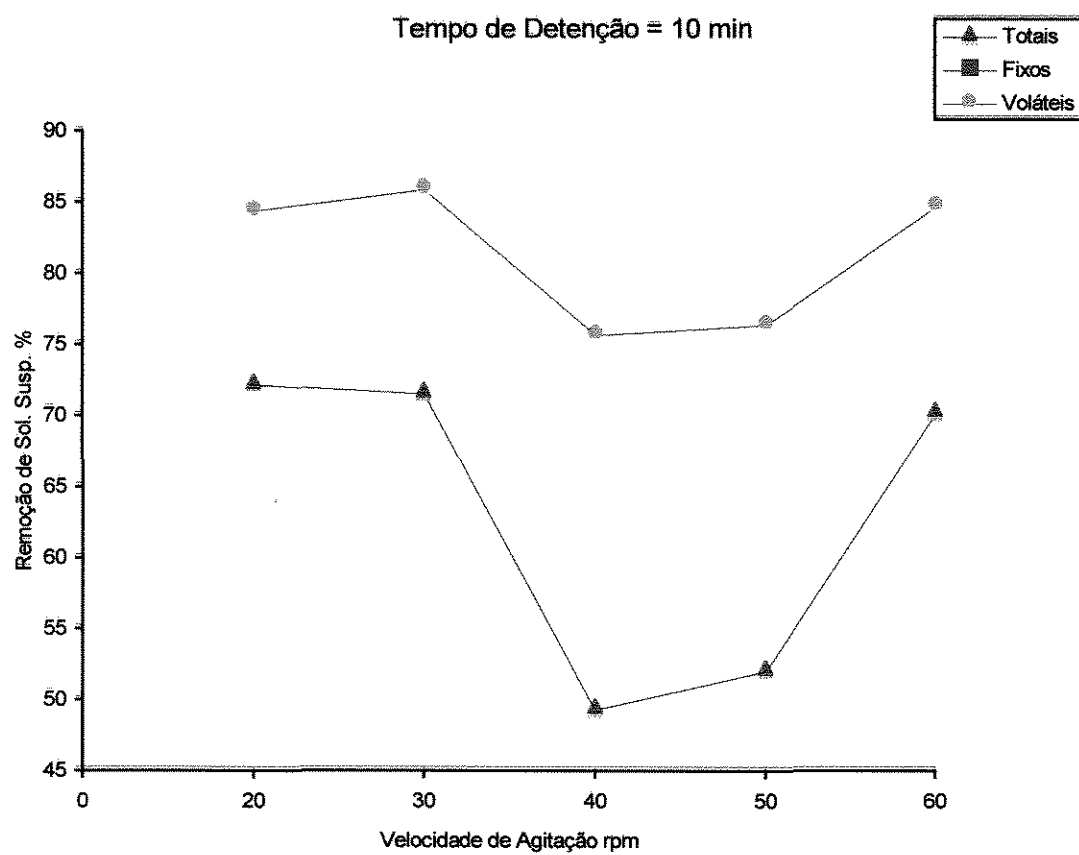


Figura 24 - Terceira Triplicata - $D_c = 150 \text{ A/m}^2$



Anexo II

Tabela 16 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 7, 8 e 9 com TD de 5 minutos e Dc igual a 50 A/m². Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	91,8	84,2	77,6	84,5
30	89,8	78,8	72,1	80,2
40	79,9	85,7	79,9	81,8
50	94,9	84,9	80,8	86,7
60	84,0	86,3	81,4	83,9

Tabela 17 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 10, 11 e 12 com TD de 5 minutos e Dc igual a 100 A/m². Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	83,9	79,4	80,2	81,2
30	85,2	74,9	79,7	79,9
40	80,3	79,5	81,7	80,5
50	82,9	80,7	78,7	80,8
60	80,8	85,0	81,8	82,3

Tabela 18 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 13, 14 e 15 com TD de 5 minutos e Dc igual a 150 A/m². Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	86,0	29,0	76,3	63,8
30	82,6	38,0	74,6	65,1
40	81,3	35,2	73,4	63,3
50	82,3	56,7	80,3	73,2
60	81,8	66,6	81,6	76,7

Tabela 19 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 7, 8 e 9 com TD de 10 minutos e Dc igual a 50 A/m². Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	89,6	88,0	84,2	87,3
30	90,5	90,3	86,1	89,0
40	96,8	88,8	86,0	90,5
50	77,2	89,2	84,0	83,5
60	92,7	87,7	86,7	89,0

Tabela 20 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 10, 11 e 12 com TD de 10 minutos e Dc igual a 100 A/m².

Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	86,6	79,5	79,0	81,7
30	82,0	80,0	79,1	80,6
40	86,5	81,6	80,4	82,8
50	71,2	83,0	79,3	77,8
60	79,5	80,9	80,7	80,4

Tabela 21 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 13, 14 e 15 com TD de 10 minutos e Dc igual a 150 A/m².

Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Triplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	85,2	76,5	72,1	77,9
30	79,7	68,6	71,5	73,3
40	79,1	83,4	49,3	70,6
50	79,6	81,9	52,0	71,2
60	78,7	86,1	70,1	78,3

Tabela 22 - Valores obtidos a partir da melhor porcentagem de Remoção de SST das Tabelas 7 e 8 com TD de 15 minutos e Dc igual a 50 A/m². Relacionados com as diferentes Velocidades de Agitação para cada Duplicata

Velocidade (rpm)	Análises (%)			Média para Remoção de Sólidos Suspensos Totais (%)
	I	II	III	
20	89,3	91,8	---	90,6
30	82,6	91,5	---	87,1
40	80,7	94,1	---	87,4
50	79,0	93,1	---	86,1
60	84,2	93,5	---	88,9

Anexo III

Tabela 23 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST das Tabelas 16, 17 e 18 com diferentes Dc e TD de 5 minutos

Veloc.(rpm) DC(A/m ²)	20	30	40	50	60
50	84,5	80,2	81,8	86,7	83,9
100	81,2	79,9	80,5	80,8	82,3
150	63,8	65,0	63,3	73,2	76,7

Tabela 24 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST das Tabelas 19, 20 e 21 com diferentes Dc e TD de 10 minutos

Veloc.(rpm) DC(A/m ²)	20	30	40	50	60
50	87,3	89,0	90,5	83,5	89,0
100	81,7	80,6	82,8	77,8	80,4
150	77,9	73,3	70,6	71,2	78,3

Tabela 25 - Valores obtidos a partir da média das porcentagens de Remoção de SST da Tabela 20 com diferentes Dc e TD de 15 minutos

Veloc.(rpm) DC(A/m ²)	20	30	40	50	60
50	90,6	87,1	87,4	86,1	88,9

Figura 25 - Tempo de Detenção = 5 minutos

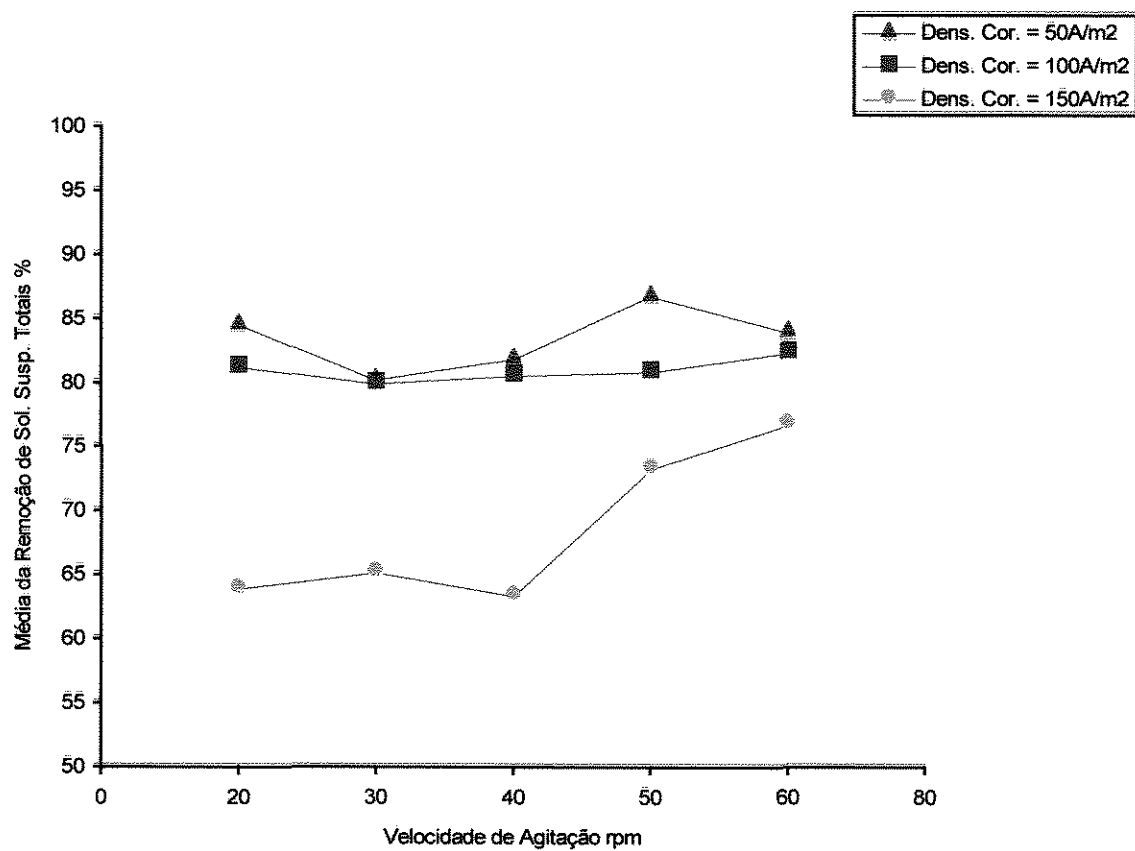


Figura 26 - Tempo de Detenção = 10 minutos

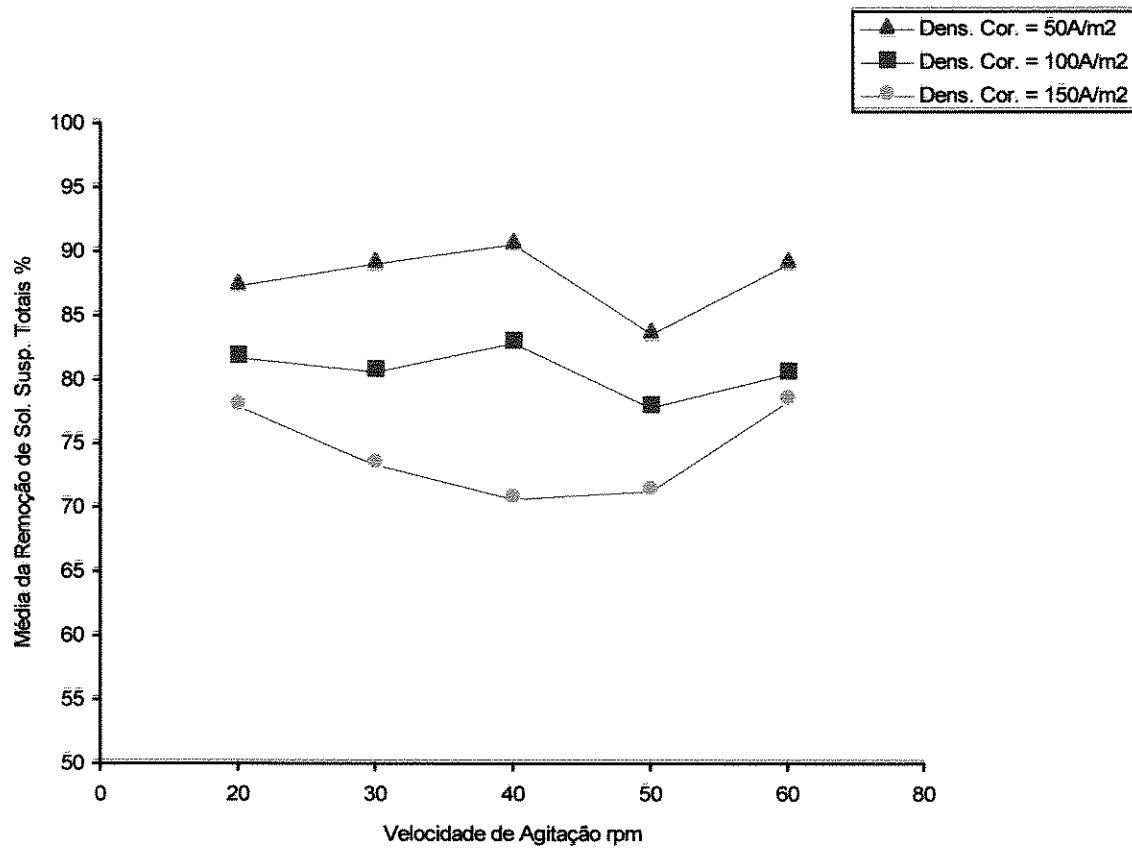


Figura 26 - Tempo de Detenção = 10 minutos

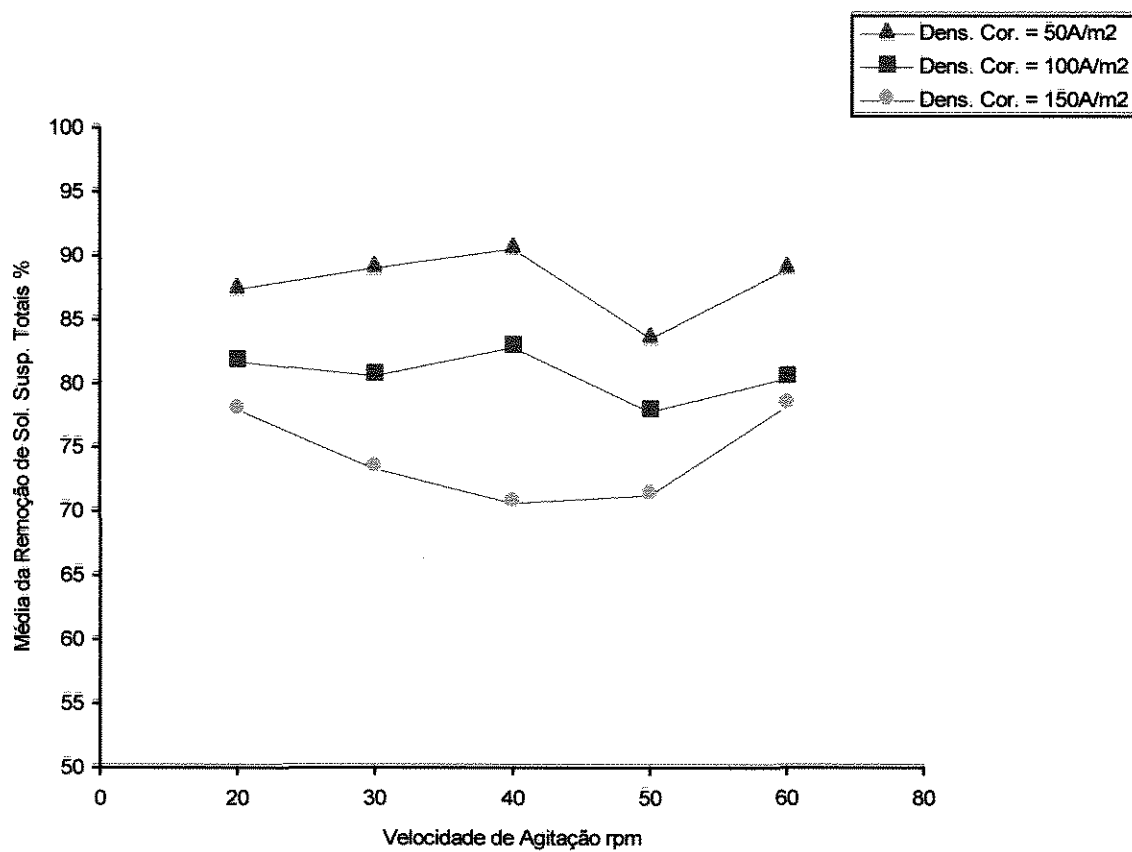
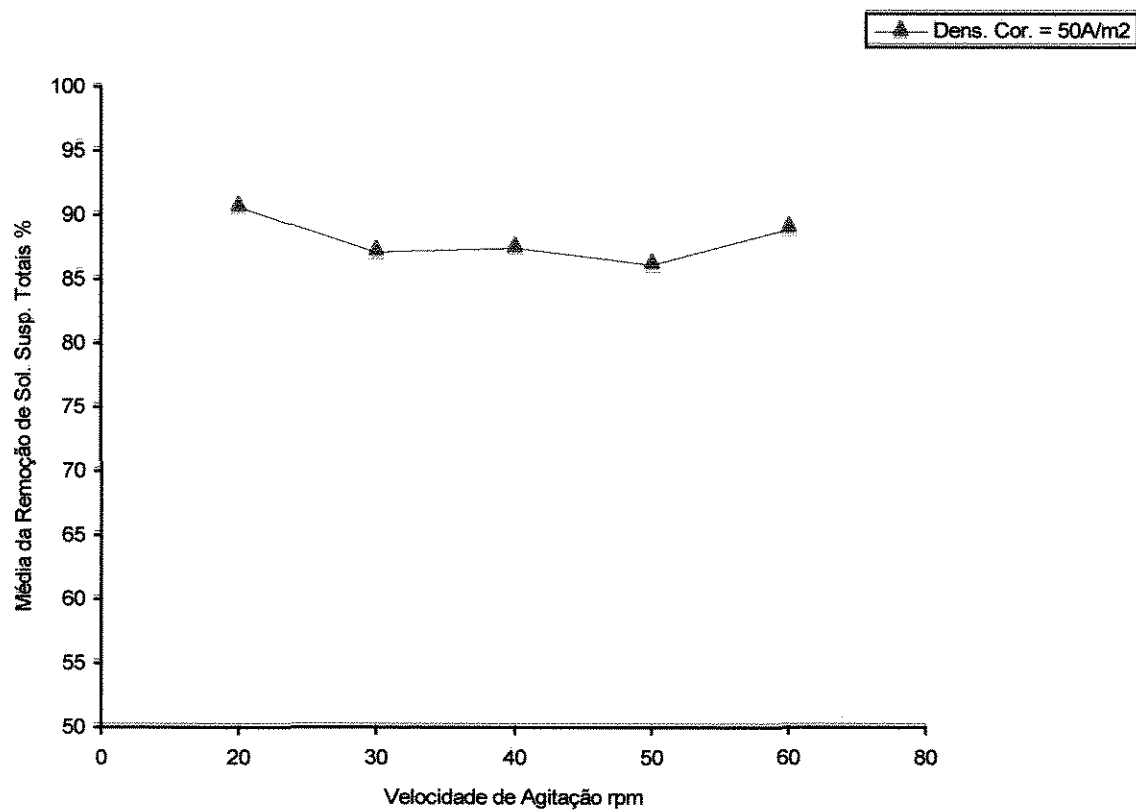


Figura 27 - Tempo de Detenção = 15 minutos



Anexo IV

Tabela 26 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.

Referente a Primeira Triplicata Dc = 50 A/m²

		pH	Conduct.	Temp.	Tensão	
					T inicial	T final
Bruto		11,7	1.540,0	30	---	---
Volume	TDH	---	---	---	---	---
5,0	5	11,5	1.319,7	29	4,7	4,7
	10	11,7	1.352,9	29	4,5	4,6
	15	11,4	1.103,9	30	4,8	4,4
	30	11,5	1.361,2	31	4,3	4,8
3,0	5	11,4	1.286,5	29	4,6	4,5
	10	11,6	1.319,7	29	4,7	4,6
	15	11,2	1.037,5	29	5,0	4,8
	30	10,8	1.004,3	31	4,3	4,7

Tensão em Volts

Condutividade em $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatura em graus centígrados

Tabela 27 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc

Referente a Primeira Triplicata com $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

		COR	DQO	
		(% trans.)	(mg O ₂ /l)	(% remoção)
Bruto		3,0	7.218,0	---
Volume	TDH	---	---	---
3	5	31,0	10.114,0	---
	10	38,0	7.856,0	---
	15	49,0	5.448,0	25,0
	30	51,0	5.346,0	26,0
5	5	34,0	6.756,0	6,0
	10	41,5	6.529,0	10,0
	15	42,5	6.222,0	14,0
	30	47,5	5.940,0	18,0

Tabela 28 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Primeira Triplicata com $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		707,4	---	228,7	---	478,7	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	92,3	87,0	19,5	91,3	72,8	84,8
5	10	50,0	92,9	11,7	94,9	38,3	92,0
5	15	99,9	85,9	70,2	69,3	29,7	93,8
5	30	73,0	89,7	53,7	76,5	19,3	96,0
3	5	100,9	85,9	30,3	86,8	70,6	85,3
3	10	69,9	90,1	30,8	86,5	39,1	91,8
3	15	100,2	85,8	80,2	64,9	20,0	95,8
3	30	45,4	93,6	33,4	85,4	12,0	97,5

Tabela 29 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Primeira Triplicata com Dc = 50 A/m²

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		3012,5	---	950,4	---	206	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	3014,6	---	823,7	13,3	---	---
5	10	2406,4	20,1	912,9	3,9	149	27,6
5	15	2352,5	21,9	859,4	9,6	149	27,6
5	30	2390,8	20,6	893,9	5,9	149	27,4
3	5	2688,6	10,8	811,8	14,6	187	9,0
3	10	2393,0	20,6	834,2	12,2	155	24,4
3	15	6846,7	---	822,1	13,5	602	---
3	30	2964,9	1,6	937,4	1,4	202	1,7

**Tabela 30 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para
Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.**

Referente a Segunda Triplicata Dc = 50 A/m²

		pH	Condut.	Temp.	Tensão	
					T inicial	T final
Bruto		10,7	805,1	29	---	---
Volume	TDH	---	---	---	---	---
5,0	5	10,2	780,2	29	---	6,8
	10	10,0	796,8	30	6,7	6,4
	15	9,5	788,5	30	---	6,4
	30	9,7	805,1	32	6,2	6,6
3,0	5	10,0	771,9	28	7,1	6,9
	10	9,8	780,2	29	6,8	6,6
	15	9,6	780,2	29	6,6	6,7
	30	9,5	788,5	31	6,4	6,9

Tensão em Volts

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus centígrados

Tabela 31 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc

Referente a Segunda Triplicata com $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

		COR	DQO	
		(% trans.)	(mg O ₂ /l)	(% remoção)
Bruto		19,0	7.222,0	---
Volume	TDH	---	---	---
3	5	29,0	7.400,0	---
	10	27,0	7.175,0	1,0
	15	30,0	6.186,0	14,0
	30	30,0	6.012,0	17,0
5	5	33,0	9.667,0	---
	10	32,0	8.823,0	---
	15	28,0	7.029,0	3,0
	30	30,0	6.643,0	8,0

Tabela 32 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 50 A/m²

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		352,1	---	80,3	---	271,8	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	56,4	84,0	25,0	68,9	31,4	88,4
5	10	50,1	85,8	22,5	72,0	27,6	89,8
5	15	53,3	85,9	25,4	63,4	27,9	89,7
5	30	29,5	91,6	14,9	81,4	14,6	94,6
3	5	63,6	81,9	28,2	62,9	35,4	87,0
3	10	50,6	85,6	25,3	68,5	25,3	90,7
3	15	47,3	86,6	24,9	69,0	22,4	91,8
3	30	44,9	87,2	23,2	71,1	21,7	92,0

Tabela 33 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 50 A/m²

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		5763,5	---	989,5	---	4774,0	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	3031,2	47,4	964,1	2,6	2067,1	56,7
5	10	1541,3	73,3	877,7	11,3	663,6	86,1
5	15	2644,8	54,1	870,8	12,0	1774,0	62,8
5	30	2725,2	52,7	617,2	37,6	2108,0	55,8
3	5	2770,9	51,9	607,3	38,6	2163,6	54,7
3	10	2762,8	52,1	634,0	35,9	2128,8	55,4
3	15	2696,8	53,2	619,8	37,4	2077,0	56,5
3	30	2617,6	54,6	603,3	39,0	2014,3	57,8

Tabela 34 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.

Referente a Terceira Triplicata Dc = 50 A/m²

		pH	Conduct.	Temp.	Tensão	
					T inicial	T final
Bruto		11,0	240,7	31	---	---
Volume	TDH	---	---	---	---	---
5,0	5	11,5	213,3	31	3,8	3,8
	10	11,4	204,2	31	3,6	4,6
	15	11,3	199,0	32	3,7	4,4
	30	10,9	182,6	33	4,2	4,8
3,0	5	11,5	211,7	31	4,6	4,3
	10	11,4	199,2	31	4,8	4,7
	15	11,2	183,4	31	3,8	5,0
	30	10,4	166,0	33	4,0	4,9
Teste I	30	8,5	192,6	31	---	---
Teste II	30	8,5	192,6	31	3,4	3,4

Teste I com pH inicial igual a 5,8

Teste II com pH inicial igual a 5,3

Tensão em Volts

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus centígrados

Tabela 35 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc

Referente a Terceira Triplicata com $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

		COR	DQO	
		(% trans.)	(mg O ₂ /l)	(% remoção)
Bruto		20,0	3.343,0	---
Volume	TDH	---	---	---
3	5	36,0	2.747,9	17,8
	10	40,0	4.751,0	---
	15	44,0	2.885,1	13,7
	30	62,0	2.743,0	12,0
5	5	36,0	2.630,0	21,3
	10	39,0	2.704,8	19,1
	15	40,0	6.417,0	---
	30	51,0	3.775,0	---
Teste I	30	86,0	3.441,0	---
Teste II	30	87,0	2.646,0	20,9

Tabela 36 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Terceira Triplicata com $Dc = 50 \text{ A/m}^2$

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		224,2	---	50,3	---	173,9	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	97,2	56,6	26,1	48,1	71,1	59,1
5	10	87,9	60,8	20,3	59,4	67,6	61,1
5	15	74,2	66,9	20,0	60,2	54,2	68,8
5	30	27,0	88,0	9,1	81,9	17,9	89,7
3	5	88,7	60,4	20,7	58,8	68,0	60,9
3	10	91,6	59,1	25,8	48,7	65,8	62,2
3	15	88,4	60,6	23,2	53,9	65,2	62,5
3	30	42,7	81,0	12,8	74,6	29,9	82,8
Teste I	30	36,0	83,9	21,0	58,3	15,0	91,4
Teste II	30	38,0	83,0	22,2	55,9	15,8	90,8

Teste I = Volume utilizado foi de 3,0 litros

Teste II = Volume utilizado foi de 3,0 litros

Tabela 37 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Terceira Triplicata com $Dc = 50 \text{ A/m}^2$

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		3409,7	---	1192,1	---	2217,6	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	2015,9	40,9	991,3	16,8	1024,6	53,8
5	10	2025,9	40,6	1031,2	13,5	994,7	55,1
5	15	2130,7	37,5	1029,1	13,7	1101,6	50,3
5	30	2220,3	34,9	1466,9	---	753,4	66,0
3	5	4234,6	---	960,7	19,4	3273,9	---
3	10	7228,5	---	861,3	27,7	6367,2	---
3	15	2223,6	34,8	1269,7	---	953,9	57,0
3	30	2260,5	33,7	1201,6	---	1058,9	52,3
Teste I	30	1970,6	42,2	1057,8	11,3	912,8	58,8
Teste II	30	1956,6	42,6	1061,3	11,0	895,3	59,6

Tabela 38 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para
Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.

Referente a Primeira Triplicata Dc = 104 A/m²

		pH	Conduct.	Temp.	Tensão	
					T inicial	T final
Bruto		11,0	---	22	---	---
Volume	TDH	---	---	---	---	---
5,0	5	11,0	---	25	8,0	---
	10	11,0	---	25	11,0	20,0
	15	11,0	---	25	10,1	20,0
	30	11,0	---	25	10,0	14,0
3,0	5	11,0	---	25	11,0	32,0
	10	11,0	---	25	7,0	14,0
	15	11,0	---	26	10,0	22,0
	30	11,0	---	27	10,0	---
Teste	30	8,0	---	27	8,0	8,0

Teste com pH inicial igual a 6,0

Tensão em Volts

Condutividade em $\mu\text{S/cm}$

Temperatura em graus centígrados

Tabela 39 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc

Referente a Primeira Triplicata com $D_c = 104 \text{ A/m}^2$

		COR	DQO	
		(% trans.)	(mg O ₂ /l)	(% remoção)
Bruto		46,0	1.283,9	---
Volume	TDH	---	---	---
3	5	47,0	1.172,0	8,7
	10	50,0	1.190,2	7,3
	15	44,0	1.108,4	13,7
	30	51,0	1.132,4	11,8
5	5	49,0	1.170,2	8,9
	10	50,0	1.273,9	0,8
	15	52,0	1.190,4	7,3
	30	49,0	1.234,0	3,9
Teste	30	85,0	707,7	44,9

Tabela 41 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 104 A/m²

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		1558,0	---				
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	1656,9	---	570,3	---	1086,6	---
5	10	2263,8	---	563,4	---	1700,4	---
5	15	4012,1	---	658,4	---	3353,7	---
5	30	1941,6	---	696,5	---	1245,1	---
3	5	3562,6	---	530,8	---	3031,8	---
3	10	1674,6	---	755,1	---	919,5	10,7
3	15	1856,7	---	712,7	---	1144,0	---
3	30	1990,2	---	871,3	---	1118,9	---
Teste	30	1401,1	10,1	697,3	---	703,8	31,6

**Tabela 42 - Valores de pH, Condutividade, Temperatura e Tensões para
Diferentes Volumes, Tempos de Detenção e Dc.**

Referente a Terceira Triplicata Dc = 104 A/m²

		pH	Condut.	Temp.	Tensão	
					T inicial	T final
Bruto		11,0	---	22	---	---
Volume	TDH	---	---	---	---	---
5,0	5	11,0	---	25	4,0	---
	10	11,0	---	26	4,0	30,0
	15	11,0	---	26	5,0	---
	30	11,0	---	28	6,0	56,0
3,0	5	11,0	---	25	4,0	18,0
	10	11,0	---	26	4,0	20,0
	15	11,0	---	28	5,0	40,0
	30	11,0	---	30	5,0	54,0
Teste	30	8,0	---	30	4,0	4,0

Teste com pH inicial igual a 5,5

Tensão em Volts

Condutividade em $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatura em graus centígrados

Tabela 43 - Valores de Remoção COR e DQO para diferentes Volumes, TD e Dc

Referente a Segunda Triplicata com $D_c = 104 \text{ A/m}^2$

		COR	DQO	
		(% trans.)	(mg O ₂ /l)	(% remoção)
Bruto		11,0	2.246,8	---
Volume	TDH	---	---	---
3	5	19,0	1.704,5	24,1
	10	23,0	1.592,9	29,1
	15	18,0	1.606,8	28,5
	30	23,0	1.269,9	43,5
5	5	20,0	1.706,5	24,0
	10	23,0	1.702,5	24,2
	15	20,0	1.752,4	22,0
	30	24,0	1.449,3	35,5
Teste	30	84,0	1.242,0	44,7

Tabela 44 - Valores de Remoção de SS para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Segunda Triplicata com $D_c = 104 \text{ A/m}^2$

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		156,8	---	34,8	---	122,0	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	51,5	67,2	13,4	61,5	38,0	68,9
5	10	47,0	70,0	12,8	63,2	34,2	72,0
5	15	51,7	67,0	14,1	59,5	37,6	69,2
5	30	43,7	72,1	11,4	67,2	32,3	73,5
3	5	69,4	55,7	16,1	53,7	53,3	56,3
3	10	44,3	71,7	11,4	67,2	32,9	73,0
3	15	66,6	57,5	17,2	50,6	49,4	59,5
3	30	47,6	69,6	11,9	65,8	35,7	70,7
Teste	30	75,8	51,7	38,1	---	37,7	69,1

Tabela 45 - Valores de Remoção de ST para diferentes Volumes, TD e Dc.

Referente a Segunda Triplicata com Dc = 104 A/m²

		Remoção de Sólidos Suspensos					
		Totais		Fixos		Voláteis	
		Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)	Efl. (mg/l)	Rem. (%)
Bruto		2688,8	---	1562,9	---	1125,9	---
Vol. (litros)	Td.	---	---	---	---	---	---
5	5	2563,5	4,7	1396,7	10,6	1166,8	---
5	10	3046,5	---	1437,7	8,0	1608,8	---
5	15	3633,3	---	1493,4	4,4	2139,9	---
5	30	3393,1	---	1618,8	---	1774,3	---
3	5	2707,7	---	1494,7	4,4	1212,6	---
3	10	2597,9	---	1642,4	---	955,5	15,1
3	15	2912,1	---	1609,7	---	1302,4	---
3	30	2963,9	---	1641,2	---	1322,7	---
Teste	30	2501,4	---	1554,2	0,6	947,2	15,9

Figura 28 - Remoção de COR - Primeira Triplicata

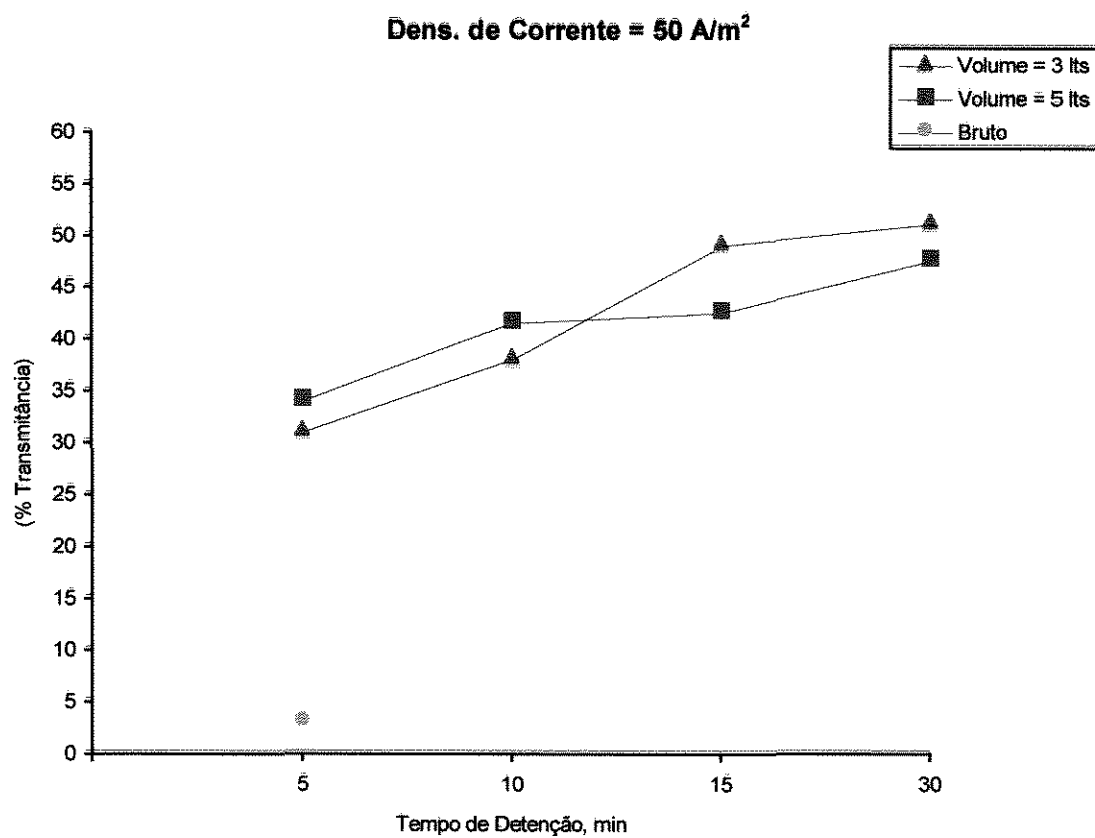


Figura 29 - Remoção de DQO - Primeira Triplicata

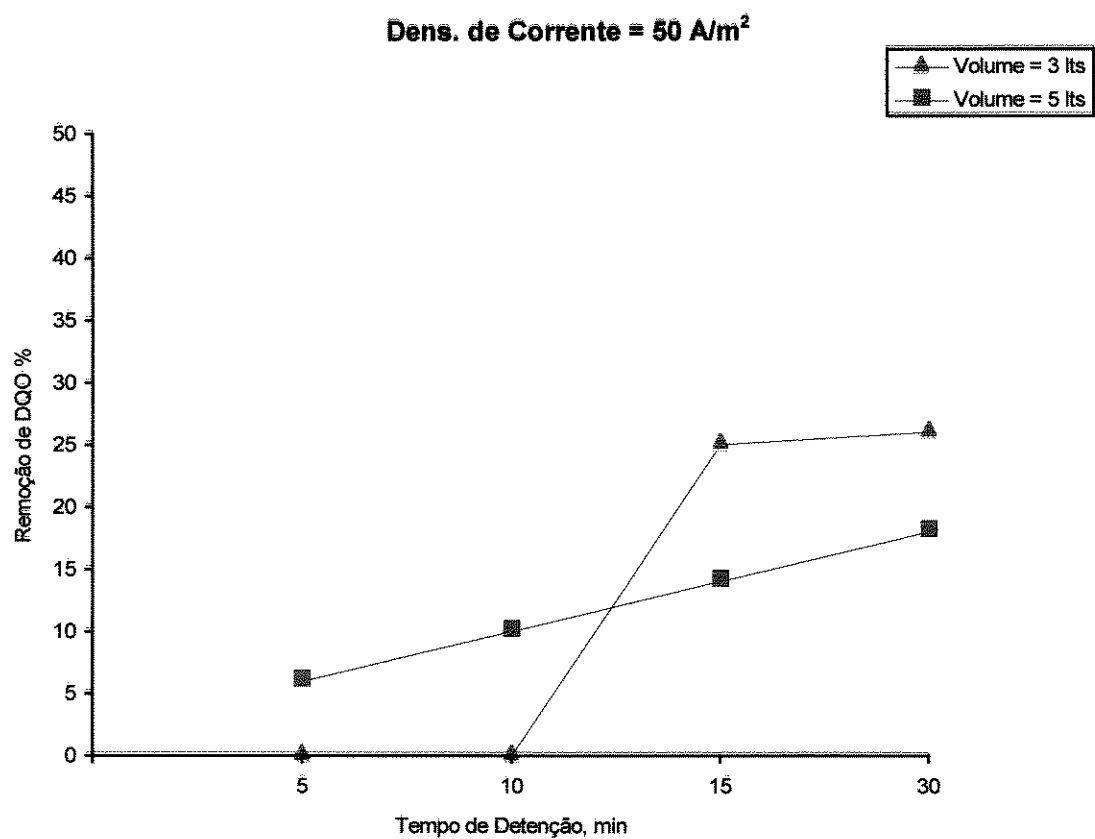


Figura 30 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

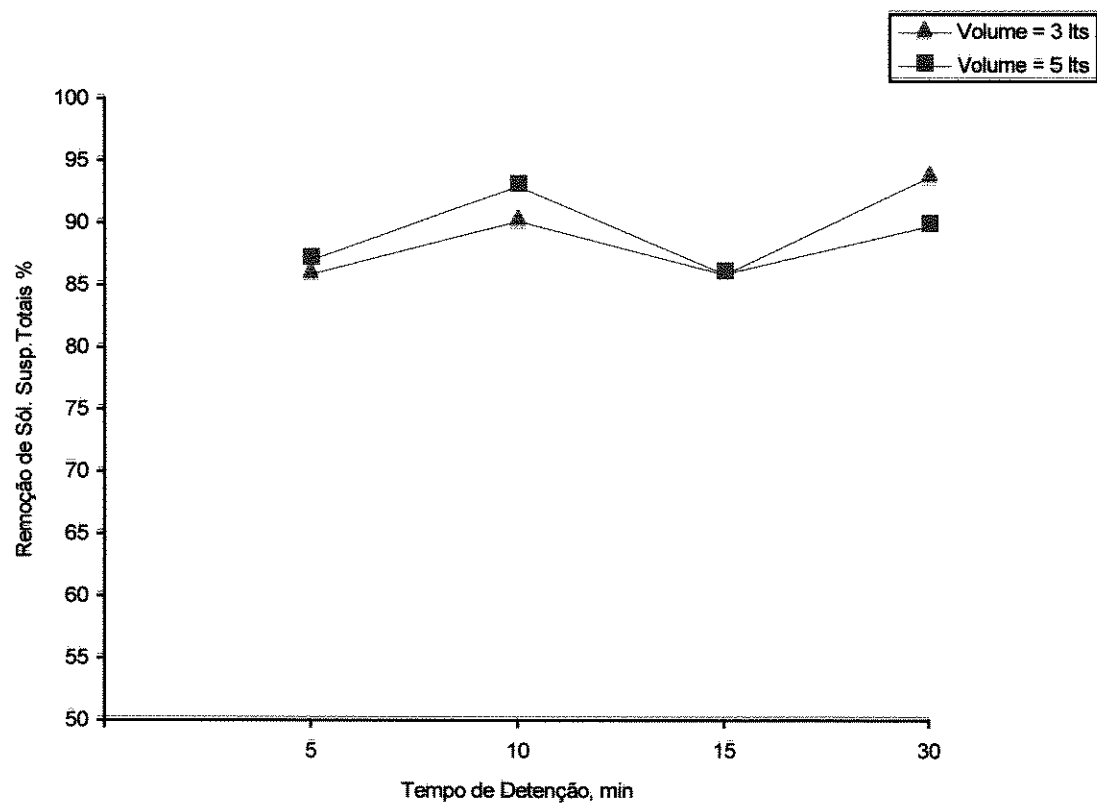


Figura 31 - Primeira Triplicata - $D_c \approx 50 \text{ A/m}^2$

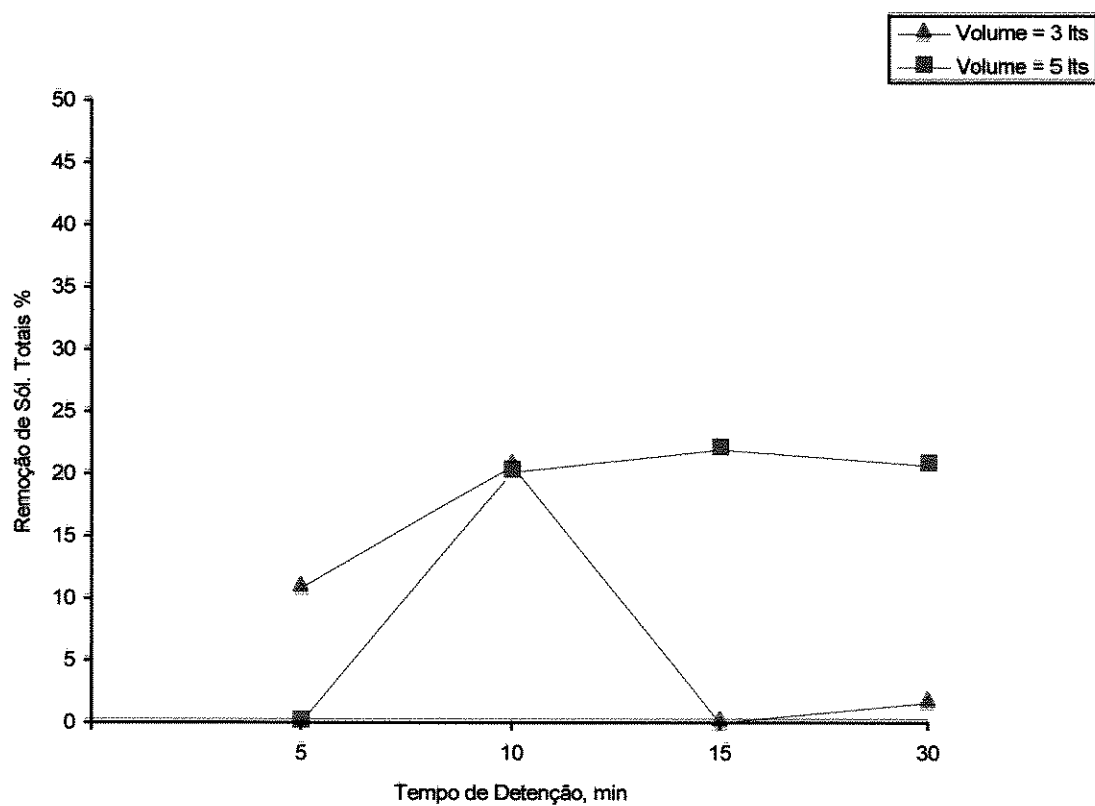


Figura 32 - Remoção de COR - Segunda Triplicata

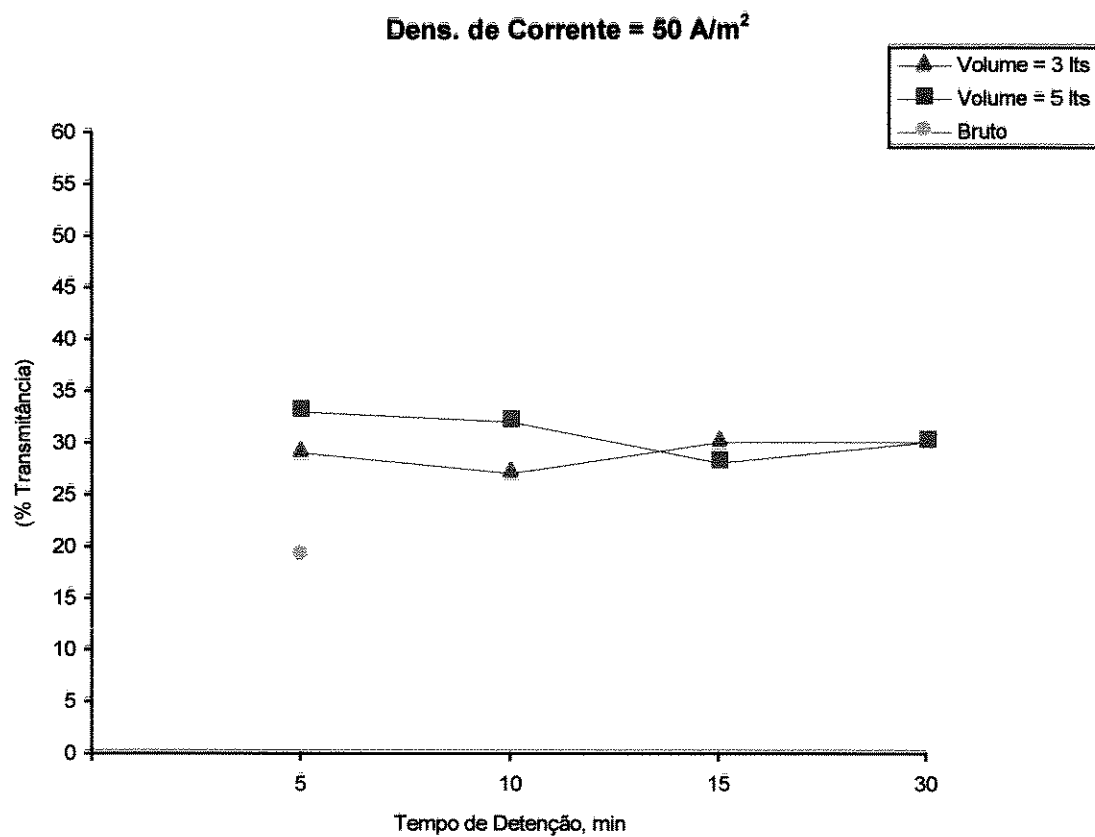


Figura 33 - Remoção de DQO - Segunda Triplicata

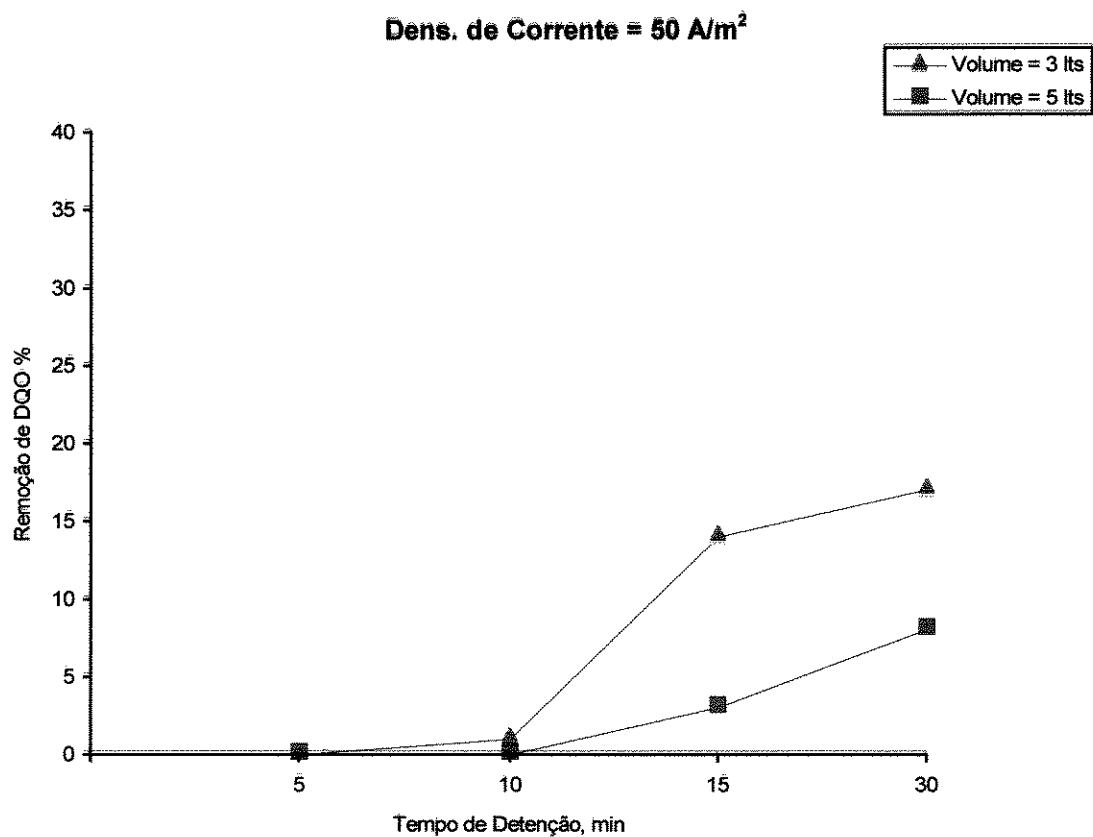


Figura 34 - Primeira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

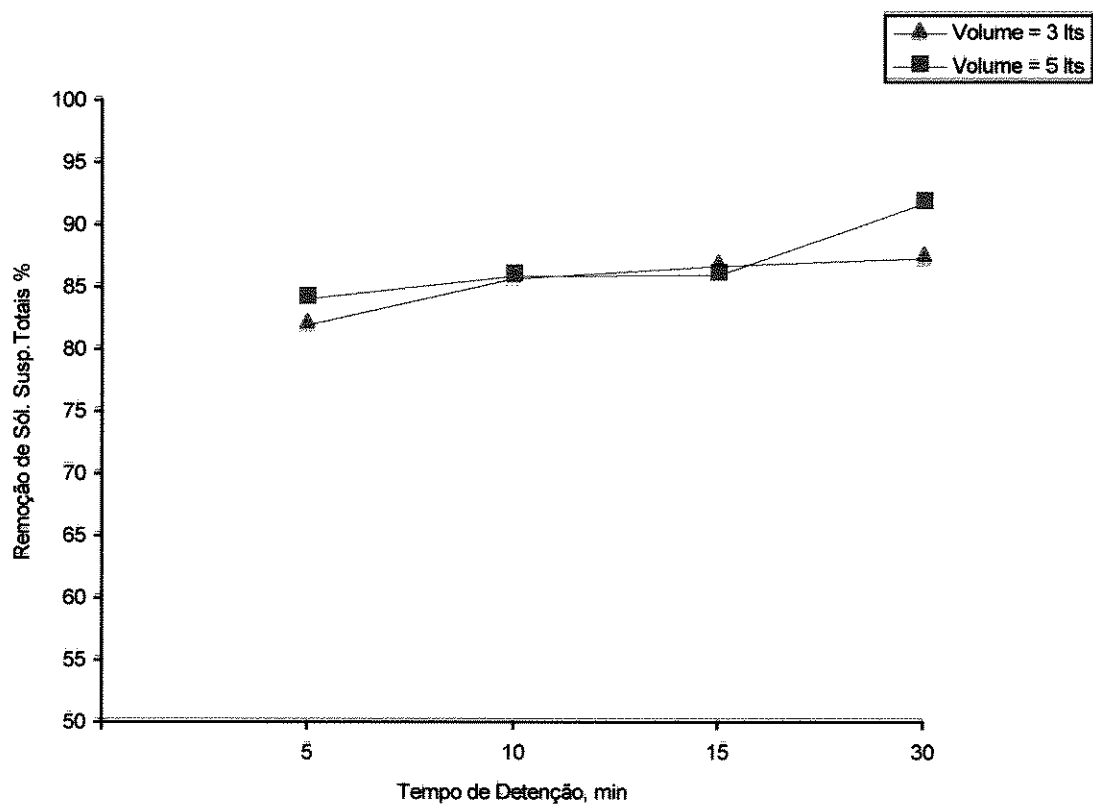


Figura 35 - Segunda Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

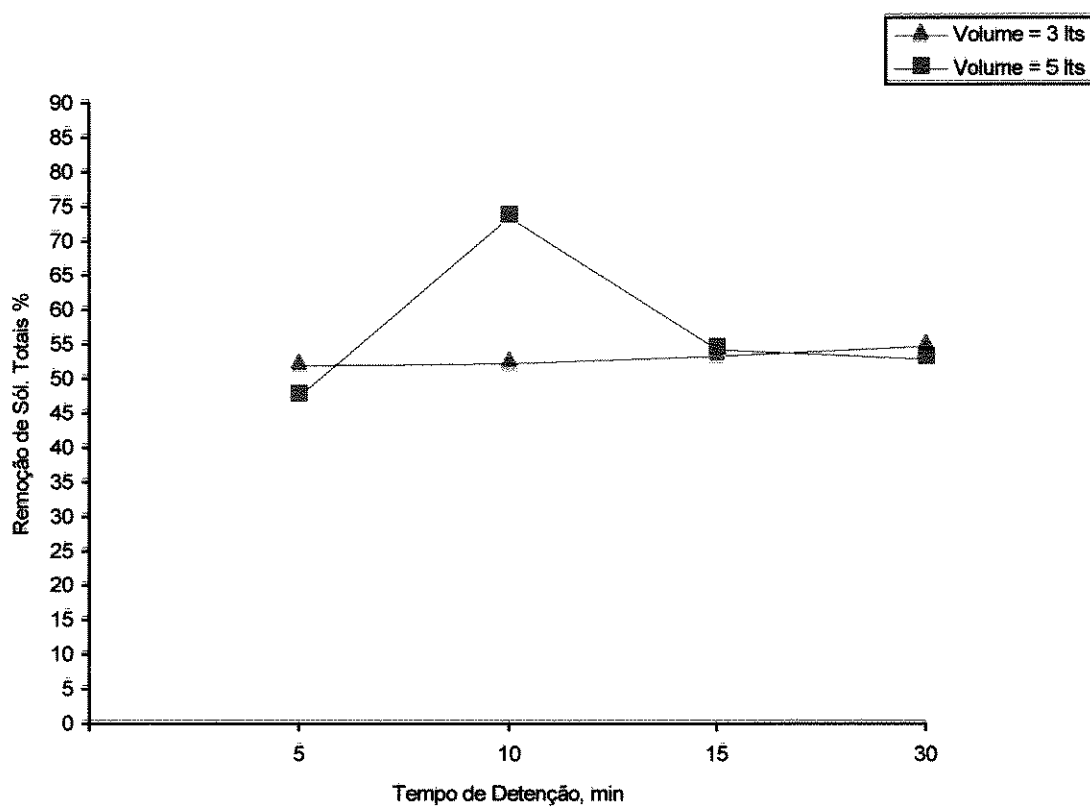


Figura 36 - Remoção de COR - Terceira Triplicata

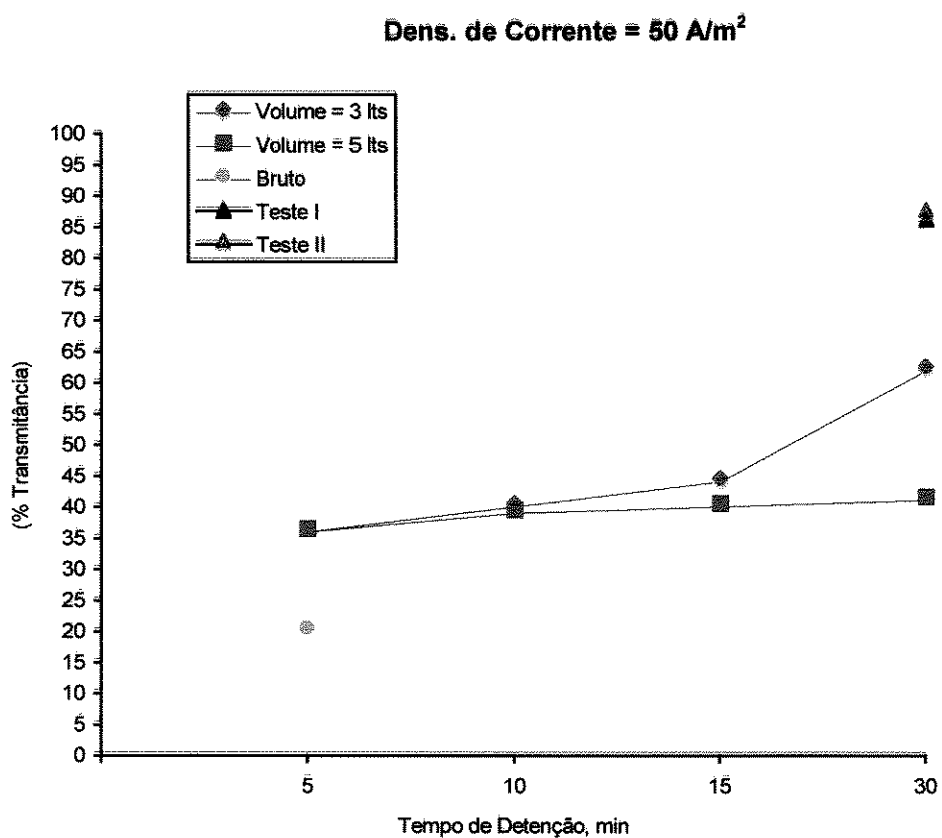


Figura 37 - Remoção de DQO - Terceira Triplicata

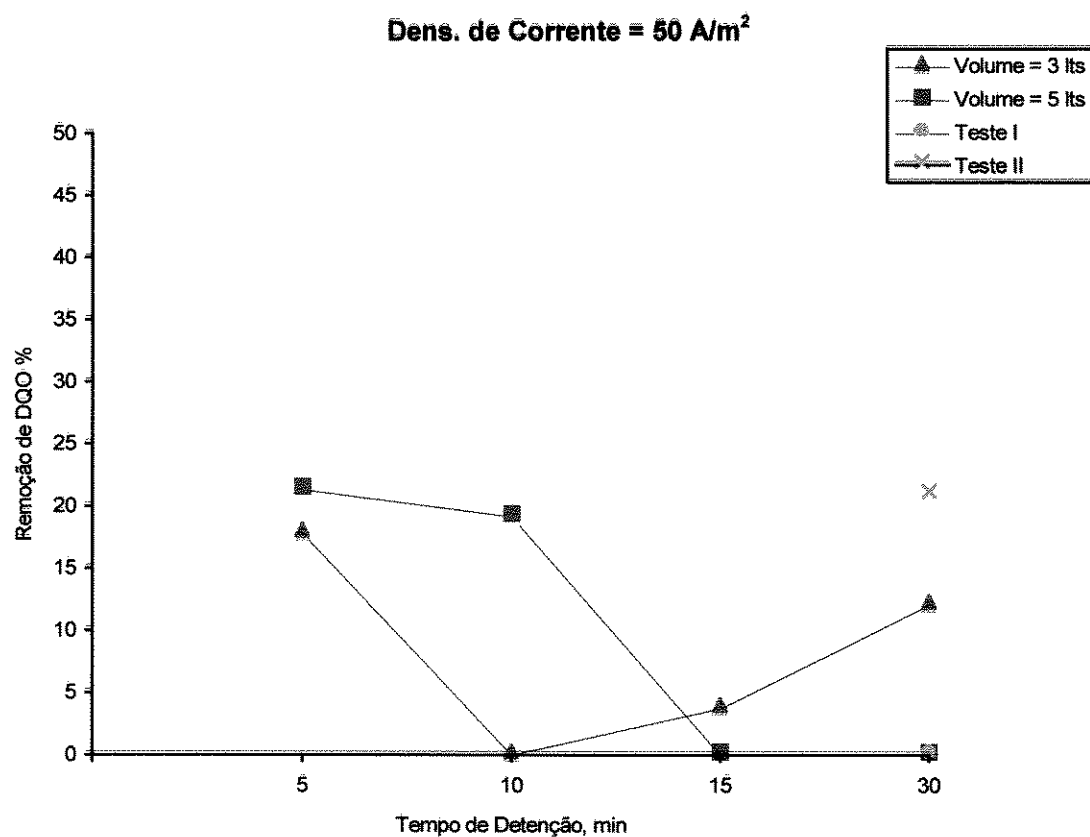


Figura 38 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

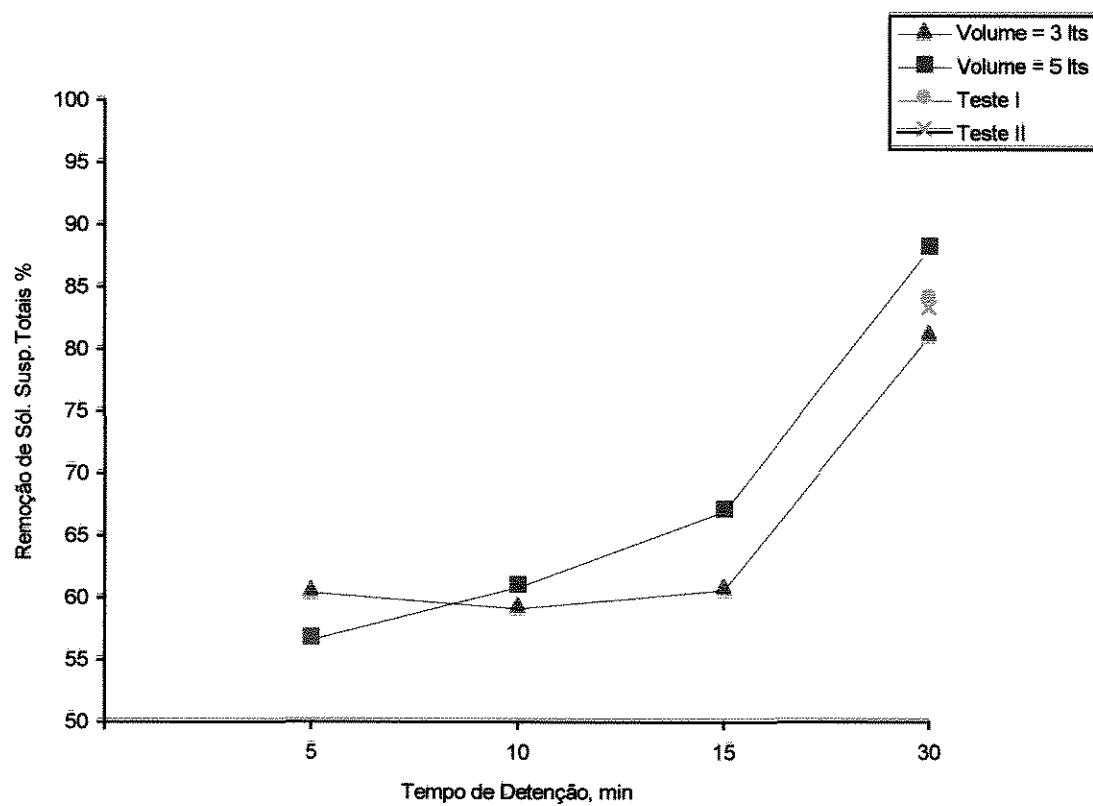


Figura 39 - Terceira Triplicata - $D_c = 50 \text{ A/m}^2$

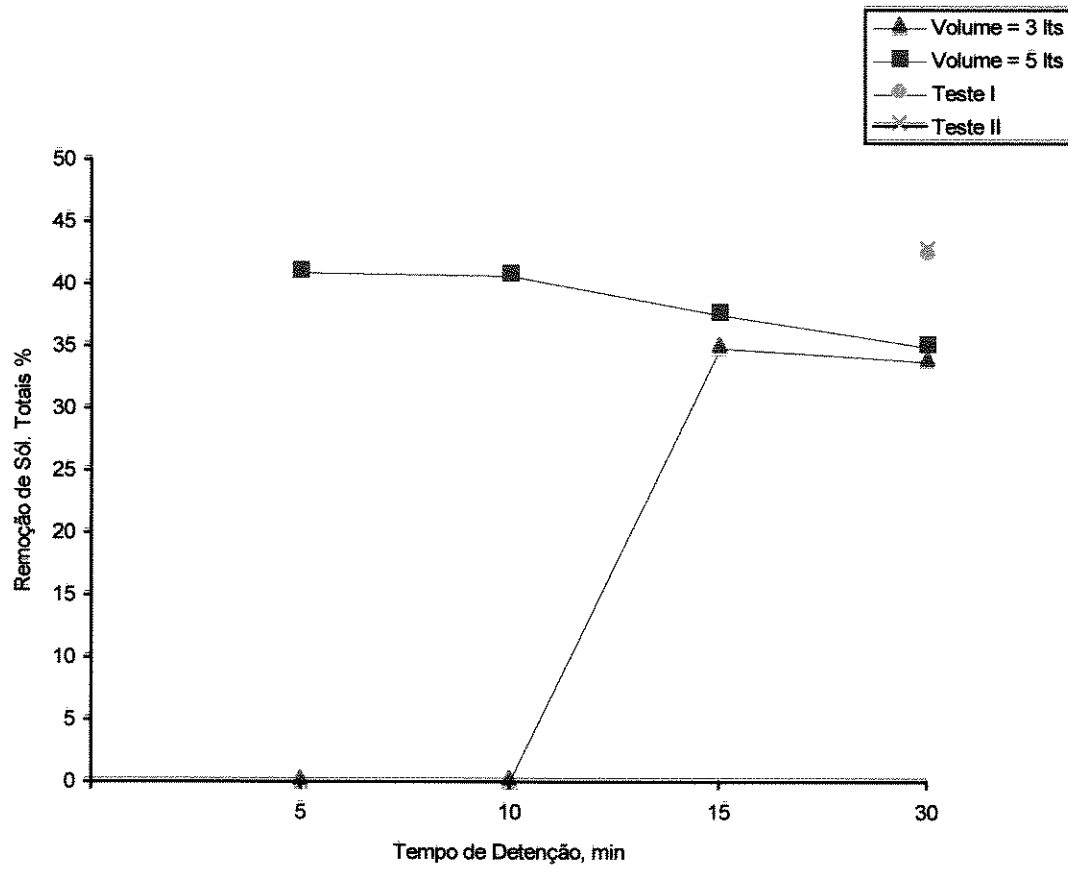


Figura 40 - Remoção de COR - Primeira Triplicata

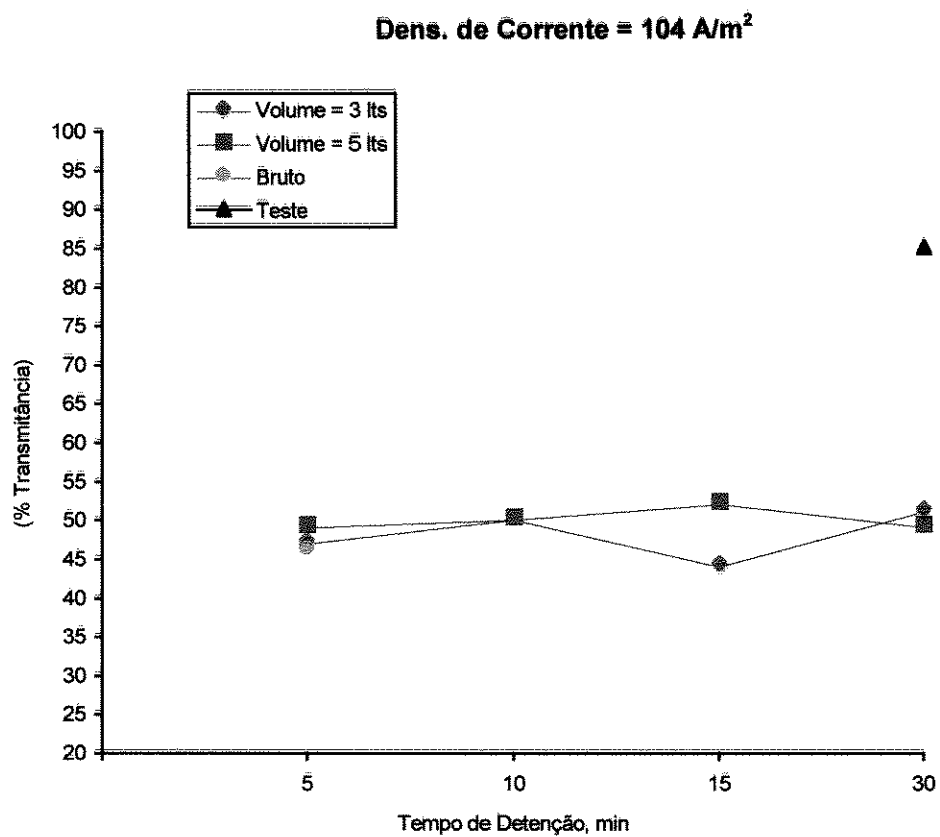


Figura 41 - Remoção de DQO - Primeira Triplicata

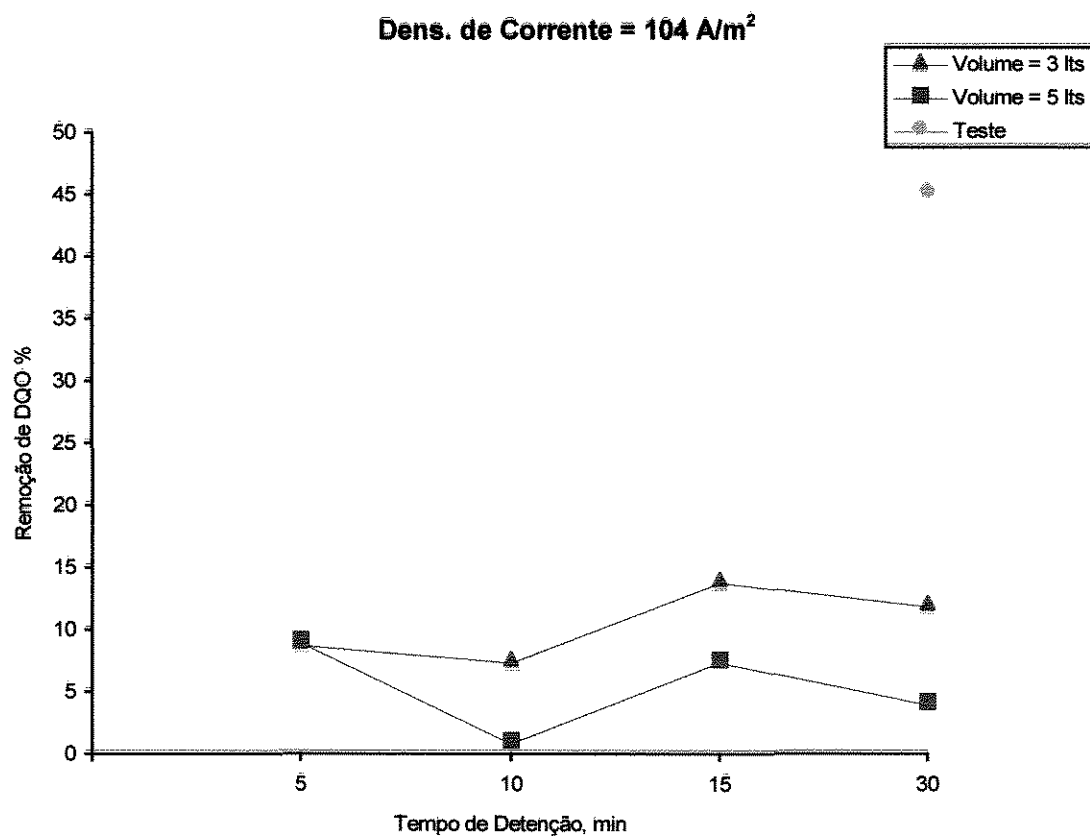


Figura 42 - Primeira Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$

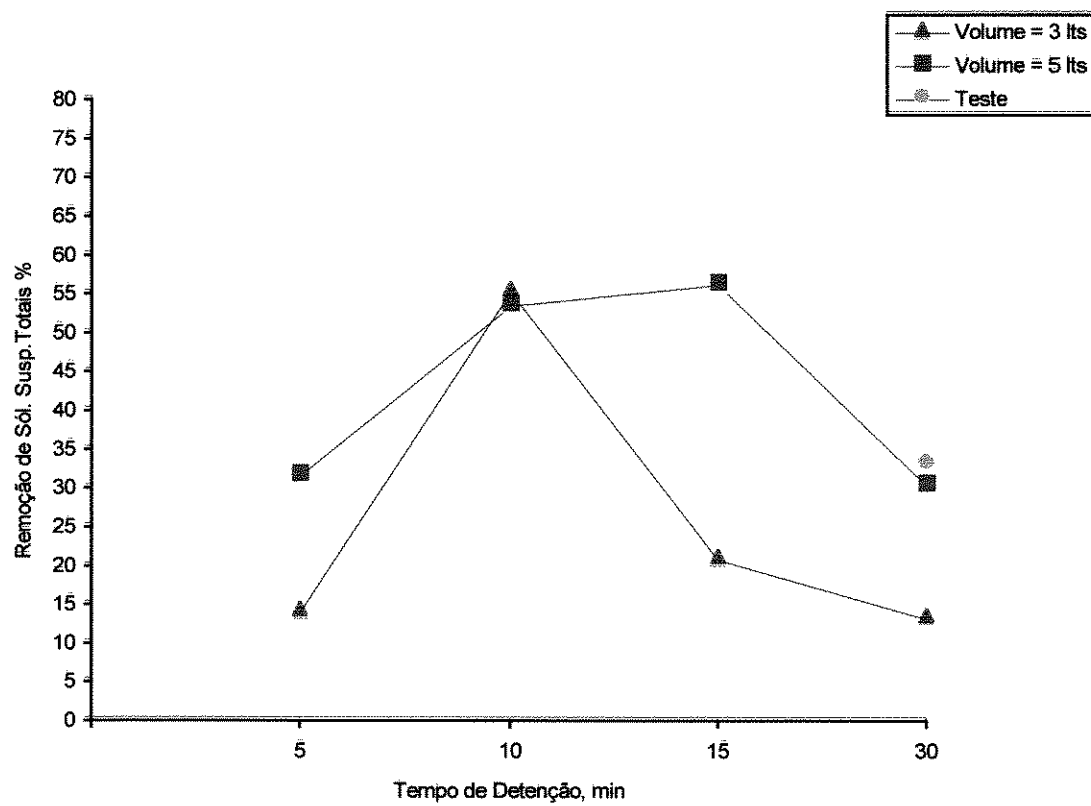


Figura 43 - Primeira Triplicata - $Dc = 104 \text{ A/m}^2$

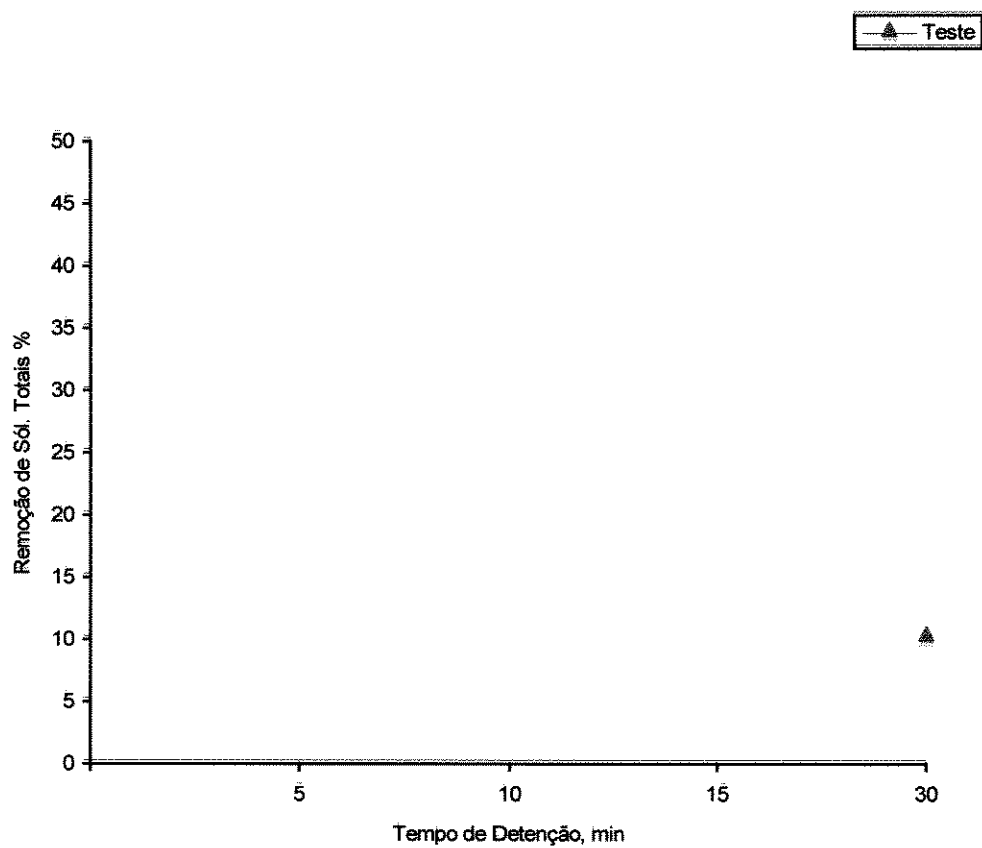


Figura 44 - Remoção de COR - Segunda Triplicata

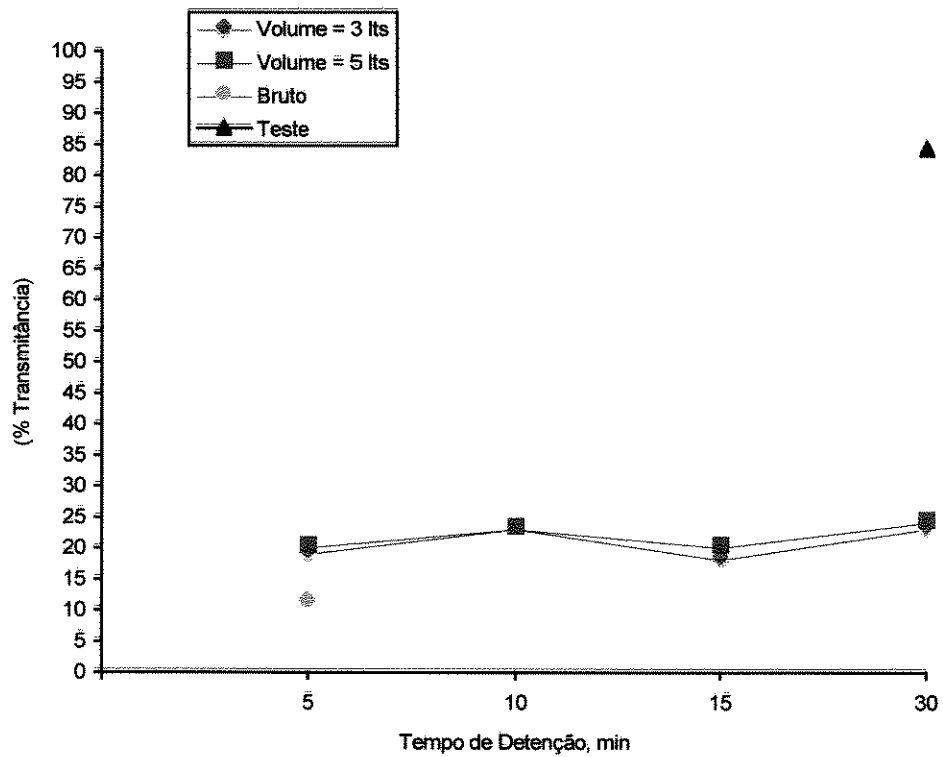


Figura 45 - Remoção de DQO - Segunda Triplicata

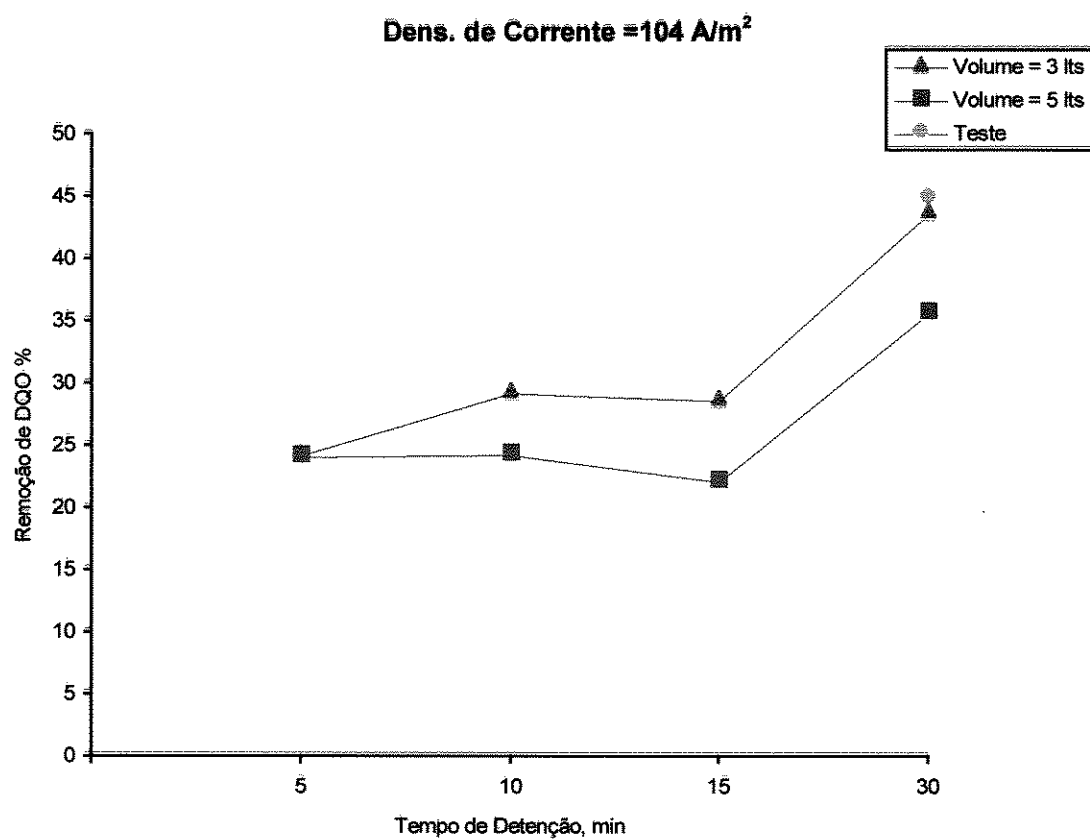


Figura 46 - Segunda Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$

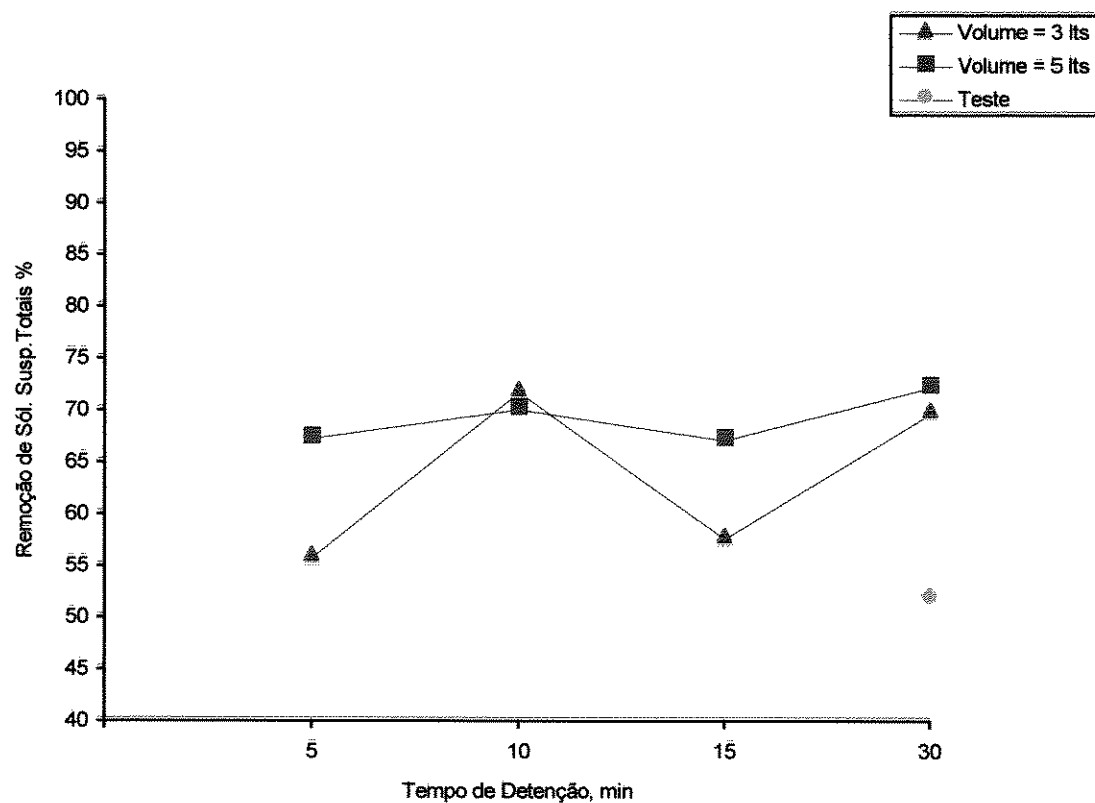
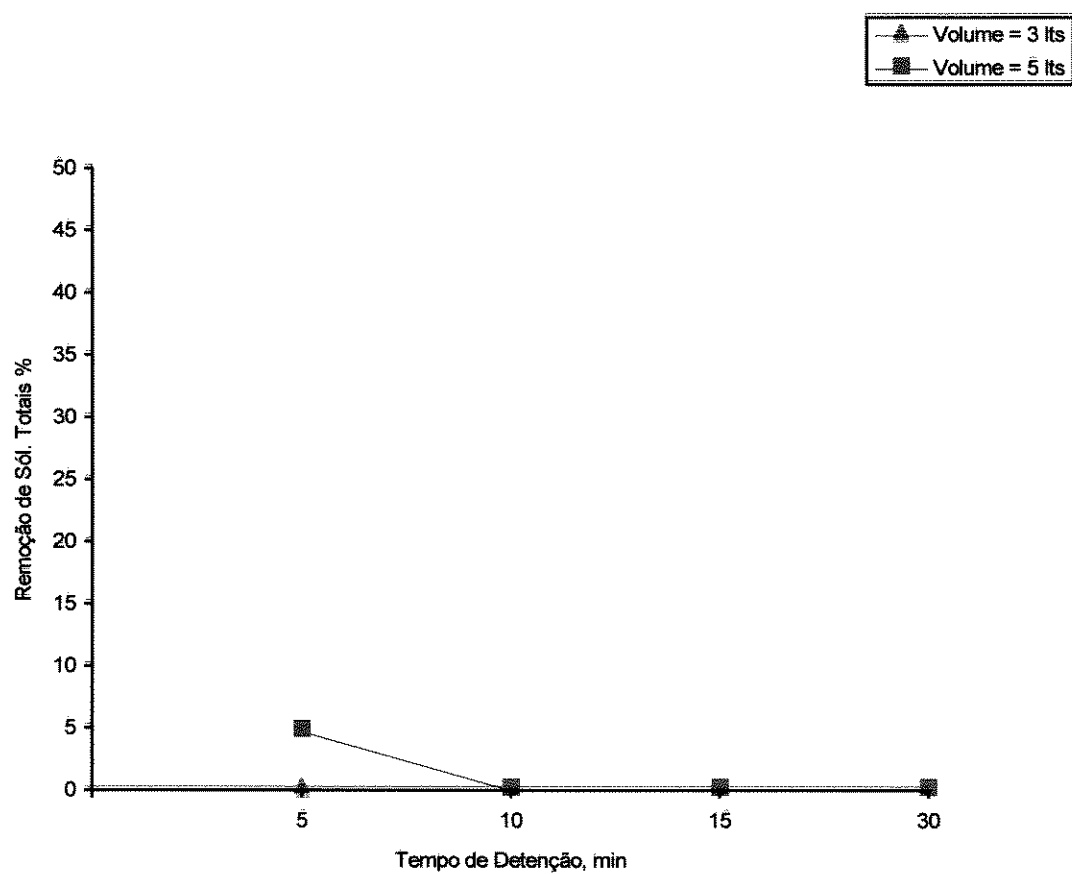


Figura 47 - Segunda Triplicata - $D_c = 104 \text{ A/m}^2$



Anexo V

Tabela 46A - Resumo dos valores de Remoção de COR, em % de transmitância com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

Bruto Td	3	19	20
5	31	29	36
10	38	27	40
15	49	30	44
30	51	30	62

Dc = 104 A/m²

Bruto Td	46	11	-
5	47	19	-
10	50	23	-
15	44	18	-
30	51	23	-

Td (minutos)

Bruto (% de transmitância)

Tabela 46B - Resumo dos valores de remoção de COR, em % de transmitância, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

Bruto Td	3	19	20
5	34	33	36
10	42	32	39
15	43	28	40
30	48	30	51

Dc = 104 A/m²

Bruto Td	46	11	-
5	49	20	-
10	50	23	-
15	52	20	-
30	49	24	-

Td (minutos)

Bruto (% de transmitância)

Tabela 46C - Resumo dos valores em % de Remoção não filtrada, com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

DQO Td	I	II	III
5	---	---	18
10	---	1	---
15	25	14	14
30	26	17	12

Dc = 104 A/m²

DQO Td	I	II	III
5	9	24	---
10	7	29	---
15	14	29	---
30	12	44	---

Tabela 46D - Resumo dos valores % de Remoção de DQO não filtrada, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

DQO Td	I	II	III
5	6	---	21
10	10	---	19
15	14	3	---
30	18	8	---

Dc = 104 A/m²

DQO Td	I	II	III
5	9	24	---
10	1	24	---
15	7	22	---
30	4	36	---

Tabela 46E - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Totais com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

Td \ S.T.	I	II	III
5	11	52	---
10	21	52	---
15	---	53	35
30	2	55	34

Dc = 104 A/m²

Td \ S.T.	I	II	III
5	---	---	---
10	---	---	---
15	---	---	---
30	---	---	---

Tabela 46F - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Totais, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

Td \ S.T.	I	II	III
5	---	47	41
10	20	73	41
15	22	54	37
30	21	53	35

Dc = 104 A/m²

Td \ S.T.	I	II	III
5	---	5	---
10	---	---	---
15	---	---	---
30	---	---	---

Tabela 46G - Resumo dos valores em % de Remoção de Sólidos Suspensos Totais com Vol = 3 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

S.S.T. Td	I	II	III
5	86	82	60
10	90	86	59
15	86	87	61
30	94	87	81

Dc = 104 A/m²

S.S.T. Td	I	II	III
5	14	56	---
10	55	72	---
15	21	58	---
30	13	70	---

Tabela 46H - Resumo dos valores em % de remoção de Sólidos Suspensos Totais, com Volume = 5 litros, Velocidade de Agitação = 50 rpm, para Dc = 50 e 104 A/m²

Dc = 50 A/m²

S.S.T. Td	I	II	III
5	87	84	57
10	93	86	61
15	86	86	67
30	90	92	88

Dc = 104 A/m²

S.S.T. Td	I	II	III
5	32	67	---
10	53	70	---
15	56	67	---
30	30	72	---

Td (minutos)

Anexo VI

Tabela 47 - Análises onde estão relacionados o número dado a cada análise realizada, com seus respectivos pH, TD e Dc

* pH = 4

Análise número	Tempo de Detenção (min)	Dc (A/m²)
1 e 2	10	25, 50 e 150
3 e 4	30	25, 50 e 150
5 e 6	60	25, 50 e 150

* pH = 6

Análise número	Tempo de Detenção (min)	Dc (A/m²)
7 e 8	10	25, 50 e 150
9 e 10	30	25, 50 e 150
11 e 12	60	25, 50 e 150

* pH = 8

Análise número	Tempo de Detenção (min)	Dc (A/m²)
13 e 14	10	25, 50 e 150
15 e 16	30	25, 50 e 150
17 e 18	60	25, 50 e 150

Tabela 48 - Referentes aos dados da Análise 1 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”
 [condutividade - 6,9 MS * l
 pH - 13,3
 temperatura - 32 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	35,5	4,2	---	3,9	1,76	1,70	6,1
2	50	1.2	37,5	4,3	---	3,9	2,26	2,20	5,6
3	100	2.4	37,5	4,0	3,8/3,5	3,5	3,33	3,30	5,7
4	150	3.6	37,0	4,0	3,5/4,2	4,2	4,20	4,20	5,9

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 49 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 1
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	103,57586	104,09170	3439	---
1	25	119,67367	120,30322	4198	---
2	50	111,36894	111,99825	4195	---
3	100	108,93615	109,61060	4496	---
4	150	123,73412	124,37883	4298	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,08798	79	0,15164	806	---
1	25	0,08741	200	0,09622	44	95
2	50	0,08773	200	0,09656	44	95
3	100	0,08764	200	0,09500	37	96
4	150	0,08736	200	0,09514	39	95

Tabela 50 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 1
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	8,18	3200	---
1	8,28	3120	2,5
2	8,23	3160	1,3
3	8,36	3056	4,5
4	8,40	3024	5,5
Branco	12,18	---	---
N sfa	0,20	---	---

COR (% Transmissão)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	6,5
1	68,5
2	68,0
3	65,5
4	65,0

Tabela 51 - Valores referentes aos dados da Análise 2 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”
 [condutividade - 1,23 MS * l
 pH - 11,5
 temperatura - 28 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	7,20	4,2	4,0/4,2	4,5	2,59	---	1,82
2	50	1.2	7,50	4,1	3,3/4,5	4,5	4,05	3,83	1,82
3	100	2.4	7,45	4,1	3,1/4,6	4,6	6,65	6,58	1,82
4	150	3.6	7,50	4,1	3,2/5,2	5,2	9,54	9,09	1,80

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 52 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 2
(segunda triplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	126,58739	126,89100	2024	---
1	25	108,64812	108,89862	1670	17,5
2	50	116,52138	116,77470	1689	16,6
3	100	106,13569	106,38979	1694	16,3
4	150	102,00981	102,28279	1820	10,1

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09179	54	0,11664	460,2	---
1	25	0,09143	200	0,09609	23,3	95
2	50	0,09213	150	0,09612	26,6	94
3	100	0,09034	190	0,09461	22,5	95
4	150	0,09063	100	0,10255	119,2	74

Tabela 53 -Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 2
(segunda triplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,84	3721	---
1	7,40	3251	12,6
2	7,42	3234	13,1
3	7,48	3184	14,4
4	7,52	3150	15,3
Branco	11,27	---	---
N sfa	0,21	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	9,5
1	64,5
2	65,0
3	63,0
4	52,0

Tabela 54 - Referentes aos dados da Análise 3 (primeira triplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 1,46 MS * 10
- pH - 12,4
- temperatura - 34 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	45	3,8	3,7	5,4	1,50	1,33	8,00
2	50	1.2	48	4,1	---	6,2	1,76	1,73	6,30
3	100	2.4	45	3,8	3,8/3,5	7,0	2,50	2,50	7,95
4	150	3.6	45	3,9	3,9/3,5	7,9	3,34	3,19	7,60

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 55 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 3
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	119,63115	120,39338	5082	---
1	25	111,35255	111,99405	4277	16
2	50	103,55944	104,18036	4139	19
3	100	108,92348	109,56322	4266	16
4	150	126,99268	127,57237	3865	24

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09162	46	0,11152	433	---
1	25	0,08958	200	0,10467	75	83
2	50	0,9069	200	0,10365	65	85
3	100	0,08970	200	0,09832	43	90
4	150	0,09026	200	0,09959	47	89

**Tabela 56 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 3
(primeira duplicata)**

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	9,68	1144	---
1	10,22	686	40
2	10,04	827	28
3	10,26	634	45
4	10,28	616	46
Branco	10,98	---	---
N sfa	0,22	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	34
1	77
2	82
3	90
4	90

Tabela 57 - Referentes aos dados da Análise 4 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”
 [condutividade - 5,8 MS * l
 pH - 11,7
 temperatura - 35 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	20	4,1	---	5,0	---	1,44	4,40
2	50	1.2	23	4,0	3,8	4,9	2,15	2,15	4,60
3	100	2.4	---	---	---	---	---	---	---
4	150	3.6	22	4,0	3,6/6,3	5,10	5,10	4,66	4,30

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 58 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 4
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,85604	121,38160	3504	---
1	25	108,65177	109,33023	4523	---
2	50	116,538011	117,04292	3419	2
3	100	---	---	---	---
4	150	102,02282	102,47100	2988	15

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,08930	61	0,10895	322	---
1	25	0,09005	200	0,09785	39	87
2	50	0,09050	200	0,010865	90	72
3	100	---	---	---	---	---
4	150	0,09127	200	0,010382	63	80

**Tabela 59 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 4
(segunda duplicata)**

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,90	3640	---
1	7,50	3097	15
2	7,48	3115	14
3	---	---	---
4	7,96	2681	26
Branco	10,92	---	---
N sfa	0,226	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	1
1	49
2	40
3	---
4	74

Tabela 60 - Referentes aos dados da Análise 5 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 1,4 MS * l
- pH - 9,3
- temperatura - 37 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	9,5	4,1	---	4,7	2,75	2,68	2,24
2	50	1.2	9,0	4,0	---	5,3	3,38	3,17	2,45
3	150	3.6	10,0	4,1/3,5	---	5,5	7,65	6,38	2,70

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 61 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 5
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	89,95248	90,34489	2616	---
1	25	108,79348	110,49747	11360	---
2	50	123,77556	124,17239	2645	---
4	150	116,39416	116,87710	3220	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09027	100	0,12806	378	---
1	25	0,09000	200	0,09717	36	90
2	50	0,08923	200	0,09512	29	92
3	100	0,09033	137	0,22196	961	---

Tabela 62 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 5
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,00	3262	---
1	7,36	2926	10
2	7,39	2899	11
3	7,58	2721	17
Branco	10,50	---	---
N sfa	0,233	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	10
1	55
2	52
3	5

Tabela 63 - Referentes aos dados da Análise 6 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”

condutividade - 7,80 MS * l
pH - 5,6
temperatura - 20 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	3,2	4,2	---	4,9	5,87	---	10,0 (26)
2	50	1.2	3,7	4,1	---	4,9	9,00	8,78	9,8 (26)
3	150	3.6	3,7	4,1	---	5,0	24,00	20,30	1,1 (34)

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 64 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 6
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	134,88396	134,07210		
1	25	111,35733	111,55683		
2	50	88,17073	88,43005		
3	150	108,65040	110,04294		

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,08974	120	0,12122	262	---
1	25	0,09072	200	0,10259	59	77
2	50	0,08956	200	0,10767	91	65
3	150	0,09137	76	0,15035	776	---

Tabela 65 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 6
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,55	2391	---
1	8,04	1909	20
2	7,96	1988	17
3	7,95	1997	16
Branco	9,98	---	---
N sfa	0,246	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	18
1	69
2	60
4	33

Tabela 66 - Referentes aos dados da Análise 7 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 4,51 MS * l
- pH - 12,5
- temperatura - 36 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	18	6,1	---	6,7	2,29	---	4,15
2	50	1.2	18	6,0	---	6,7	2,59	---	4,20
3	100	2.4	19	5,6	5,0/6,0	6,5	4,04	---	4,10
4	150	3.6	18	6,0	5,5/7,0	7,0	5,46	---	4,10

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 67 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 7
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	103,58237	104,08639	3360	---
1	25	111,37227	111,87107	3325	1
2	50	119,66885	120,17425	3369	---
3	100	108,96621	109,47676	3404	---
4	150	123,77716	124,26115	3227	4

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09147	46	0,11884	595	---
1	25	0,09141	145	0,09665	36	94
2	50	0,09188	130	0,09700	39	93
3	100	0,09113	108	0,09768	61	90
4	150	0,09068	61	0,10355	211	65

Tabela 68 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 7
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,24	3309	---
1	7,93	2702	18
2	7,90	2728	18
3	7,94	2693	19
4	8,04	2605	21
Branco	11,00	---	---
N sfa	0,22	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	1
1	26
2	23
3	22
4	19

Tabela 69 - Referentes aos dados da Análise 8 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 6,1 MS * l
- pH - 12,6
- temperatura - 31 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	24	5,8	---	6,5	1,67	1,62	4,95
2	50	1.2	23	5,9	---	7,35	2,42	2,40	4,30
3	100	2.4	---	---	---	---	---	---	---
4	150	3.6	23	6,0	---	6,0	5,10	5,23	4,70

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 70 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 8
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,85064	121,29813	2983	---
1	25	108,65227	109,18913	3579	---
2	50	116,52634	117,04026	3426	---
3	100	---	---	---	---
4	150	102,01447	102,56137	3646	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09080	200	0,19318	512	---
1	25	0,09171	200	0,09454	14	97
2	50	0,09128	167	0,10465	84	84
3	100	---	---	---	---	---
4	150	0,09038	200	0,11690	133	74

Tabela 71 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 8
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,64	3098	---
1	8,04	2746	11
2	7,96	2816	9
3	---	---	---
4	7,96	2816	9
Branco	11,16	---	---
N sfa	0,22	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	17
1	57
2	47
3	---
4	43

Tabela 72 - Referentes aos dados da Análise 9 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 5,8 MS * l
- pH - 11,7
- temperatura - 35 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	19	5,9	5,7	7,5	1,54	1,57	4,25
2	50	1.2	19	5,9	---	8,2	2,31	2,33	4,55
3	100	2.4	---	---	---	---	---	---	---
4	150	3.6	19	5,6	5,6	8,8	4,81	4,59	4,75

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 73 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 9
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,85604	121,38160	3504	---
1	25	105,10623	105,90279	5310	---
2	50	106,13737	106,64400	3378	4
3	100	---	---	---	---
4	150	126,59968	127,08900	3262	7

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,08930	61	0,10895	322	---
1	25	0,08971	40	0,09747	194	40
2	50	0,08985	76	0,10414	188	42
3	100	---	---	---	---	---
4	150	0,08998	200	0,09729	37	89

Tabela 74 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 9
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,90	3640	---
1	7,28	3296	9
2	7,50	3097	15
3	---	---	---
4	8,01	2635	28
Branco	10,92	---	---
N sfa	0,227	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	1
1	13
2	35
3	---
4	52

Tabela 75 - Referentes aos dados da Análise 10 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 2,44 MS * 1
- pH - 11,2
- temperatura - 27 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	3	6,0	---	7,0	2,90	3,00	2,22
2	50	1.2	5	6,0	---	7,3	3,80	3,67	2,22
3	100	2.4	---	---	---	---	---	---	---
4	150	3.6	7	5,6	---	8,2	9,30	8,75	2,24

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 76 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 10
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,84623	121,26260	2776	---
1	25	108,65134	109,12949	3180	---
2	50	116,53148	116,90434	2486	10
3	100	---	---	---	---
4	150	102,01543	102,32464	2061	26

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09059	37	0,10985	520	---
1	25	0,08976	100	0,09899	92	82
2	50	0,09020	67	0,10682	248	52
3	100	---	---	---	---	---
4	150	0,09023	200	0,09462	22	96

Tabela 77 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 10
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,75	3437	---
1	7,36	2856	17
2	7,28	2932	15
3	---	---	---
4	7,94	2304	33
Branco	10,36	---	---
N sfa	0,238	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	1
1	18
2	15
3	---
4	54

Tabela 78 - Referentes aos dados da Análise 11 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 6,1 MS * l
- pH - 12,3
- temperatura - 31 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	23	6,0	6,0/7,7	7,9	1,66	---	4,50
2	50	1.2	23	5,5	---	8,0	2,46	2,49	4,35
4	150	3.6	23	6,2	6,2/5,0	8,4/9,3	5,29	6,04	4,80

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 79 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 10
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,85064	121,29813	2983	---
1	25	105,14215	105,89564	5023	---
2	50	106,14223	106,66820	3506	---
4	150	126,59539	127,09734	3346	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09080	200	0,19318	512	---
1	25	0,09044	200	0,13870	241	53
2	50	0,08968	164	0,13638	285	44
4	150	0,08995	200	0,10130	57	89

Tabela 80 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 11
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,64	3098	---
1	7,98	2798	10
2	8,10	2693	13
3	8,30	2517	19
Branco	11,16	---	---
N sfa	0,22	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	17
1	27
2	31
3	79

Tabela 81 - Referentes aos dados da Análise 12 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - ----
- pH - 5,54
- temperatura - 37 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	---	5,54	---	7,7	3,67	3,64	8,90 (35)
2	50	1.2	---	5,80	---	8,0	8,90	9,30	9,00 (35)
4	150	3.6	---	5,70	---	7,7	24,50	24,70	8,90 (43)

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 82 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 12
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	102,30460	108,79503		
1	25	110,47942	110,64497		
2	50	126,64117	131,12694		
3	150	123,24966	123,38691		

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09016	110	0,12136	284	---
1	25	0,08953	200	0,09544	30	89
2	50	0,09068	200	0,09762	35	88
3	150	0,09111	175	0,1000	51	82

Tabela 83 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 12
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	7,80	2215	---	7,78	2234	---
1	7,93	2087	6	7,90	2117	5
2	7,96	2058	7	7,90	2117	5
3	8,00	2018	9	8,02	1999	11
Branco	10,06	---	---	---	---	---
N sfa	0,245	---	---	---	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)	Leitura Solúvel (% trans.)
Bruta	15	73
1	79	84
2	82	85
3	86	89

Tabela 84 - Referentes aos dados da Análise 13 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 5,8 MS * l
- pH - 11,34
- temperatura - 28 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	23,5	8,1	---	8,4	1,67	---	4,50
2	50	1.2	25,0	8,1	8,1/7,9	7,9	2,40	2,38	4,35
3	150	3.6	25,0	7,7	7,1/7,6	7,6/8,0	4,93	4,67	4,44

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 85 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 13
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,84462	121,46875	4160	---
1	25	104,94976	105,78918	5596	---
2	50	106,07697	107,05277	6505	---
3	150	126,60318	127,18872	3904	6

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09032	200	0,17874	442	---
1	25	0,09078	200	0,09590	26	94
2	50	0,09011	116	0,10723	147	67
3	150	0,09100	200	0,09656	28	94

Tabela 86 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 13
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,52	2623	---
1	7,66	2488	5
2	7,60	2546	3
3	7,58	2652	---
Branco	10,23	---	---
N sfa	0,242	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	18
1	65
2	47
3	71

Tabela 87 - Referentes aos dados da Análise 14 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 1,95 MS * l
- pH - 11,43
- temperatura - 31 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	3,2	8,0	---	8,3	2,26	2,15	1,98
2	50	1.2	3,2	7,8	---	8,1	3,60	3,42	1,98
3	150	3.6	3,1	8,0	---	8,5	8,67	8,32	1,98

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 88 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 14
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	89,95876	90,27651	2118	---
1	25	88,10655	88,60196	3302	---
2	50	111,28440	111,64836	2426	---
3	150	98,04321	98,63205	2126	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09214	45	0,11389	483	---
1	25	0,09028	175	0,10684	95	80
2	50	0,098058	121	0,10555	124	74
3	150	0,09016	200	0,10080	53	89

Tabela 89 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 14
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,96	3662	---
1	8,00	2751	25
2	8,00	2751	25
3	8,00	2751	25
Branco	11,14	---	---
N sfa	0,219	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	12
1	56
2	54
3	71

Tabela 90 - Referentes aos dados da Análise 15 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 2,44 MS * l
- pH - 11,20
- temperatura - 27 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	3,6	7,7	---	7,7	2,60	2,53	2,12
2	50	1.2	4,0	7,5	---	7,8	4,11	3,70	2,12
3	150	3.6	8,0	8,0	---	8,4	---	8,67	2,12

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 91 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 15
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,84623	121,26260	2776	---
1	25	104,98170	105,61338	4211	---
2	50	106,08870	106,43942	2338	16
3	150	126,60492	126,90638	2010	28

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09059	37	0,10985	520	---
1	25	0,08997	63	0,09904	144	72
2	50	0,09010	59	0,10795	383	42
3	150	0,09064	200	0,09521	23	96

Tabela 92 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 15
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	6,75	3437	---
1	7,44	2780	19
2	7,40	2818	18
3	7,86	2380	31
Branco	10,36	---	---
N sfa	0,238	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	1
1	12
2	10
3	44

Tabela 93 - Referentes aos dados da Análise 16 (segunda duplicata)

Valores da amostra "bruta" [condutividade - 1,4 MS * l
pH - 9,3
temperatura - 37 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	1,2	7,4	---	8,4	3,30	---	1,60
2	50	1.2	1,0	7,8	---	8,4	5,08	4,50	1,58
3	150	2.4	1,0	7,6	---	8,2	11,26	10,90	1,56

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 94 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 16
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	89,95248	90,34489	2616	---
1	25	105,23420	106,63621	9347	---
2	50	111,60690	114,63817	20208	---
3	150	114,97580	115,39273	2779	---

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09027	100	0,12806	378	---
1	25	0,09090	200	0,10143	53	86
2	50	0,09093	162	0,10429	82	78
3	100	0,08911	60	0,12196	548	---

Tabela 95 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 16
(segunda duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,00	3262	---
1	7,40	2889	11
2	7,44	2852	13
3	7,40	2889	11
Branco	10,50	---	---
N sfa	0,233	---	---

COR (% Transmitância)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	10
1	38
2	33
3	8

Tabela 96 - Referentes aos dados da Análise 17 (primeira duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 5,8 MS * l
- pH - 11,34
- temperatura - 28 GC

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	23	8,1	---	8,6	1,88	1,76	4,65
2	50	1.2	24	7,7	---	8,3	2,25	2,20	4,55
3	150	2.4	23	7,8	---	8,1	4,92	---	

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 97 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 17
(primeira duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	120,84462	121,46875	4161	---
1	25	108,65537	110,66562	13402	---
2	50	116,53771	117,09083	3687	11
3	150	102,01415	102,57229	3721	11

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09032	200	0,17874	442	---
1	25	0,09054	200	0,10239	59	87
2	50	0,09100	200	0,09536	22	95
3	150	0,09081	200	0,09954	44	90

Tabela 98 - Valores obtidos de DQO e COR referentes aos dados da Análise 17
(primeira duplicata)

DQO Total

Amostra	Leitura (ml)	mg DQO/l	Remoção (%)
Bruta	7,52	2623	---
1	7,62	2526	4
2	7,42	2720	---
3	8,10	2062	21
Branco	10,23	---	---
N sfa	0,242	---	---

COR (% Transmissão)

Comprimento de onda = 430 Nm

Amostra	Leitura (% transm.)
Bruta	18
1	65
2	80
3	87

Tabela 99 - Referentes aos dados da Análise 18 (segunda duplicata)

Valores da amostra “bruta”

- condutividade - 6,1 MS * l
- pH - 12,6
- temperatura - 31 CG

Amostra	Dc (A/m ²)	I (A)	Volume de ácido para correção de pH (ml)	pHi	pHi/f	pHf	Tensão Inicial (volts)	Tensão Final (volts)	Condutividade (ms * l)
1	25	0.6	4	7,7	---	8,32	2,17	2,08	2,05
2	50	1.2	4	7,4	7,3	8,6	3,11	3,19	2,13
3	150	3.6	4	7,9	8,1	8,7	7,88	7,53	2,08

** Para correção do pH foi utilizado ácido clorídrico diluído 1:1

Tabela 100 - Valores obtidos de S.T. e S.S.T. referentes aos dados da Análise 18
(segunda duplicata)

Sólidos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Cápsula (g)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	89,95876	90,27651	2118	---
1	25	110,48235	110,74746	1767	17
2	50	123,78279	124,02342	1604	24
3	150	123,18500	123,46577	1872	12

Sólidos Suspensos Totais

Amostra	Dc (A/m ²)	Tara Filtro (g)	Volume Filtrado (ml)	Tara após estufa 24 hs (g)	Sólidos Totais (mg/l)	Remoção (%)
Bruta	---	0,09214	45	0,11389	483	---
1	25	0,09127	200	0,10003	44	91
2	50	0,09200	200	0,10167	48	90
3	100	0,09158	200	0,10300	57	88

Anexo VII

Tabela 101 -

Análise	3	4
Bruto		
Dc (A/m²)		
25		
50		
150		

Tabela 102 -

Análise	
DQO	
Dc (A/m²)	3
25	
50	
150	

Tabela 103 -

Análise	
DQO	
Dc (A/m²)	3
25	
50	
150	

Tabela 104 -

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	3	4
25			
50			
150			

Tabela 105 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4

Análise	3	4
Bruto	34	1
Dc (A/m ²)		
25	77	49
50	82	40
150	90	74

Tabela 106 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 4, referente aos resultados das análises 3 e 4.

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	3	4
25		40	15
50		28	14
150		46	26

Tabela 107 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 4, referente às análises 3 e 4

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	3	4
25		83	87
50		85	72
150		89	80

Tabela 108 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 4 referente às análises 3 e 4

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	3	4
25		16	---
50		19	2
150		24	15

Tabela 109 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 4, referentes aos resultados das análises 3 e 4

Análise		3	4
Dc (A/m ²)	Bruto	34	1
25		77	49
50		82	40
150		90	74

Tabela 110 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para $T_d = 30$ min, $pH = 4$, referente aos resultados das análises 3 e 4.

Dc (A/m^2) \ DQO	Análise	
	3	4
25	40	15
50	28	14
150	46	26

Tabela 111 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para $T_d = 10$ min, $pH = 4$, referente às análises 3 e 4

Dc (A/m^2) \ DQO	Análise	
	3	4
25	83	87
50	85	72
150	89	80

Tabela 112 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para $T_d = 30$ min, $pH = 4$ referente às análises 3 e 4

Dc (A/m^2) \ DQO	Análise	
	3	4
25	16	---
50	19	2
150	24	15

Tabela 113 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 10 min, e pH = 6, referentes aos resultados das análises 7 e 8

Análise	7	8
Bruto	1	17
Dc (A/m ²)		
25	26	57
50	23	47
150	19	43

Tabela 114 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 10 min, pH = 6, referente aos resultados das análises 7 e 8.

	Análise	
DQO	7	8
Dc (A/m ²)		
25	18	11
50	18	9
150	21	9

Tabela 115 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 10 min, pH = 6, referente às análises 7 e 8

	Análise	
DQO	7	8
Dc (A/m ²)		
25	94	97
50	93	84
150	65	74

Tabela 116 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 10 min, pH = 6 referente às análises 7 e 8

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	7	8
25		1	---
50		---	---
150		4	---

Tabela 117 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 60 min, e pH = 6, referentes aos resultados das análises 11 e 12

		11	12
Dc (A/m ²)	Bruto		
25		27	79
50		31	82
150		79	86

Tabela 118 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 60 min, pH = 6, referente aos resultados das análises 11 e 12.

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	11	12
25		10	6
50		13	7
150		19	9

Tabela 119 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 60 min, pH = 6, referente às análises 11 e 12

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	11	12
25		53	89
50		44	88
150		89	82

Tabela 120 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 60 min, pH = 6 referente às análises 11 e 12

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	11	12
25		---	---
50		---	---
150		---	---

Tabela 121 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 10 min, e pH = 8, referentes aos resultados das análises 13 e 14

Análise		13	14
Dc (A/m ²)	Bruto	18	12
25		65	56
50		47	54
150		71	71

Tabela 122 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para $T_d = 10$ min, $pH = 8$, referente aos resultados das análises 13 e 14.

		Análise	
Dc (A/m^2)	DQO	13	14
25		5	25
50		3	25
150		---	25

Tabela 123 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para $T_d = 10$ min, $pH = 8$, referente às análises 13 e 14

		Análise	
Dc (A/m^2)	DQO	13	14
25		94	80
50		67	74
150		94	89

Tabela 124 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para $T_d = 10$ min, $pH = 8$ referente às análises 13 e 14

		Análise	
Dc (A/m^2)	DQO	13	14
25		---	---
50		---	---
150		6	---

Tabela 125 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 30 min, e pH = 8, referentes aos resultados das análises 15 e 16

Análise	15	16
Bruto	1	10
Dc (A/m ²)		
25	12	38
50	10	33
150	44	8

Tabela 126 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 30 min, pH = 8, referente aos resultados das análises 15 e 16

	Análise	
DQO	15	16
Dc (A/m ²)		
25	19	11
50	18	13
150	31	11

Tabela 127 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 30 min, pH = 8, referente às análises 15 e 16

	Análise	
DQO	15	16
Dc (A/m ²)		
25	72	86
50	42	78
150	96	---

Tabela 128 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 30 min, pH = 8 referente às análises 15 e 16

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	15	16
25		---	---
50		16	---
150		28	---

Tabela 129 - Resumo dos valores obtidos para remoção de COR, em % de transmitância com Td = 60 min, e pH = 8, referentes aos resultados das análises 17 e 18

		Análise	
Dc (A/m ²)	Bruto	17	18
25		65	72
50		80	80
150		87	85

Tabela 130 - Resumo dos valores de remoção em % de DQO, para Td = 60 min, pH = 8, referente aos resultados das análises 17 e 18.

		Análise	
Dc (A/m ²)	DQO	17	18
25		4	22
50		---	29
150		21	30

Tabela 131 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Suspensos Totais, para Td = 60 min, pH = 8, referente às análises 17 e 18

		Análise	
Dc (A/m ²) \ DQO	DQO	17	18
	25	87	91
	50	95	90
	150	90	88

Tabela 132 - Resumo dos valores de remoção em % de Sólidos Totais, para Td = 60 min, pH = 8 referente às análises 17 e 18

		Análise	
Dc (A/m ²) \ DQO	DQO	17	18
	25	---	17
	50	11	24
	150	11	12