



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Rogério Catharino Fernandez

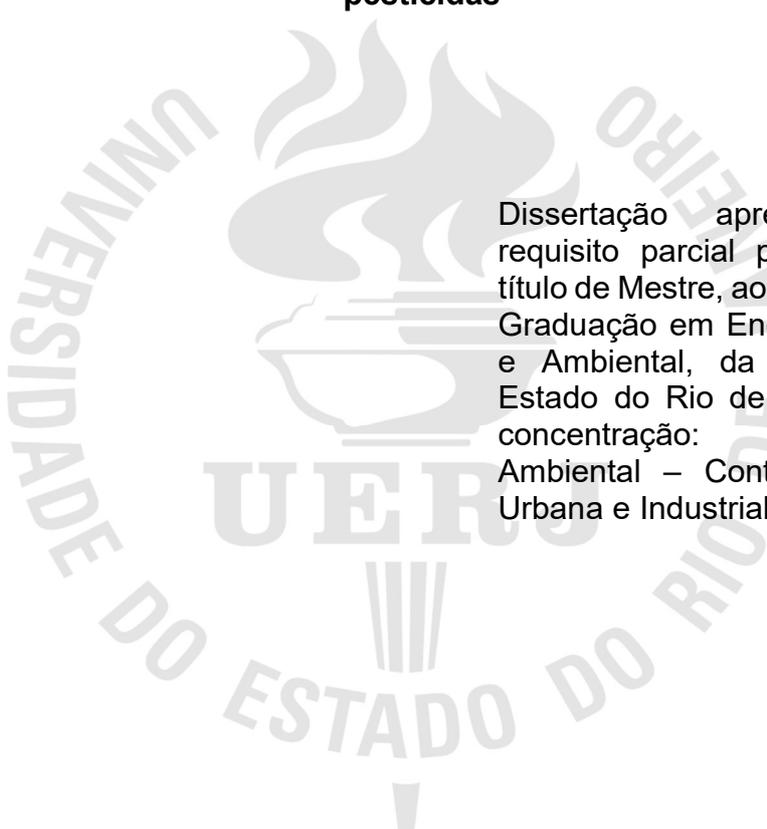
**Aplicação da eletrocoagulação no tratamento de efluentes
contendo pesticidas**

Rio de Janeiro

2017

Rogério Catharino Fernandez

**Aplicação da eletrocoagulação no tratamento de efluentes contendo
pesticidas**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Gandhi Giordano, D. Sc.

Coorientador: Prof. Olavo Barbosa Filho, Ph. D.

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

F363 Fernandez, Rogério Catharino.
Aplicação da eletrocoagulação no tratamento de efluentes
contendo pesticidas / Rogério Catharino Fernandez. – 2017.
170f.

Orientador: Gandhi Giordano.
Coorientador: Olavo Barbosa Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental - Teses. 2. Tratamento de efluentes
- Teses. 3. Pesticidas - Teses. 4. Eletrocoagulação - Teses. I.
Giordano, Gandhi. II. Barbosa Filho, Olavo. III. Universidade do
Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 628.16

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial
desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Rogério Catharino Fernandez

Aplicação da eletrocoagulação no tratamento de efluentes contendo pesticidas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovado em

Banca Examinadora:

Prof. Gandhi Giordano, D. Sc. – Orientador
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. Olavo Barbosa Filho, Ph. D.– Coorientador
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Marcelo Obraczka
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. Roberto de Barros Emery Trindade
PETROBRAS

Rio de Janeiro

2017

DEDICATÓRIA

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, base de minha fé e que ouviram todas as minhas orações; à minha família, sobretudo aos meus pais Everaldo e Norma, que de uma forma ou outra sempre me estimularam; à minha esposa Rosangela que me apoiou em todos os momentos, sendo crucial o seu envolvimento; aos professores e funcionários do PEAMB da UERJ, que sempre promoveram as condições ideais para minha formação e alcance deste título; à TECMA, empresa que me propiciou todo o suporte para minha análise de campo e laboratorial; à minha empresa, Astral Saúde Ambiental, com seu presidente Beto Filho e todos os colaboradores, que me permitiu ter a possibilidade de trilhar este caminho e, aos meus filhos Kamilla e Renan, reais estimuladores e estimulados desta conquista.

AGRADECIMENTOS

Tornar-se um “Mestre”, um sonho que só houve a pretensão de ser cogitado no momento que iniciei minha faculdade de Agronomia, sonho este que em minha infância, adolescência, e mesmo no início da vida adulta era impensável, inatingível, até porque como toda criança que não possuía renda suficiente para estudar em bons colégios e ter acesso a esta “visão” de desenvolvimento acadêmico, era comum não ter tal pretensão. Contudo, graças a uma mãe batalhadora e espelho para mim, Dona Norma Catharino Fernandez, me estimei a buscar este sonho e, cá estou, prestes a conquistar este título, reforçando que o meio em que fomos criados influenciará na sua vida, se você assim permitir e, baseado no meu exemplo de vida, decidi ser algo a mais.

Há outras pessoas que contribuíram muito para o alcance deste sonho, a minha esposa, Rosangela Maria Pazetto, que tanto me ajudou, rezando para que eu passasse no concurso de admissão para este mestrado, e que tanto me deu força para conquistar esta vitória, foi de fato fundamental. Aos professores, a todos os funcionários do PEAMB e ao professor Gandhi Giordano, meu orientador, profissional abnegado e comprometido com a arte de ensinar, compartilhando conhecimento, que no momento certo me ajudou a concluir este curso. Ao professor Olavo Barbosa Filho, que contribuiu muito num momento fundamental para o início da minha exploração acadêmica.

Ao João Paulo Miliante Cabral da TECMA, fundamental em todo processo exploratório deste trabalho, com sua valiosa ajuda, através de seu conhecimento e suporte, o caminho para a finalização deste trabalho seria ainda mais árduo. À minha empresa, Astral Saúde Ambiental, sobretudo de seu presidente, Beto Filho, e aos demais colegas desta empresa, por entenderem este momento de dedicação, e me permitirem conquistar esta meta importante na minha vida. Este processo de dedicação e conquista deste título, de poder participar de forma ativa e intensa em todo o processo que culmina neste instante, foi feito para que duas pessoas importantíssimas em minha vida, meus filhos – Kamilla dos Santos Fernandez e Renan dos Santos Fernandez. Vejam aonde seu pai chegou, com todo o esforço que

fez, e que tal herculana e árdua dedicação, sirva de exemplo para ambos, meus filhos queridos.

Quem elegeu a busca, não pode recusar a travessia.

Guimarães Rosa

RESUMO

FERNANDEZ, Rogério Catharino. **Aplicação da eletrocoagulação no tratamento de efluentes contendo pesticidas**. 2017. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Este trabalho decorreu de uma lacuna legal no que diz respeito a um modelo de tratamento, com base científica, para efluentes originados de tríplice lavagem em frascos e equipamentos contendo pesticidas, fundamentalmente inseticidas aplicados para controle de pragas e vetores em ambiente urbano. Foi dada ênfase ao tratamento deste efluente através do uso do processo eletrolítico como uma possibilidade inspirada por inúmeras vantagens citadas em outros trabalhos, com efluentes similares, sendo o seu uso é muito explorado cientificamente para inúmeros tipos de efluentes diferentes, pela comunidade científica nacional e internacional. A coleta deste efluente obedeceu um cenário real para geração do mesmo, definindo dois princípios ativos como base para este trabalho: cipermetrina e malathion, com ensaios de campos e laboratoriais realizados na Tecma – Tecnologia de Meio Ambiente, e na SGS. Os ensaios de campos foram realizados usando um reator eletrolítico com capacidade de 4 L, com eletrodos intercalados de ferro e alumínio a cada 1,8 cm, sendo o desgaste no eletrodo de alumínio, e adicionado KCl no efluente para aumento da condutividade do meio, considerando os parâmetros físico-químicos para avaliação de sua eficiência como DQO, SST, SSV, Ferro, alumínio, pH, temperatura, volume do lodo e concentração do princípio ativo por cromatografia. Os parâmetros para controle de processo tais como DQO, pH e temperatura foram controlados durante toda a eletrólise, sendo analisado que o atendimento legal aos requisitos para os critérios e padrões para lançamento de efluente para DQO, pH, temperatura e ferro solúvel estão adequados quanto aos valores permitidos legalmente, em ambos os ativos. A concentração do princípio ativo malathion fora reduzido do efluente originado da tríplice lavagem, para o efluente tratado, na ordem de 94,85%. Para a concentração de cipermetrina do efluente observou-se redução da 1ª lavagem para o efluente tratado para as demais etapas em 97,25 %. Houve desestabilização dos sólidos suspensos coloidais, em ambos os efluentes relacionados aos princípios ativos, comprovado através do volume do lodo ao fim da eletrólise, seja sedimentado ou flotado, confirmando a eficácia do tratamento, observado que o volume de Lodo, expresso em Kg Lodo / ano / empresa reduziu em 43,6 % do princípio ativo cipermetrina para o malathion, acompanhando a redução de 29,8 % do consumo de energia expresso em Wh / L igualmente do princípio ativo cipermetrina para o malathion. O sobrenadante do efluente tratado possui o aspecto límpido, sendo este modelo de tratamento, com uma possibilidade viável para a redução do impacto deste efluente no meio ambiente.

Palavras-chave: Eletrólise contendo pesticidas; Processo eletrolítico; Tratamento de efluente com pesticidas; Eletrocoagulação.

ABSTRACT

FERNANDEZ, Rogério Catharino. **Application of electrocoagulation in the treatment of effluents containing pesticides**. 2017. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

This work was the result of a legal gap regarding a scientifically based treatment model for effluents from threefold bottle washing and equipment containing pesticides, mainly insecticides applied to pests and vectors control in urban environments. Emphasis was given to the treatment of this effluent through the use of the electrolytic process as a possibility inspired by numerous advantages cited in other works, with similar effluents, where its use is much explored scientifically for many different types of effluents by the national and international scientific community. The collection of this effluent obeyed a real scenario for its generation, defining two active principles as the basis for this work: cypermethrin and malathion, with field and laboratory tests carried out at Tecma - Tecnologia de Meio Ambiente and SGS. The field tests were carried out using a 4 L electrolytic reactor, with intercalated iron and aluminium electrodes every 1.8 cm, with wear on the aluminium electrode, and added KCl in the effluent to increase the conductivity of the medium, considering the physico-chemical parameters to evaluate its efficiency as COD, SST, SSV, Iron, Aluminium, pH, temperature, sludge volume and concentration of the active principle by chromatography. The parameters for process control such as COD, pH and temperature were controlled during the entire electrolysis, and it was analyzed that the legal compliance with the requirements for the criteria and standards for effluent discharge for COD, pH, temperature and Soluble Iron are adequate for the legally permitted amounts in both assets. The concentration of the active principle malathion was reduced from the effluent from the triple wash to the treated effluent in the order of 94.85%. For the cypermethrin concentration of the effluent it was observed a reduction of the 1st washing to the treated effluent for the other stages in 97.25%. There was destabilization of the colloidal suspended solids in both effluents related to the active principles, confirmed by the volume of the sludge at the end of the electrolysis, either sedimented or floated, confirming the efficacy of the treatment, observed that the volume of sludge expressed in Kg Sludge / year / company reduced by 43.6% of the active principle cypermethrin to malathion, accompanying the 29.8% reduction in energy consumption expressed in Wh / L also from the active principle cypermethrin to malathion. The treated effluent supernatant has the clear appearance, being this treatment model, with a viable possibility to reduce the impact of this effluent on the environment.

Keywords: Electrolysis containing pesticides; Electrolytic process; Treatment of effluente with pesticides; Electrocoagulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -	Estrutura molecular da piretrina	21
Figura 2.2 -	Estrutura molecular do malathion	22
Figura 2.3 -	Estrutura geral de um carbamato	24
Figura 2.4 -	Princípios ativos do grupo neonicotinoides	26
Figura 2.5 -	Fórmula estrutural de enantiômeros do fipronil	27
Figura 4.1 -	Caixa acrílica e conjunto de placas ou eletrodos (ferro e alumínio) – reator eletrolítico	51
Figura 4.2 -	Placas (eletrodos) de ferro e alumínio	52
Figura 4.3 -	Partícula coloidal/flocos formados (GIORDANO, 1999)	57
Figura 4.4 -	A geração de microbolhas e bolhas finas de hidrogênio no cátodo além da eletroflotação de coágulos (GIORDANO, 1999)	58
Figura 5.1 -	Preparo para realização da tríplice lavagem	67
Figura 5.2 -	Manejo e acondicionamento do efluente em frasco de 5,0 litros	68
Figura 5.3 -	Modelo de etiqueta de identificação do frasco de 5,0 L com o efluente	68
Figura 5.4 -	Frasco de 5,0 L com o efluente gerado, devidamente identificado	69
Figura 5.5 -	Caixa de acrílico (receptor do efluente – reator eletrolítico)	72
Figura 5.6 -	Reator eletrolítico, composto por placas de alumínio e ferro	72
Figura 5.7 -	Bastão para homogeneização do efluente tratado	72
Figura 5.8 -	Proveta de 1000 ml	72
Figura 5.9 -	Frascos de coleta de amostras com o sobrenadante (cromatografia e DQO)	73
Figura 5.10 -	Equipamento multiparamétrico YSI modelo Pro 1030 (identificador de pH, condutividade e temperatura)	73
Figura 5.11 -	Retificador de corrente WG retificadores (vista frontal evidenciando medição de intensidade de corrente (A) e diferença de potencial (V), além dos polos positivos e negativos)	73

Figura 5.12 - Sal (KCl) a 30% utilizado para favorecer aumento da condutividade no efluente tratado	74
Figura 5.13 - Frasco de 5,0 L com o efluente na área destinada à tríplice lavagem	75
Figura 5.14 - Amostra tratadas da fase sobrenadante (Fe, Al, e DQO) e do efluente tratado e homogeneizado (análises de sólidos totais, sólidos voláteis e umidade)	76
Figura 5.15 - Sequência de coleta de amostras do inseticida a base de malathion	78
Figura 5.16 - Sequência de coleta de amostras do inseticida a base de cipermetrina	78
Figura 5.17 - Reator eletrolítico com efluente tratado (fio preto – carga negativa na placa de alumínio e o fio verde – carga positiva fixada na placa de ferro)	80
Figura 5.18 - Vista lateral do reator eletrolítico com efluente tratado	80
Figura 5.19 - Caixa acrílica com efluente tratado após processo de eletrólise, homogeneizado, sendo medido pH, condutividade e temperatura através do equipamento multiparamétrico	81
Figura 5.20 - Proveta de 1000 ml com lodo sedimentado e flotado	81
Figura 5.21 - Vista da caixa acrílica (reator eletrolítico) com lodo flotado e sedimentado	81
Figura 5.22 - Amostra tratada da fase sobrenadante (Fe e Al, e DQO) e do efluente tratado e homogeneizado (análises de sólidos totais, sólidos voláteis e umidade)	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 6.1 -	Temperaturas nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina	91
Gráfico 6.2 -	Temperaturas nos ensaios eletrolíticos com malathion	91
Gráfico 6.3 -	pH nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina	93
Gráfico 6.4 -	pH nos ensaios eletrolíticos com malathion	93
Gráfico 6.5 -	Condutividade elétrica nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina	94
Gráfico 6.6 -	Condutividade elétrica nos ensaios eletrolíticos com malathion	95
Gráfico 6.7 -	Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A) do ensaio cipermetrina	96
Gráfico 6.8 -	Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A) do ensaio malathion	96
Gráfico 6.9 -	Volume do lodo no ensaio do princípio ativo cipermerina	99
Gráfico 6.10 -	Volume do lodo no ensaio do princípio ativo malathion	100
Gráfico A1.1 -	Amostra 1 – cipermetrina	115
Gráfico A1.2 -	Amostra 2 – cipermetrina	116
Gráfico A1.3 -	Amostra 3 – cipermetrina	117
Gráfico A1.4 -	Amostra 4 – cipermetrina	118
Gráfico A1.5 -	Amostra 5 – cipermetrina	119
Gráfico A1.6 -	Amostra 6 – cipermetrina	120
Gráfico A1.7 -	Amostra 7 – cipermetrina	121
Gráfico A1.8 -	Amostra 8 – cipermetrina	122
Gráfico A1.9 -	Amostra 9 – cipermetrina	123
Gráfico A2.1 -	Amostra 1 – malathion	124
Gráfico A2.2 -	Amostra 2 – malathion	125
Gráfico A2.3 -	Amostra 3 – malathion	126
Gráfico A2.4 -	Amostra 4 – malathion	127
Gráfico A2.5 -	Amostra 5 – malathion	128
Gráfico A2.6 -	Amostra 6 – malathion	129

Gráfico A2.7 - Amostra 7 – malathion	130
Gráfico A2.8 - Amostra 8 – malathion	131
Gráfico A2.9 - Amostra 9 – malathion	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -	Relação dos principais pesticidas, relacionados ao seu alvo, bem como sua usabilidade	18
Tabela 3.1 -	Legislações referentes às condições e padrões de lançamento de efluente	35
Tabela 4.1 -	Relação de diferentes tratamentos pelo processo eletrolítico	47
Tabela 4.2 -	Vantagens e desvantagens do processo eletrolítico	60
Tabela 6.1 -	Resultados laboratoriais cipermetrina (efluente tratado)	85
Tabela 6.2 -	Análise do processo de tríplice lavagem (bruto e tratado)	86
Tabela 6.3 -	Cromatografia cipermetrina (bruto e tratado)	86
Tabela 6.4 -	Resultados laboratoriais malathion (efluente tratado)	88
Tabela 6.5 -	Análise do processo de tríplice lavagem (afluente bruto)	89
Tabela 6.6 -	Cromatografia malathion (bruto e tratado)	89
Tabela 6.7 -	Densidade de potência para a eletrólise dos efluentes gerados pela tríplice lavagem	98
Tabela A1.1 -	Amostra 1 – Princípio ativo cipermetrina	115
Tabela A1.2 -	Amostra 2 – Princípio ativo cipermetrina	116
Tabela A1.3 -	Amostra 3 – Princípio ativo cipermetrina	117
Tabela A1.4 -	Amostra 4 – Princípio ativo cipermetrina	118
Tabela A1.5 -	Amostra 5 – Princípio ativo cipermetrina	119
Tabela A1.6 -	Amostra 6 – Princípio ativo cipermetrina	120
Tabela A1.7 -	Amostra 7 – Princípio ativo cipermetrina	121
Tabela A1.8 -	Amostra 8 – Princípio ativo cipermetrina	122
Tabela A1.9 -	Amostra 9 – Princípio ativo cipermetrina	123
Tabela A2.1 -	Amostra 1 – Princípio ativo malathion	124
Tabela A2.2 -	Amostra 2 – Princípio ativo malathion	125
Tabela A2.3 -	Amostra 3 – Princípio ativo malathion	126
Tabela A2.4 -	Amostra 4 – Princípio ativo malathion	127
Tabela A2.5 -	Amostra 5 – Princípio ativo malathion	128
Tabela A2.6 -	Amostra 6 – Princípio ativo malathion	129

Tabela A2.7 -	Amostra 7 – Princípio ativo malathion	130
Tabela A2.8 -	Amostra 8 – Princípio ativo malathion	131
Tabela A2.9 -	Amostra 9 – Princípio ativo malathion	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DQO	Demanda Química de Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
PHCFOCO	Paulo Henrique Costa – Consultoria, pesquisa e Estudos Ltda
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Antes de Cristo
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
FISPQ	Ficha de Segurança de Produto Químico
EPI's	Equipamentos de Proteção Individuais
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (<i>Environmental Protection Agency USA</i>)
CIS	Isomeria CIS – Indica átomos iguais do mesmo lado em relação ao carbono de dupla ligação
TRANS	Isomeria TRANS – Indica átomos com posições transversais ou opostas em relação ao carbono de dupla ligação
NACHRs	Receptor Nicotínico – Receptor ionotrópico da acetilcolina que possui afinidade com a nicotina
GABA	Ácido Gama-aminobutírico (<i>Gamma-AminoButyric Acid</i>)
NBR	Norma Brasileira
MEI's	Micro Empreendedores Individuais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Companhia Ambiental do Estado de SP
POA	Processos Oxidativos Avançados
INEA	Instituto Estadual do Ambiente – Agência Ambiental do Estado do Rio de Janeiro

ISSO	Organização Internacional para Padronização (<i>International Organization for Standardization</i>)
OHSAS	Certificação de Gestão para Saúde e Segurança Ocupacional (<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>)
TECMA	Tecnologia em Meio Ambiente
CE	Concentrado Emulsionável
MS	Ministério da Saúde
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
SMEWW	<i>Standard Methods for the Examination of Water Wastewater</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

Fe	Ferro
Al	Alumínio
Cl ⁻	Íon cloreto
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de potássio
°C	Graus Celsius
H ₂ O	Água
OH ⁻	Íon hidroxila
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
·OH	Radical hidróxido
Fe ²⁺	Cátion divalente ferro
UV	Ultravioleta
Fe ³⁺	Cátion trivalente ferro
Hv	Radiação ultravioleta
H ⁺	Íon de hidrogênio
CO ₂	Dióxido de carbono
O ₃	Ozônio
O ₂	Oxigênio
E ^o	Potencial de oxidação
H ₂	Hidrogênio
L	Litro
Cm	Centímetro
ml	Mililitro
KCl	Cloreto de potássio
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
HNO ₃	Ácido nítrico
μS/cm	Micro-siemens por centímetro
A	Âmpere
cm ²	Centímetro quadrado
V	Volts

d_{Fe}	Densidade do ferro fundido
d_{Al}	Densidade do alumínio fundido
C	Coulomb
t	Tempo de eletrólise
M	Material desgastado
α	Equivalente eletroquímico do material do eletrodo
i	Intensidade da corrente
$M_{\text{eletrodo Al}}$	Material desgastado eletrodo alumínio
$M_{\text{eletrodo Fe}}$	Material desgastado eletrodo ferro
~	Aproximadamente
s	Segundos
R	Resistência
I	Corrente elétrica
mg / L O ₂	Miligrama por litro de oxigênio
mg / L Fe	Miligrama por litro de ferro
mg / L Al	Miligrama por litro de alumínio
pH	Potencial hidrogeniônico
mg / L	Miligrama por litro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	23
	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	26
1	CENÁRIO DOS PESTICIDAS	28
2	PESTICIDAS: UMA VISÃO HOLÍSTICA	29
2.1	Inseticida piretróide	31
2.1.1	<u>Características químicas</u>	31
2.1.2	<u>Mecanismo de ação e toxicologia</u>	32
2.2	Inseticida organofosforado	32
2.2.1	<u>Características químicas</u>	33
2.2.2	<u>Mecanismo de ação e toxicologia</u>	34
2.3	Inseticidas carbamato	34
2.3.1	<u>Características químicas</u>	35
2.3.2	<u>Mecanismo de ação e toxicologia</u>	35
2.4	Inseticidas neonicotinóide	36
2.4.1	<u>Características químicas</u>	36
2.4.2	<u>Mecanismo de ação e toxicologia</u>	37
2.5	Inseticidas fenilpirazol	38
2.5.1	<u>Características químicas</u>	38
2.5.2	<u>Mecanismo de ação e toxicologia</u>	39
2.6	Rota de biodegradação de pesticidas	39
3	EFLUENTES	41
3.1	Geração de efluentes	41
3.1.1	<u>Embasamento legal para geração deste efluente</u>	41
3.1.2	<u>Efluentes gerados por empresas profissionais de controle de pragas e vetores em ambiente urbano</u>	43
3.2	Caracterização do efluente originado por produtos saneantes desinfestantes	4

3.2.1	<u>Aspectos legais relacionados ao descartar este efluente originado por produtos saneantes desinfestantes</u>	44
3.2.2	<u>Principais parâmetros de análise do efluente</u>	47
3.2.3	<u>Princípio ativo</u>	48
3.2.4	<u>DQO – Demanda química de oxigênio</u>	49
3.2.5	<u>Ferro</u>	49
3.2.6	<u>Alumínio</u>	49
3.2.7	<u>Potencial Hidrogeniônico (pH)</u>	50
3.2.8	<u>Temperatura</u>	51
3.2.9	<u>Análise qualitativa e quantitativa de inseticida</u>	51
3.2.10	<u>Sólidos</u>	52
3.3	Tratamento de efluentes contendo pesticidas	52
3.3.1	<u>Uso de radiação ionizante</u>	53
3.3.2	<u>Processo foto-Fenton</u>	53
3.3.3	<u>Uso de um sistema de oxidação por ozônio</u>	54
3.3.4	<u>Adsorção</u>	55
3.3.5	<u>Processo eletrolítico</u>	56
4	TRATAMENTO ELETROLÍTICO DE EFLUENTES – REFERENCIAL TEÓRICO	57
4.1	Aspectos gerais	57
4.2	As leis da eletrólise ou as leis de Faraday	60
4.3	A Arquitetura do processo eletrolítico	61
4.3.1	<u>Reator eletrolítico</u>	62
4.3.2	<u>Influência da condutividade elétrica no processo eletrolítico</u>	64
4.3.3	<u>Influência do pH no processo eletrolítico</u>	65
4.3.4	<u>Influência da temperatura no processo eletrolítico</u>	65
4.3.5	<u>Corrente elétrica e sua densidade</u>	66
4.3.6	<u>Densidade de potência e lodo gerado</u>	66
4.4	Mecanismos eletroquímico	67
4.4.1	<u>Eletrocoagulação, eletroflotação e eletroflotação</u>	68
4.4.2	<u>Oxidação e redução</u>	69
4.5	Vantagens e desvantagens do processo eletrolítico	70

5	METODOLOGIA	76
5.1	Produção do efluente	76
5.1.1	<u>Materiais utilizados na produção do efluente</u>	77
5.1.2	<u>Realização da tríplice lavagem</u>	77
5.1.3	<u>Acondicionamento e identificação do efluente para posterior tratamento</u>	78
5.2	Tratamento do efluente por eletrocoagulação	80
5.2.1	<u>Metodologia experimental usando o processo eletrolítico</u>	81
5.2.2	Materiais e equipamentos utilizados no modelo do processo de eletrocoagulação	82
5.2.3	Procedimentos preparatórios para os ensaios da eletrocoagulação	85
5.2.4	Coleta de amostras	86
5.2.5	Formato dos ensaios	87
5.2.6	Procedimentos durante os ensaios da eletrocoagulação	89
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
6.1	Princípio ativo cipermetrina	94
6.2	Princípio ativo malathion	94
6.3	Resultados para o princípio ativo cipermetrina	95
6.3.1	<u>Análises de DQO, SST, SSV, Fe e Al – princípio ativo cipermetrina</u>	95
6.4	Resultados para o princípio ativo malathion	98
6.4.1	<u>Análises de DQO, SST, SSV, Fe e Al – princípio ativo malathion</u>	98
6.5	Discussão	101
6.5.1	<u>Discussão da análise do processo eletrolítico</u>	101
6.5.2	<u>Temperatura</u>	101
6.5.3	<u>Potencial hidrogeniônico – pH</u>	103
6.5.4	<u>Condutividade elétrica</u>	104
6.5.5	<u>Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A)</u>	106
6.5.6	<u>Densidade de potência</u>	108
6.5.7	<u>Volume do lodo</u>	109
6.5.8	<u>Ferro e alumínio</u>	112
6.5.9	<u>DQO – Demanda química de oxigênio</u>	114
6.5.10	<u>Sólidos solúveis totais (SST) e sólidos solúveis voláteis (SSV)</u>	115

6.5.11	<u>Cromatografia</u>	115
7	CONCLUSÃO	117
8	RECOMENDAÇÕES	119
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE A- Ensaio de processo eletrolítico, em escala de laboratório, para os princípios ativos Cipermetrina e Malathion	126
	APÊNDICE B- Relatórios das análises de efluente tratado para parâmetros físico e químicos, para os princípios ativos Cipermetrina e Malathion	144

INTRODUÇÃO

O convívio do homem com as pragas originou-se na pré-história quando este deixou de ser nômade e fixou sua moradia em função da descoberta da agricultura.

Evidente que plantar, colher e estocar alimentos seria uma melhor alternativa do que ficar constantemente a procura destes. A partir deste momento, iniciou-se a maior ocorrência de pragas urbanas mais próximas ao homem, atraídas pelos alimentos produzidos e estocados, além da geração e maior convívio com os dejetos humanos, que também passaram a acumular mais próximos a sua moradia.

Atualmente os grandes centros urbanos atraem cada vez mais pessoas para fixar residência, na busca por empregos, melhor possibilidade de estudo, melhores condições de desenvolvimento, dentre outras necessidades. Tudo isso foi muito estimulado pela Revolução Industrial ocorrida no século XIX, que fomentou o êxodo rural e acelerou o crescimento populacional urbano (TOFFLER, 1980).

Para uma melhor qualidade de vida das pessoas que habitam os ambientes urbanos, fez-se necessária a presença de complexos sistemas de engenharia permitindo que estas pessoas pudessem ter melhor qualidade de vida. Esses equipamentos urbanos, abrangem áreas como tratamento de águas e de esgotos, coleta e armazenamento de resíduos sólidos com viés de tratamento adequado destes resíduos, pavimentação de vias públicas, edificações (CÂMARA NETO, 2000).

Entretanto, o crescimento urbano acelerado e a expansão desordenada das cidades, ocupando florestas e matas nativas, acarreta neste ambiente urbano o convívio da população com pragas adaptadas a estes centros. De acordo com a definição estabelecida pela RDC (Resolução de Diretora Colegiada)⁵² da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) de 2009, pragas são conceituadas como “animais que infestam ambientes urbanos podendo causar agravos à saúde, prejuízos econômicos, ou ambos”; além de vetores urbanos definidos como “artrópodes ou outros invertebrados que podem transmitir infecções, por meio de carreamento externo (transmissão passiva ou mecânica) ou interno (transmissão biológica) de microrganismos.”

Com o crescimento de vetores e pragas urbanas, promovendo sérios riscos à saúde pública através de transmissões de inúmeras doenças, tais como, febre amarela, malária, peste bubônica, doença de chagas, leishmaniose, dentre outras e ocasionando várias mortes, iniciou-se no Brasil, após a Segunda Guerra Mundial, uma atividade de prestação de serviços, estabelecendo-se o segmento de controle profissional de pragas e vetores em ambientes urbanos. Na época este segmento foi denominado como “Dedetizadoras”, muito em função do uso de um pesticida chamado DDT atualmente proibido por se considerado um poluente orgânico persistente pela Convenção de Estocolmo em 1972.

Conforme dados extraídos da análise setorial da PHCFOCO, atualmente estas empresas especializadas totalizam cerca de 4.507 empresas atuam em todo território nacional, referente ao ano 2016. Os produtos saneantes desinfestantes domissanitários, são chamados os pesticidas ou produtos profissionais utilizados para controle de pragas e vetores em ambientes urbanos definidos pela RDC 52 da ANVISA de 2009, da seguinte forma:

Produtos registrados na Anvisa, destinados à desinfestação de ambientes urbanos, sejam eles residenciais, coletivos, públicos ou privados, que matam, inativam ou repelem organismos indesejáveis no ambiente, sobre objetos, superfícies inanimadas, ou em plantas. Incluem-se neste conceito os termos inseticidas, reguladores de crescimento, rodenticidas, moluscicidas e repelentes.

Por necessidade legal, tanto para os frascos quanto para os equipamentos de aplicação destes produtos, deve-se promover a tríplex lavagem conforme estabelece ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) de nº 13968/1997. De acordo com a RDC 52 da ANVISA de 2009, em seu artigo 19, a calda efluente, oriunda desta tríplex lavagem, deve ser reaproveitada ou inativada, contudo, não fornece maiores informações e detalhamentos destas possibilidades de destinação ou tratamento deste efluente gerado.

Sob esta ótica, com esta informação incipiente, surgem dúvidas quanto ao procedimento que tais empresas especializadas devam atender. Dessa forma gera-se desentendimentos originados pela falta de informação, permitindo um conjunto de riscos potenciais tais como:

- Risco de contaminações dos profissionais que manipulam estes produtos químicos;

- Risco ao meio ambiente, em função do descarte deste efluente;
- Risco à população, que usa estes serviços.

Logo, se faz urgente que se determine, com embasamento científico, o melhor método para inativação deste efluente, uma vez que a atual definição pelo próprio órgão regulador, concede maior detalhamento e de base científica.

Assim o desenvolvimento dessa dissertação vem subsidiar uma melhor discussão sobre esta necessidade, buscando trazer contribuições para reduzir ou eliminar os riscos inerentes ao efluente oriundo desta tríplex lavagem de inseticidas usados em ambiente urbanos. Se faz oportuno que tal solução possua características de baixo custo, que requeira pouco espaço e que permita implantação modular. Não obstante, é essencial que mais estudos e aprofundamentos sejam realizados para que haja resultados significativos no tratamento deste efluente em questão.

OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste projeto é analisar o tratamento eletrolítico em efluentes gerados por tríplice lavagem de frascos e equipamentos de inseticidas, que são utilizados para controle de pragas em ambiente urbano, identificando suas vantagens e desvantagens, bem como seus impactos associados.

Para atingir este objetivo, esta pesquisa perpassa pelos seguintes objetivos específicos:

- Realizar levantamento dos efluentes gerados pela atividade de controle de pragas e vetores em ambiente urbano;
- Identificar o potencial poluidor dos efluentes gerados por tríplice lavagem de inseticidas;
- Identificar os requisitos legais e ambientais para descarte deste efluente, em atendimento à legislação pertinente;
- Verificar a eficiência do processo eletrolítico no efluente tratado;
- Avaliar o tratamento do efluente e recomendar melhor prática objetivando mitigação da potencial poluição ambiental.

Para atender os objetivos acima mencionados, esta dissertação encontra-se composta em 8 capítulos, sendo que:

No capítulo 1 a proposta é definir um cenário no qual abordam-se os pesticidas, desde suas origens, até o momento atual, definindo sua importância no contexto urbano.

No capítulo 2 são abordadas sua importância no meio urbano, sua classificação quanto ao propósito e análise dos principais grupos químicos de inseticidas utilizados no ambiente urbano, sendo estes os piretróides, organofosforados, carbamatos, neonicotinóide e fenilpirazol, estudando-os sob uma ótica relacionada às suas características químicas, além de seus mecanismos de ação e aspectos toxicológicos.

No capítulo 3 encontra-se o estudo dos efluentes, alvo deste trabalho, no qual a abordagem é abrangente tratando da geração e caracterização deste efluente, bem como o embasamento legal respectivo. Também é abordada a análise quantitativa do

efluente gerado por empresas de controle de pragas e vetores em ambientes urbanos, além dos principais parâmetros de análise que nortearam este trabalho. Por último, uma pesquisa bibliográfica é realizada, apresentando alguns outros modelos de tratamento deste efluente, possíveis de uso em ambiente urbano.

No capítulo 4 o processo eletrolítico é detalhado através de uma revisão bibliográfica quanto ao referencial teórico que o envolve, desde sua composição enquanto estrutura física e equipamentos, até uma interpretação de fatores fundamentais para o entendimento e melhor desempenho deste tratamento.

O capítulo 5 discorre sobre os materiais e métodos utilizados no decorrer desta pesquisa. Determina-se os métodos de coleta do efluente, preparo da amostra antes do tratamento eletrolítico, leitura inicial de alguns parâmetros de análise, o tratamento do mesmo e procedimentos relacionados ao tratamento eletrolítico, bem como a coleta das amostras para análises dos demais parâmetros determinados anteriormente.

No capítulo 6 aborda-se todos os resultados obtidos, bem como as discussões que envolvem as análises destes dados empíricos.

No capítulo 7 promove-se uma conclusão face a toda a discussão relacionada as análises de campo e laboratoriais, com base nos resultados do tratamento.

No capítulo 8 discute-se as recomendações pertinentes ao projeto, com informações para que estudos futuros possam avançar mais no sentido de melhor utilização deste tratamento eletrolítico e obtenha-se solução para o tratamento deste efluente.

1. CENÁRIO DOS PESTICIDAS

A idade da pedra, que compreende o período paleolítico ou da pedra lascada e, neolítico ou da pedra polida, ocorrem no período de 700 a 600 mil anos A.C., até 4.500 anos A.C., quando começa a idade do cobre, bronze e ferro, este período da idade da pedra compreende cerca de 98% do tempo de existência do homem na terra (NAVARRO, 2006).

O período paleolítico é considerado, através de achados na África, China e sudeste asiático, como um grande avanço no desenvolvimento de ferramentas feitas de pedra, sendo o homem considerado sedentário ao fim deste período por não se deslocar como no início (NAVARRO, 2006).

Já o período neolítico o homem desenvolveu mais esta tendência de sedentarismo e fixando-se ainda mais, contudo este período não somente foi caracterizado pelo desenvolvimento na produção de ferramentas com pedras polidas, mas também ocorre o desenvolvimento da agricultura, sendo necessária a fixação na região para o plantio de plantas comestíveis, principalmente cereais. Ainda no período neolítico, iniciou-se a construção de casas de argila e estruturas para moradia e acondicionamento de alimentos, portanto, este período é também chamado de era da argila, indo de 14.500 a 4.500 A.C. (NAVARRO, 2006).

Os primeiros assentamentos agrários conhecidos, há cerca de 11.000, localizam-se em Iraq ed-Dubb (Jordânia) e Tell Aswad (Síria), seguido por Jericó, sendo encontrado neste último o mais antigo sítio arqueológico com vestígios de práticas de agricultura (JULIEN, 2017).

Os primeiros inseticidas foram associados aos efeitos de alguns sais orgânicos, que datam na antiguidade, anos AC, utilizados por povos da China, Grécia e Suméria. Produtos como enxofre e arsênico foram utilizados há 3.000 anos pelos romanos. Compostos orgânicos como as piretrinas, extraídas da flor do crisântemo utilizados pelos chineses há 2.000 anos e, já no fim do século XIX e nas 3 primeiras décadas do século XX, houve um grande uso de produtos inorgânicos ou de origem mineral, como protetor de plantas, sendo considerado a 1ª geração dos agrotóxicos (MATIAS, 2011).

2. PESTICIDAS: UMA VISÃO HOLÍSTICA

Por definição segundo a FAO, Organização das Nações Unidas para a agricultura e alimentação, o termo pesticidas significa:

Qualquer substância ou mistura de substâncias destinadas a prevenir, destruir ou controlar qualquer praga, incluindo vetores de doenças humanas ou animais, espécies indesejáveis de plantas ou animais, causando danos durante ou de outra forma interferir com a produção, processamento, armazenamento, transporte ou comercialização de alimentos, commodities agrícolas, madeira e produtos de madeira ou de alimentos para animais, ou substâncias que podem ser administrados a animais para o controle de insetos, aracnídeos, ou outras pragas em ou em seus corpos. O termo inclui substâncias destinadas a ser utilizadas como um regulador do crescimento de plantas, desfolhantes, dessecantes, ou um agente para o desbaste de frutos ou prevenir a queda prematura dos frutos. Também utilizados como substâncias aplicadas às culturas, quer antes ou depois da colheita para proteger a mercadoria de deterioração durante o armazenamento e transporte.

Os pesticidas são classificados conforme seu alvo é definido. Logo, podemos ter produtos específicos para pragas ou organismos indesejáveis ou prejudiciais a vida humana, ou ainda pragas e vetores que infestam os produtos/estrutura física que se deseja proteger, conforme podemos visualizar na **tabela 2.1**.

Tabela 2.1 – Relação dos principais pesticidas, relacionados ao seu alvo, bem como sua usabilidade

TIPO DE PESTICIDA	PRAGAS OU ORGANISMOS INDESEJÁVEIS	OBJETIVO OU RAZÃO PARA CONTROLE
Inseticidas	Insetos	Insetos de uma forma geral, podendo ser considerados pragas urbanas ou agrícolas
Rodenticidas	Roedores	Roedores dos gêneros <i>Mus</i> ou <i>Rattus</i> , considerados pragas urbanas ou agrícolas
Moluscidas ou Lesmicidas	Moluscos ou lesmas	Necessidade de controle de alguns Caramujos ou caracóis, além de lesmas, que podem ocasionar problemas de transmissão de doenças em ambientes urbanos e afetam a produtividade de alguns produtos agrícolas
Herbicidas	Ervas daninhas	Plantas invasoras que ocasionam riscos em ambiente urbano ou perda de produtividade em ambiente agrícola
Fungicidas	Fungos	Fungos que efetivamente podem causar perdas em armazenamento e conservação de alimentos, bem como afetam a produtividade agrícola

Bactericidas	Bactérias	Bactérias que igualmente afetam produtos armazenados influenciam na saúde se contaminarem alimentos, bem como podem afetar a produtividade de alguns produtos agrícolas
Algicidas	Algas	Afetam trafegabilidade de rios, bem como o fluxo destes, interferindo inclusive na qualidade de águas e outros parâmetros de qualidade desta água em função de evitarem a passagem de radiação solar, necessário para fotossíntese de plantas aquáticas.
Nematicidas	Nematóides	Parasitas que afetam a saúde pública, pois estão associadas a doenças transmitidas ao homem, bem como afetam a produtividade de alguns produtos agrícolas
Biopesticidas	Pragas de uma forma geral	São produtos fabricados de origem vegetal, como extratos de plantas, que sabidamente eliminam, ou repelem algumas pragas ou organismos indesejáveis.

No Brasil, de uma forma geral há pesticidas em alguns grupos químicos no qual se concentram todos os princípios ativos utilizados para controle de pragas e vetores em ambiente urbano. Todos tem seu uso devidamente registrado e autorizado pela ANVISA, especificamente por empresas especializadas para prestação desse tipo de serviço.

Quanto a estrutura química, estes pesticidas podem ser orgânicos, inorgânicos, sintéticos, ou mesmo produtos biológicos. Estes últimos são extraídos de espécies vegetais ou originados de microrganismos como bactérias, por exemplo.

Todos pesticidas possuem seu uso registrado para controle de determinadas pragas e vetores, conforme especificação em seu rótulo e/ou sua FISPQ (Ficha de Segurança de Produto Químico). Também no rótulo e/ou na FISPQ se encontram informações importantes tais como concentração deste princípio ativo, diluição quando aplicável, formulação que se apresentam, informações diversas como carcinogenicidade, riscos de contaminação ambiental, entre outras.

Nesse estudo são priorizados os inseticidas que em sua imensa maioria, são passíveis de diluição e, portanto, geradores de efluente e que são mais comumente utilizados para controle de pragas e vetores em ambiente urbanos. São os seguintes

grupos químicos: piretróide, organofosforado, carbamato, neonicotinóide e fenilpirazol.

2.1 Inseticida piretróide

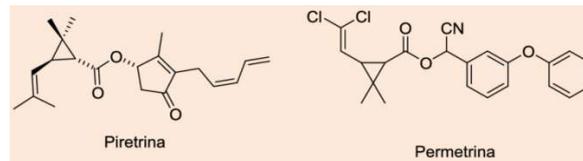
Este grupo químico de pesticidas foi originado de uma flor chamada vulgarmente de crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium* e *C. coccineum*), e a piretrina, substância extraída desta planta com características inseticidas, foi desenvolvida em laboratórios, produzida sinteticamente e denominada piretróide. É o inseticida mais utilizado no Brasil autorizado pela ANVISA. Havendo contaminação por exposição inadvertida ou pelo não uso dos EPI's por parte do profissional que o manipula, os sintomas basicamente são irritação de mucosas de uma forma geral, não incorrendo em possibilidades de afetar nenhum componente do sangue.

2.1.1 Características químicas

A piretrina é um éster do ácido crisantêmico, produzido por plantas do gênero *Chrysanthemum* que possuem alta toxicidade para insetos e baixa toxicidade para mamíferos.

A produção deste produto, para escala comercial, necessitava reduzir a grande fotoinstabilidade das piretrinas, sendo necessário modificar a estrutura química com a adição de átomos de halogênios, nitrogênio e enxofre, solucionando o problema de instabilidade à luz e ao ar, criando assim o grupo químico dos piretróides com uma grande variedade de princípios ativos, dentre esses a permetrina por exemplo, destacada na **figura 2.1**, mantendo as características de toxicidade baixa a mamíferos e elevada a insetos (SANTOS; AREAS; REYES, 2007).

Figura 2.1 – Estrutura molecular da piretrina e permetrina



Fonte: MARTINS, T.G. et al., 2015.

2.1.2 Mecanismo de ação e toxicologia

São inseticidas de amplo espectro de ação, eliminando os organismos-alvos por contato, pois são inseticidas que agem no axônio, que é uma parte dos neurônios responsáveis pela condução de impulso elétrico, transmitidos de neurônios a neurônios e chegando em partes mais distantes como um músculo por exemplo. Esta transmissão de informação, via impulso elétrico nos neurônios, é feita por canais de sódio encontrando-se numa membrana com interior hidrofílico de uma proteína, que permeia através de pequenos orifícios por um gradiente elétrico, entrando no axônio e permitindo a transmissão destes impulsos elétricos. Os inseticidas piretróides afetam o funcionamento do canal de sódio, impedindo o impulso elétrico e paralisando o organismo alvo (LUO; ZHANG, 2011), causando paralisia do sistema nervoso central e periférico.

2.2 Inseticidas organofosforados

Trata-se de um inseticida originado do éster do ácido fosfórico, que age bloqueando definitivamente a enzima acetilcolinesterase, fundamental na transmissão de impulso nervoso em inseto, mas também pode atingir o homem e outros animais. São produtos que se dissipam muito rapidamente por hidrólise, fotólise e pela degradação do ar, além da deterioração também pelo solo quando aplicado na agricultura.

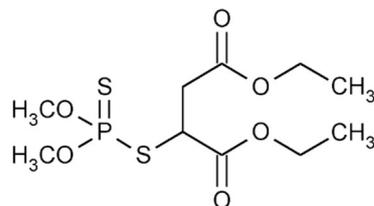
São produtos largamente utilizados em ambiente urbano para controle de pragas e vetores através de inúmeros princípios ativos tais como diclorvóis, clorpirifóis (este último foi proibido seu uso em ambientes urbanos pela ANVISA no Brasil) malathion (muito utilizado para controle de mosquitos, indicado pela OMS para tal), e outros.

A agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA) cita os organofosforados como inseticidas considerados altamente tóxicos para abelhas além de alguns outros animais e inclusive seres humanos. Mediante exposições baixas e crônicas podem alterar o desenvolvimento neurocomportamental de fetos e crianças (DETWEILER, 2014)

2.2.1 Características químicas

São ésteres derivados dos ácidos de fósforo conforme **figura 2.2** (ácidos fosfóricos, tiosfosfóricos, e outros.) e contendo várias combinações de carbono, oxigênio, hidrogênio, enxofre, nitrogênio, e permitindo uma grande variação de princípios ativos tais como diclorvóis, clorpirifóis, malathion, parathion, diazinon temefóis, etc...

Figura 2.2 – Estrutura molecular do malathion



Fonte: Disponível em:

<http://www.pharmacopeia.cn/v29240/usp29nf24s0_m47105.html>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

2.2.2 Mecanismo de ação e toxicologia

Os organofosforados decompõe a enzima acetilcolinesterase, que por sua vez decompõe a acetilcolina após a transmissão de um impulso nervoso de um neurônio a outro. Como a acetilcolina não é decomposta, se acumula nos receptores sinápticos, fazendo com que haja contínuas transmissões nervosas, pois estará constantemente ligada aos seus receptores.

Em insetos os compostos lipofílicos do átomo de fósforo são oxidados, removendo o enxofre terminal e substituindo por um oxigênio terminal, o que potencializa seu efeito tornando-o mais eficaz na inibição da acetilcolinesterase.

A exposição aguda ou crônica promoverá os mesmos efeitos de toxicidade em trabalhadores expostos a estes inseticidas, inclusive seus efeitos tardios, considerados perigosos aos seres humanos devido à inibição da acetilcolinesterase responsável pela transmissão do impulso nervoso quando em exposição deste inseticida em todas as idades, sobretudo em fetos e crianças como comentado acima.

2.3 Inseticida carbamatos

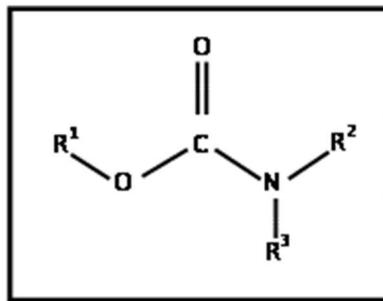
São inseticidas derivados do ácido carbâmico. Contudo sua ação elimina os insetos pela inibição da acetilcolina afetando a enzima acetilcolinesterase, como no caso dos pesticidas do grupo químico organofosforados. Entretanto, diferentemente destes, os carbamatos promovem esta inibição, com possibilidade de reversibilidade, muito devido ao fato de não serem acumulativos no tecido adiposo. Este grupo químico está presente em um de seus produtos comerciais como o Aldicarbe, inseticida de alta toxicidade e presente ilegalmente no raticida agudo denominado de “chumbinho”, relacionado com inúmeros casos de suicídios no Brasil (DA SILVA, 2010).

Vale ressaltar que o aldicarbe teve banido seu uso no Brasil pela ANVISA devido a sua elevada toxicidade e aos inúmeros casos associados ao suicídio em nosso país.

2.3.1 Características químicas

Os carbamatos são compostos derivados dos ésteres do ácido carbâmico (CH_3NO_2), substância altamente instável e voláteis, também conhecidos como “uretanos”, degradados por umidade, altas temperaturas, alcalinidade e luminosidade.

Figura 2.3 – Estrutura geral de um carbamato



Fonte: CORDONA, S. C. J., 2015.

2.3.2 Mecanismo de ação e toxicologia

A enzima acetilcolinesterase, presente no sistema nervoso central e no sistema nervoso periférico, é inativada pelos princípios ativos pertencentes ao grupo químico dos carbamatos. Dentre estes encontramos o propoxur, metomil, carbaril, carbofuran e outros.

Ao inibir a enzima acetilcolina, entretanto, este grupo químico permite a reversão desta ação na região da sinapse, paralisando a transmissão da sinapse colinérgica e impedindo os impulsos nervosos, ocasionando a morte da praga alvo.

São tóxicos aos seres humanos e outros animais quando em exposição, exceto quando seguidas as orientações de uso destes inseticidas fornecidas pelo fabricante.

2.4 Inseticida neonicotinóide

Trata-se de um grupo químico de inseticidas de uso mais recente, desenvolvido desde 1980. Este grupo químico é considerado como uma classe de inseticidas neuroativos e semelhantes a nicotina, possuindo vários princípios ativos, sendo o imidacloprido o mais utilizado.

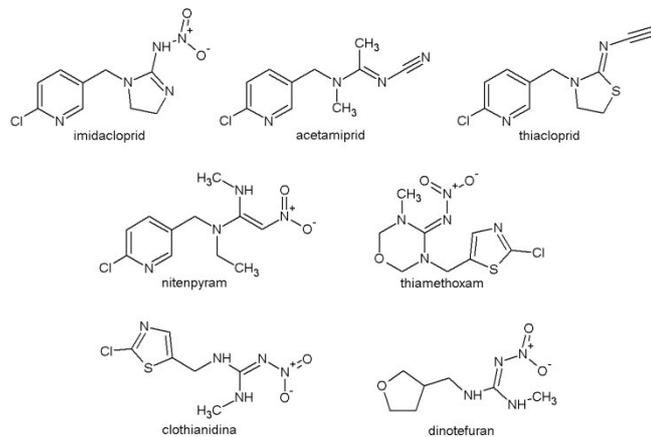
Os neonicotinóides possuem risco de intoxicação potencialmente menor que outros grupos químicos de inseticidas como os organofosforados e carbamatos, sobretudo em mamíferos e aves. Em 2008, o imidacloprido foi considerado o inseticida mais vendido no mundo (SIMON-DELSO et al., 2015)

2.4.1 Características químicas

Através de suas características físico-químicas, os neonicotinóides são inseticidas sistêmicos, fundamentais para combate de pragas que se alimentam de seivas de plantas sendo que este grupo químico possui propriedades de se translocarem nos tecidos das plantas.

O grupo nitro ou ciano, presentes nos inseticidas neonicotinóides, conferem toxicidade tóxica aos insetos, sendo o grupo químico nitro mais tóxico no princípio ativo imidacloprido. O grupo ciano apresentando uma toxicidade menor em abelhas, segundo Pereira (2010). Se situam no radical trans, sabendo-se que os isômeros Cis e Trans, carregam maior ou menor efetividade ou eficácia na ação dos inseticidas (SIMON-DELSO et al., 2015).

Figura 2.4 – Princípios ativos do grupo Neonicotinóides



Fonte: DIDACFORNER, 2015. Disponível em: <http://didacforner.net/neonicotinoides-y-la-desaparicion-de-la-abejas/>. Acesso em 20 de julho de 2017.

2.4.2 Modo de ação e toxicologia

Neonicotinóides imitam a ação de neurotransmissores, enquanto fipronil inibe os receptores neuronais. Ao fazer isso, eles continuamente estimulam neurônios levando em última análise à morte de invertebrados alvo. Como praticamente todos os inseticidas, estes também podem ter impactos letais e subletais em organismos não-alvo, incluindo predadores de insetos e vertebrados.

O modo de ação deste grupo inseticida é igualmente comum a grupos químicos de inseticidas já citados, agindo na região da sinapse promovendo a inibição da enzima acetilcolina, e nos neonicotinóides especificamente nas nAChRs, que são receptores de acetilcolina nicotínicos, proteínas receptoras que respondem ao neurotransmissor acetilcolina. São afetados de forma seletiva os insetos, em relação aos mamíferos, por exemplo. As diferenças nas propriedades e na estrutura das subunidades entre insetos e nAChRs de mamíferos, explicam em parte a alta seletividade de neonicotinóides à artrópodes (TOMIZAWA, CASIDA 2003).

2.5 Inseticida fenilpirazol

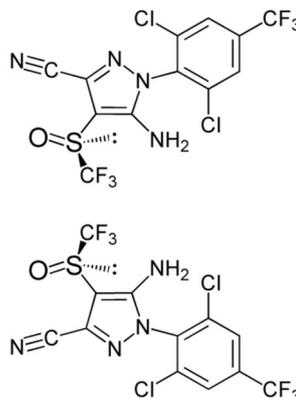
Os inseticidas do grupo químico fenilpirazol são muito utilizados atualmente, considerados como uma excelente opção para controle de artrópodes resistentes a outros inseticidas de outros inúmeros grupos químicos tais como piretróides, organofosforados, carbamatos (COSTA, 2015). O princípio ativo principal do fenilpirazol é o fipronil, introduzido no mercado mundial em 1990.

Como opção aos demais grupos químicos de inseticidas, agem fundamentalmente evitando tolerância genética nos insetos devido ao uso abusivo e indiscriminado de inseticidas, forçando o inseto-alvo a se adaptar à ação tóxica do produto ora aplicado. O princípio ativo do grupo químico fenilpirazol, através da rotatividade de produtos no controle destes insetos, instituiu um mecanismo de ação tóxica deste grupo químico agindo em sítios diferentes no inseto, conseguindo reverter a tolerância do inseto-alvo.

2.5.1 Características químicas

O fenilpirazol é composto por aminas aromáticas e heterocíclicas.

Figura 2.5 – Fórmula estrutural de enantiómeros do fipronil



Fonte: Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fipronil>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

2.5.2 Modo de ação e toxicologia

Os fenilpirazóis bloqueiam canais de cloro na membrana neuronal agindo sobre o receptor do GABA. Dessa forma não há inibição normal do impulso nervoso causando hiperexcitação, paralisia e morte do inseto (CONNELY, 2001).

O GABA, normalmente, permite um aumento na permeabilidade da membrana aos íons de cloro para dentro da célula nervosa, o que desencadeia o mecanismo de retorno ao repouso do sistema nervoso após ser excitado. O fenilpirazol afeta este mecanismo, impedindo a entrada destes íons de Cl^- no neurônio, e assim antagonizando o efeito de retorno ao repouso promovido pela GABA, bloqueando esta ação inibitória, ocasionando a hiperexcitabilidade do sistema nervoso dos insetos (MATIAS, 2016).

2.6 Rota de biodegradação de pesticidas

Os pesticidas de uma forma geral possuem rotas de degradação específicas, sendo umas mais lentas e outras em tempo mais curto, dependendo do grupo químico, dos princípios ativos e ou ainda do meio em que são utilizados, seja o meio urbano ou rural.

Em área agrícola, os pesticidas utilizados para combate a insetos e outras pragas agrícolas contaminam o solo, pois apenas 0,1% atingem a praga-alvo, e os demais 99,9% destes produtos escorrem superficialmente ou penetram nas camadas de solo, contaminando os recursos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos, pois tais recursos agem como integração de processos biogeoquímicos de qualquer região (RIBEIRO, LOURENCETTI et al., 2007).

Em ambiente urbano, tais pesticidas possuem o potencial de contaminar qualquer corpo receptor, além do risco de contaminação ambiental e de pessoas.

Há ainda outros pesticidas como o conhecido DDT, que por ser bioacumulativo, possui uma persistência bem maior no meio ambiente.

De acordo com (COUTINHO et al., 2006), no meio agrícola ou rural, os pesticidas, sejam eles herbicidas ou inseticidas, podem ser degradados por:

- Degradação microbiana presentes no solo (herbicidas do grupo dos aminoácidos fosfonados – glifosato por exemplo);
- Biodegradações aeróbia e anaeróbia no solo (herbicidas do grupo Benzenaminas – Pendimetalina por exemplo);
- Hidrólise química seguida por biodegradação igualmente presente no solo (inseticida do grupo químico organofosforados – diclorvóis por exemplo, e herbicidas do grupo da triazinas – atrazina por exemplo);
- Degradação lenta em água e sedimentos em condição anaeróbia (inseticida do grupo químico fenilpirazol – fipronil, por exemplo).

Ainda (COUTINHO et al., 2006), afirma:

Em relação à degradação, a rota mais importante para o desaparecimento dos herbicidas glifosato e atrazina, além do inseticida fenitrotion é a biodegradação. Fipronil, moderadamente persistente no ambiente, é degradado pela luz (fotodegradação). Para a Pendimetalina, tantos os microrganismos, quanto à luz, são responsáveis pelo desaparecimento desse composto.

Alguns fungos marinhos da linhagem da ascídia *Didemnum ligulum*, mesmo não se desenvolvendo ao ser intoxicado pelo pesticida pentaclorofenol, adquirem resistência ao pesticida e podem promover a degradação do mesmo em determinadas concentrações (VACONDIO, 2014).

Como pode-se observar, há inúmeras possibilidades de atenuação natural ou biodegradação de pesticidas, merecendo um constante aprofundamento através de mais pesquisas, buscando um maior entendimento sobre o tema.

3. EFLUENTES

Efluente, do latim *Effluens* (FIGUEIREDO, 1937), é um resíduo na forma líquida, originado de um processo industrial por exemplo. No presente caso em estudo, o efluente é gerado pela tríplice lavagem de frascos de pesticidas, e/ou de equipamentos usados para aplicação destes produtos, também chamados de inseticidas, utilizados no controle de pragas e vetores em ambiente urbano.

Devido a questões relacionadas a implicações legais e ambientais, estes efluentes devem possuir determinadas características qualitativas e quantitativas. Para isso alguns parâmetros físico-químicos são mensurados, medidos e comparados com a legislação pertinente, objetivando dessa forma que o descarte deste efluente num determinado corpo receptor, seja feito de forma que ocorra um menor impacto poluidor.

3.1 Geração de efluente

Este trabalho é desenvolvido a partir da necessidade de se buscar um tratamento efetivo para os efluentes gerados por tríplice lavagem de frascos e equipamentos que, ou armazenam em seu frasco original ou que utilizam estes inseticidas para controle de pragas e vetores em ambiente urbano. Neste tipo de ambiente especificamente é essencial o provimento de informação para minimizar os riscos de contaminação inerente a geração e descarte atual deste efluente.

3.1.1 Embasamento legal para a geração deste efluente

A norma NBR ABNT 13968 de 1997 determina em seus procedimentos que as embalagens de produtos agrotóxicos, similares aos produtos saneantes desinfestantes, como são os produtos inseticidas destinados ao controle de pragas

que as embalagens laváveis destes inseticidas devem realizar a tríplice lavagem e que seus em ambiente urbano pela ANVISA, devem sofrer a tríplice lavagem. Para cada lavagem, deverá ser utilizado 25 % do volume do recipiente e embora a referida NBR não cite os equipamentos, fica evidente que um determinado equipamento que foi utilizado para aplicar um produto inseticida, deve sofrer igualmente o mesmo processo de tríplice lavagem, gerando por sua vez um efluente com potencial risco de poluição ambiental.

As legislações específicas para este tipo de tratamento no Brasil são pouco específicas e mesmo carecem de maior embasamento técnico/prático. A RDC 52 da ANVISA de 2000, em seu artigo 19º estabelece efluentes devem ser aproveitados para o preparo de calda inseticida, ou inativados.

Quanto à possibilidade de reaproveitamento deste efluente para o preparo de calda inseticida, importante ressaltar que nesta calda já há a presença do princípio ativo do frasco do inseticida alvo desta tríplice lavagem, mesmo diluído pelo processo. Ao ser utilizado como calda para uma nova diluição, será adicionado preferencialmente o mesmo produto/marca comercial mais uma determinada quantidade deste produto, muito provavelmente em dosagens máximas permitidas. Essa calda resultante terá seguramente uma concentração deste princípio ativo maior que o aconselhável pelo próprio fabricante, e até mesmo definido superior àquele limite como concentração de princípio ativo na calda pelo órgão sanitário e ambiental responsável pelo credenciamento, controle e fiscalização de empresas especializadas, em controle de praga e vetores urbanos. Dessa forma, pode-se documentar o potencial risco de contaminação do operador/aplicador do produto, além da contaminação do próprio ambiente em que as pessoas circulam e utilizam.

Em relação ao efluente ser inativado, a legislação não define nenhum tipo de tratamento específico para o mesmo.

Outras legislações e órgãos competentes no Brasil possuem o mesmo entendimento expresso pela RDC 52, como é o caso do INEA (Instituto Estadual do Ambiente no Rio de Janeiro), além do Centro de Vigilância Sanitária do estado de São Paulo.

3.1.2 Efluentes gerados por empresas profissionais de controle de pragas e vetores em ambiente urbano

Segundo a análise setorial PHCFOCO exercício de 2016, há no Brasil atualmente 4507 empresas profissionais de controle de pragas e vetores em ambiente urbano legalmente registradas por órgãos sanitários e ambientais competentes. Há ainda 4.045 MEI's (Microempreendedor individual), sendo ambas as personalidades jurídicas com o CNAE 8122-2. Consumiram aproximadamente 100,2 milhões de litros de calda inseticidas no exercício de 2016, gerando $\frac{3}{4}$ deste volume em efluente oriundo da tríplice lavagem (conforme norma ABNT 13968 de 1997 detalhada no item 3.1.1 deste estudo), aproximadamente 75,15 milhões de litros. Os inseticidas produzidos são dos mais diversos grupos químicos, sejam piretróides, organofosforados, carbamatos, neonicotinóides, fenilirazol, e outros e podem gerar inúmeros tipos de reações químicas ou físicas reativas que dependem do corpo receptor que receberá estes efluentes em regiões de nosso país que possui, ou não, uma rede coletora de esgotos, sejam comerciais ou industriais. Os problemas e as dúvidas são muitos. A ausência de um modelo legal funcional para este tipo de efluente é claramente constatado.

A legislação que se refere ao processo de tríplice lavagem, mesmo com as restrições já mencionadas, deve considerar as normas de segurança do trabalho pertinentes e necessárias para cumprir estas exigências legais, evitando risco ocupacional. Cabe ao empregador a identificação dos riscos químicos inerentes a este processo, definição, entrega e fiscalização do uso dos EPI's, bem como a conscientização do trabalhador em usá-los.

3.2 Caracterização do efluente originado por produtos saneantes desinfestantes

A geração deste efluente ocorre baseada na tríplice lavagem de embalagens e equipamentos utilizados para armazenamento e aplicação de produtos usados para

controle de pragas e vetores em ambiente urbano, como determina a norma ABNT 13968 de 1997.

Não obstante, deve-se verificar a importância da mitigação de quaisquer impactos ambientais decorrentes, inclusive como potencial risco de contaminação de profissionais e outras pessoas que se utilizam destes serviços, igualmente de alimentos ou outros bens que necessitam desta ação, bem como o meio ambiente que pode ser contaminado pela ação proveniente desta atividade, através de seus resíduos gerados.

O Impacto destes efluentes devem ser tratados e controlados, favorecendo sobre última análise, uma melhor condição de vida neste ambiente, seja no tratamento de águas e esgotos (CAMARA NETO, 2000).

3.2.1 Aspectos legais relacionados ao descarte este efluente originado por produtos saneantes desinfestantes

Todos os inseticidas denominados por saneantes desinfestante, presentes na seção III, artigo 4º, item XI da RDC 52 da ANVISA, são definidos como:

Produtos registrados na Anvisa, destinados à desinfestação de ambientes urbanos, sejam eles residenciais, coletivos, públicos ou privados, que matam, inativam ou repelem organismos indesejáveis no ambiente, sobre objetos, superfícies inanimadas, ou em plantas. Incluem-se neste conceito os termos "inseticidas", "reguladores de crescimento", "rodenticidas", "moluscicidas" e "repelentes".

Dessa forma somente produtos registrados pela ANVISA, para controle de pragas em ambiente urbano, especialmente alguns grupos químicos tais como piretróides, organofosforados, carbamatos, neonicotinóides e fenilpirazol, representam atualmente a maioria dos inseticidas passíveis de geração de efluentes pelo processo de tríplice lavagem orientado pela norma ABNT 13968 de 1997 e que serão objeto deste trabalho.

A condição de descarte deste efluente, também citados pela RDC 52 da ANVISA, além de outras legislações na esfera estadual e municipal, orienta sobre a necessidade da "inativação". Em relação as condições e padrões para lançamento de

efluente deve-se minimamente atender a Resolução CONAMA 357 de 2005, além da Resolução CONAMA 430 de 2011. No Rio de Janeiro, a DZ 205-R6, além da NT 202 R10, são normas que também definem limites de alguns parâmetros, para posterior descarte de efluente, conforme **Tabela 3.1** com os parâmetros para as legislações citadas.

Tabela 3.1 – Legislações referentes às condições e padrões de lançamento de efluente

PARÂMETRO	UNIDADE	LEGISLAÇÕES DE REFERENCIA					
		RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430 de 2011		DIRETRIZ 205 R6 - INEA RJ		NORMA TÉCNICA 202 R10 - INEA RJ	
		Valor	Item	Valor	Item	Valor	Item
pH	NA	Entre 5 e 9	Art. 16, I	NI	NI	Entre 5 e 9	4.1
Temperatura	°C	Inferior a 40	Art. 16, I	NI	NI	Inferior a 40	4.2
Ferro dissolvido	mg / L Fe	Valor máximo - 15	Art. 16, II	NI	NI	Valor máximo - 15	4.7.11
Alumínio Total	mg / L Al	NI	NI	NI	NI	Valor máximo - 3,0	4.7.1
DQO	mg / L O ₂	NI	NI	Valor máximo - 175	6.2.1	NI	NI
Pesticidas Organofosforados	mg / L	NI	NI	NI	NI	Valor máximo - 0,1	4.7.26

NI - Não Informado

NA - Não Aplicado

Constata-se que, as legislações específicas para o setor de adequação dos efluentes provenientes dos sistemas de controle de pragas urbanas tratam este assunto de forma incipiente. E alguns casos, como na RDC 52, recomendam-se o reuso de calda ou a neutralização, sem sequer definir um tratamento ou mesmo os parâmetros de lançamento destes efluentes.

As legislações estaduais, como por exemplo, o INEA, no estado do Rio de Janeiro, através de uma condicionante na licença para execução dos serviços de controle de pragas e vetores em ambiente urbano, concedida por tal órgão às empresas profissionais de controle de pragas licenciadas neste estado, impõe a estas empresas o reuso da calda oriunda da tríplice lavagem.

O reuso desta calda possui como resíduo uma determinada quantidade do princípio ativo presente neste efluente originado da tríplice lavagem e, ao ser reutilizado conforme orientações de diluição do fabricante, sua concentração final será superior ao determinado pelo próprio fabricante, e como consequência o risco potencial de contaminação ocupacional, de alimentos ou mesmo ambiental pela superdosagem deste produto, quando de sua aplicação no ambiente urbano.

É fundamental que dispositivos legais, seja nas esferas federal, estadual ou municipal propiciem uma solução comprovada cientificamente sobre a remoção desta potencial carga poluidora, aumentando o risco de contaminação ambiental.

Há premente necessidade de se efetuarem mais estudos científicos para melhor qualificar e quantificar este efluente, buscando maior conhecimento sobre esse. Dessa forma seria possível indicar metodologia para adequação e/ou tratamento, subsidiando o legislador quanto a elaboração de dispositivos legais que contribuam para de fato se obter uma solução mais adequada para tal problema.

3.2.2 Principais parâmetros de análise do efluente

Sob a luz das Resoluções CONAMA 357 de 2005 e 430 de 2011, para o tratamento do efluente oriundo de inseticidas usados em ambientes urbanos, é

necessário avaliar-se os seguintes parâmetros: Ferro dissolvido, alumínio dissolvido, pH e temperatura.

A DZ 205.R-6 do INEA do Rio de Janeiro, também normatiza o parâmetro de DQO, enquanto que a NT R10 deste mesmo órgão abrange os parâmetros pH, temperatura, ferro, alumínio e quantificação de pesticidas, conforme explicitado na Tabela 3.1.

Outros parâmetros físicos como SST e SSV, são igualmente fundamentais para o processo eletrolítico.

Tais parâmetros deverão ser monitorados, quantificados e comparados com os limites definidos pelas Resoluções citadas, de forma que os efluentes possam ser lançados no corpo receptor sem maiores riscos de poluição que ultrapasse as condições do referido corpo receptor.

3.2.3 Princípio ativo

O decreto 4.074 de 2002, define princípio ativo, ou ingrediente ativo como um agente químico, físico ou biológico que confere eficácia ao inseticida, seja agrotóxico (cujo termo remete aos produtos de uso exclusivamente agrícolas e regulamentados pelo Ministério da Agricultura), seja inseticida utilizado em ambiente urbano, relacionados a produtos com uso exclusivo em ambientes urbanos e regulamentados pelo Ministério da Saúde.

Deve ser salientado que é o princípio ativo ou ingrediente ativo do inseticida comercial que efetivamente eliminará a praga-alvo. Contudo, também está presente neste produto outros aditivos que conferirão características como estabilidade, residualidade, pontencialização dos efeitos tóxicos aos insetos, tais como adjuvantes, emulsificantes, estabilizantes, tensoativos, solventes, e outros.

3.2.4 DQO – Demanda química de oxigênio

A DQO é um método indireto para medição da matéria orgânica, pois trata-se da verificação / mensuração da quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial, portanto este parâmetro é indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais (BILA, 2015).

A DQO muito elevada indica maior quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas no meio.

3.2.5 Ferro

O ferro dissolvido é parâmetro previsto e com limites definidos nas Resoluções CONAMA, tanto a de nº 357 de 2005 quanto a de nº 430 de 2011. Isso ocorre em função dos aspectos relacionados às análises de potabilidade de água, de efluentes sanitários / industriais, não estando presente naturalmente em efluentes originados exclusivamente da tríplice lavagem de frascos e equipamentos de inseticidas. Contudo, pelo processo eletrolítico, através do desgaste da placa de ferro, parte integrante do reator eletrolítico, tal parâmetro deve ser medido e comparado com a legislação citada.

3.2.6 Alumínio

De maneira similar ao ferro, é um parâmetro que deve ser analisado para potabilidade de água, como também para descarte de efluentes.

Além das placas de ferro e placas de alumínio, integram o processo eletrolítico podendo ocorrer desgaste e promover a sua presença no efluente tratado através da eletrólise. Faz-se necessário, portanto, sua análise e comparação com legislações específicas que limitam suas concentrações no efluente.

3.2.7 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH indica acidez, neutralidade ou a alcalinidade de uma solução aquosa, tratando-se de um indicador de qualidade do meio ambiente. O pH presente num determinado efluente poderá influenciar outros parâmetros presentes no corpo receptor.

A análise do pH é largamente aplicada por ele influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas e efluentes. Trata-se de variável significante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental, destacando sua influência sobre os ecossistemas aquáticos naturais, devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies.

Também seu efeito indireto é de grande valor, podendo em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (BILA, 2015).

Desta forma são estabelecidas as restrições de faixas de pH a serem atingidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pelas legislações estaduais como a dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, etc.

3.2.8 Temperatura

É a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou °C. A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como por exemplo, termômetro ou sensor. É um parâmetro fundamental na análise do pH e da condutividade, uma vez que a variação de temperatura, (que tem como 25° C seu padrão), influencia diretamente nestas análises (BILA, 2015).

A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas. A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. À medida que a temperatura aumenta, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2009).

A temperatura em corpos de água afetam os organismos aquáticos devido a estes possuírem limites de tolerância térmica, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, podendo promover a postura de ovos e condições ideais à proliferação de inúmeros organismos, desde peixes, plantas aquáticas, até insetos com importância na saúde pública.

3.2.9 Análise qualitativa e quantitativa de inseticidas

A cromatografia é um método físico de separação baseado na migração diferencial dos componentes de uma amostra distribuídas em duas fases, uma fase estacionária (adsorvente) e uma fase móvel (eluente).

Sobre o prisma deste trabalho, essa análise objetiva qualificar e quantificar os princípios ativos contidos em fase anterior e posterior ao tratamento da eletrocoagulação visando examinar a variação quantitativa destes.

3.2.10 Sólidos

Os sólidos nas águas se referem a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado.

De uma forma geral, os procedimentos de secagem, calcinação e filtração são os que definem as diversas frações de sólidos presentes na água, quer sejam sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis.

Para efeito de estudos de controle de poluição das águas naturais, principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos). Este quadro não deve ser encarado como definitivo para se entender o comportamento da água em questão, mas constitui-se em uma informação preliminar importante (CETESB, 2009).

Para sistema de tratamento de esgotos, alguns sólidos possuem grande relevância para estimar a concentração de micro-organismos decompositores em matéria orgânica, tanto em processos biológicos aeróbios quanto processos anaeróbios. Quanto aos recursos hídricos, os sólidos podem influenciar e impactar negativamente à biota, causando danos aos peixes. Estes podem sedimentar nos leitos dos rios, contribuindo para a redução ou erradicação de organismos que fornecem alimentos a esta fauna

3.3 Modelos de tratamento de efluentes gerados por inseticidas

No que se refere ao efluente gerado pelo manejo desses pesticidas, atualmente há pouca informação científica especificamente sobre modelos de tratamentos dos pesticidas utilizados, especialmente, em áreas urbanas.

No entanto, há inúmeros modelos possíveis de tratamentos destinados a remover pesticidas de efluentes. Os que serão citados a seguir possui potencial efetivo de uso em ambiente urbano, respaldado pela sua adaptabilidade a este ambiente.

3.3.1 Uso de radiação ionizante

A radiação ionizante promove a modificação estrutural da água, ou uma dissociação, levando as moléculas de H_2O a um estado muito excitado, propiciando a formação de radicais hidróxido ($\bullet OH$) por exemplo. Este radical favorece um processo de oxidação avançado podendo reagir indistintamente com compostos orgânicos, o que faz dessa tecnologia uma alternativa para remoção de pesticidas.

A radiação utilizada pode ser dos raios gama. Cabe destacar que para alguns casos a dissociação de pesticidas não pode ser utilizada para obtenção de água para fins nobres, como água potável, pois há casos que os produtos da radiólise (dissociação) podem ser tão tóxicos quanto os produtos de origem. Contudo também há casos que os produtos são idênticos aos processos biológicos (MORI et al., 2005). Há, portanto, uma necessidade de maior aprofundamento no que diz respeito ao uso desta radiação.

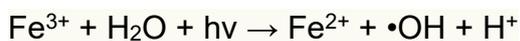
3.3.2 Processo foto-Fenton

O processo foto-Fenton é um processo viável e relativamente de fácil disponibilidade para tratamento de efluentes gerados por pesticidas, pois basicamente necessita de sais de ferro, H_2O_2 e irradiação solar.

O processo de foto-Fenton pode ser utilizado por exemplo na remediação de efluentes gerados oriundos de contaminação por herbicidas. Trata-se de produtos específicos para o controle de ervas daninhas de relativa importância na agricultura,

mas que também podem ser aplicados em ambientes urbanos como no controle de vegetação em rodovias, linhas de transmissão elétricas, linhas ferroviárias.

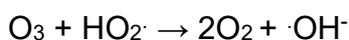
Este método, além da vantagem relacionada ao baixo custo, possui uma alta eficiência de gerar radicais hidróxido ($\cdot\text{OH}$) durante a degradação do H_2O_2 , catalisada por Fe^{2+} , em meio ácido, e da radiação solar (UV visível), conforme as reações descritas na **Equação (01)**. Em função da alta capacidade de redução, o radical hidroxila consegue oxidar inúmeros compostos orgânicos e, ao final do processo, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é consumido pelo processo e os íons de ferro, sendo precipitados por elevação de pH (TROVÓ, 2005).



É importante a escolha da fonte de ferro, pois esta pode influenciar no processo de mineralização, conversão de carbono orgânico a CO_2 , do pesticida ora tratado.

3.3.3 Uso de um sistema de oxidação por ozônio (POA)

Dentre os procedimentos que apresentam maior eficiência para tratamento de efluentes, sobretudo efluente de natureza orgânica como os pesticidas, está a utilização do POA. Como em outros processos, o POA se baseia na geração de OH^- como uma substância com elevado potencial oxidativo, dentre eles está o O_3 , reagindo de forma direta (eletrofílica ou por cicloadição) ou indireta através do radical livre OH^- (FREIRE, et al., 1999), formado pela decomposição do O_3 , conforme reação explicitada na **Equação (02)** abaixo:



A reação indireta é mais eficiente devido ao potencial de oxidação do OH^- ($E^\circ = +3,06 \text{ V}$) ser maior que o ozônio molecular ($E^\circ = +2,07 \text{ V}$) (FREIRE et al., 1999).

O O_3 , enquanto gás, possuindo grande instabilidade e com características de ser levemente solúvel em água, destaca-se pelo seu elevado poder oxidante, se comparado com outros produtos comerciais. Suas reações em soluções aquosas com compostos orgânicos podem reagir de forma direta envolvendo o ozônio molecular, ou de forma indireta através da ação de radicais hidroxila e, ambos os mecanismos de ação do ozônio competem pelo composto a ser oxidado (FURTADO, 2012).

3.3.4 Adsorção

A adsorção é a capacidade de um determinado fluido de aderir, ou se transferir (adsorbato), a uma superfície sólida (adsorvente), podendo ocorrer por mecanismos físicos ou químicos.

A adsorção física ocorre em função das forças intermoleculares entre o adsorbato e adsorvente, ou entre o fluido e a superfície sólida, fazendo com que as moléculas deste fluido adiram à superfície do sólido, até que seja promovido um equilíbrio com o restante deste fluido.

Já a adsorção química ou quimissorção, leva-se em consideração as interações químicas entre o fluido e o sólido havendo a transferência de elétrons equivalente à formação de ligações químicas entre o fluido e o adsorvente.

A adsorção pode ser influenciada por vários fatores tais como o pH, a estrutura molecular ou a natureza do sólido, e a temperatura, além obviamente do diâmetro molecular do fluido, ou adsorbato. Estes possuem tamanhos menores e por conseguinte facilidade de se difundir para o interior do adsorvente, e consecutivamente de serem adsorvidos (MEZZARI, 2002).

Existem inúmeros trabalhos que tratam da capacidade de adsorção de efluentes contaminados por pesticidas, levando em consideração a porosidade do adsorvente, bem como a estrutura molecular do adsorbato, possuindo eficácia no processo, baseada nas características deste efluente, que ditarão a capacidade de remoção destes pesticidas.

3.3.5 Processo eletrolítico

Este processo promove uma dissociação iônica pela passagem de corrente elétrica no efluente tratado. A propriedade físico-química caracteriza neste meio aquoso uma dissociação de determinadas moléculas, promovendo uma separação irreversível, permitindo a separação de resíduos da água neste processo (RODRIGUEZ, 2008).

A passagem de corrente elétrica no efluente a ser tratado é fomentado por um reator eletrolítico formado por placas intercaladas, normalmente de ferro e alumínio, conectadas ao meio aquoso. Os polos positivos (catodo) e negativos (anodo) são fixados em uma destas placas, causando seu desgaste, desenvolvendo maior favorecimento de condutividade elétrica no meio. Para aumentar a condutividade é adicionado ao efluente a ser tratado um sal, propiciando maior eficácia na dissociação iônica das moléculas presentes no efluente.

Inúmeros fatores como pH, temperatura, condutividade, dentre outros influenciam o tratamento. Há atualmente inúmeras pesquisas científicas sobre este processo, nas quais são relatados modelos de tratamento de vários efluentes distintos com sucesso.

O processo eletrolítico foi adotado pelo presente estudo devido a pluralidade de tratamentos em efluentes distintos, conforme apresentado na **Tabela 4.1**.

4. TRATAMENTO ELETROLÍTICO DE EFLUENTES – REFERENCIAL TEÓRICO

Desde o final do século XIX, o processo eletrolítico vem sendo utilizado para tratamento de efluentes, sendo que nas últimas décadas este tratamento tem sido muito utilizado, sobretudo em efluentes industriais, considerado um tratamento promissor (SINOTI, 2004).

4.1 Aspectos gerais

O processo eletrolítico possui como um de seus mecanismos eletroquímicos a eletrocoagulação. Este mecanismo é importante para o tratamento de efluentes industriais por sua ação de “oxidação de compostos, substituição iônica entre eletrólitos inorgânicos e os sais orgânicos, com a consequente redução da matéria orgânica dissolvida na solução” (GIORDANO, 1996).

Os mecanismos de eletroxidação e eletrorredução aplicam-se na redução de compostos solúveis em água, tanto na eletroflotação quanto na eletrocoagulação, empregando-se na remoção de materiais em suspensão (GIORDANO, 1999) e são eficazes como sistemas de tratamentos para essa tipologia de efluentes.

Os modelos de tratamento convencionais utilizam processos que envolvem a adição de agentes coagulantes ou floculantes como os polieletrólitos ou eletrólitos como polímeros, sais de ferro ou alumínio. Os efluentes tratados com algumas espécies de polímeros apresentam toxicidade à biota do corpo receptor, mesmo em baixa quantidade.

Inúmeros autores desenvolveram pesquisas validando a atuação do processo eletrolítico em áreas distintas, removendo poluentes ou mesmo alterando parâmetros físicos e químicos com potencial poluidor. **Tabela 4.1.**

Tabela 4.1 – Relação de diferentes tratamentos pelo processo eletrolítico

TRATAMENTO PELO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
Controle de poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos em balneário.	GIORDANO, 1999.
Tratamento de água potável.	NETTO, 1985.
Tratamento para águas oleosas.	(MCKENA, 1973, apud DELGADILLO, 1991, p. 11).
Estudo sobre a eletrocoagulação para efluente de uma indústria de processamento de carne.	BECK et.al.(1974).
Estudo sobre a eletrocoagulação dos efluentes de um abatedouro de gado.	LORNE, 1980.(apud DELGADILLO, 1991, p. 16).
Tratamento eletrolítico associado à tecnologia da Flotação por ar difuso para a remoção de óleo do efluente da <i>Ford Motor Company</i> .	OBLINGER et al, 1986.
Tratamento eletrolítico usando eletrodos de alumínio seguidos de processo biológico com lodo ativado que foi denominado tratamento eletrobiológico.	PANDIT, 1987. (apud DELGADILLO, 1991, p. 8).
Tratamento de esgotos.	(BEZERRIL e WIELD, 1985 a)
Remoção de sólidos em suspensão de efluente de indústria de papel por eletroflotação.	FERREIRA, 2006.
Remoção eletroquímica de íons fluoreto em efluente industrial.	SHEN et al, 2003.
Eletrofloculação para a remoção do arsênio da água.	KUMAR et al, 2004.

Tabela 4.1 (Continuação)

TRATAMENTO PELO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
Eletrofloculação em efluente de indústria alimentícia.	BARRERA-DIAZ et al, 2006.
Processo eletrolítico no tratamento de esgotos sanitários.	SINOTI, 2004.
Avaliação do processo eletrolítico em batelada para tratamento efluente de indústria têxtil.	KIM et al, 2002.
Tratamento de efluente por eletrolise: Estudo de caso para efluente têxtil.	GILI, 2015.
Remoção de zinco, cobre, níquel, prata e cromo pelo processo de eletrocoagulação com eletrodos de alumínio.	HEIDMANN; CALMANO 2008.

Há desenvolvimento de vários tratamentos com reatores eletroquímicos para a descontaminação de diversos efluentes industriais, nos quais este processo consiste na chamada eletrocoagulação, ou eletroflotação, ou mesmo eletrofloculação (GILI, 2015).

O método da eletrocoagulação foi utilizado para remoção de pesticidas, tais como os princípios ativos malathion, imidacloprido e clorpirifóis (ABDEL-GAWAD et al., 2012), ou ainda como referido no trabalho de (BABU et al., 2011), que promoveu a remoção igualmente por eletrocoagulação para os pesticidas metelparation, atrazina e triazofóis.

A eletrocoagulação é considerada um processo químico, no qual a passagem de uma corrente elétrica num determinado efluente promove diversas reações com o meio, removendo inclusive compostos coloidais, corantes e óleo/gordura, podendo ser considerado como um tratamento primário (GIORDANO, 2006).

Os mecanismos de eletrocoagulação e eletroflotação possuem relação intrínseca com a redução da matéria orgânica promovida pela corrosão dos eletrodos reativos através da passagem de corrente elétrica (RODRIGUEZ, 2008), sendo para este estudo, utilizados os eletrodos de ferro e alumínio.

Parâmetros como geometria das células, distância das placas, posição dos eletrodos, pH, temperatura, condutividade, tipo de agitação, tempo de retenção do efluente na câmara eletrolítica, influenciaram no processo (RODRIGUEZ, 2008).

O desgaste ou a corrosão do eletrodo promovida em sua superfície por reações químicas estimuladas pela diferença de potencial ora aplicada, denominado de eletrólise, retrata o consumo de eletricidade relacionada à quantidade total de substâncias reagidas explicadas pelas leis de Faraday (GIORDANO; BARBOSA FILHO 2000).

4.2 As leis da eletrólise ou as leis de Faraday

Eletrólise é uma reação não espontânea provocada pelo fornecimento de energia contínua e em intensidade suficiente para promover tal reação, como por um retificador de corrente, por exemplo, sendo distribuído tal corrente elétrica por eletrodos ao efluente, fazendo com que a eletrólise promova a dissociação de um composto iônico na solução aquosa, ou efluente.

As leis que regem a eletrólise são as leis que relacionam as massas das substâncias produzidas nos eletrodos e as quantidades de energia gastas na eletrólise. Essas leis foram estabelecidas pelo físico-químico inglês *Michael Faraday*, que dizia em sua obra: “Agora é maravilhoso observar quão pequena uma quantidade de um corpo composto é decomposta por uma certa porção de eletricidade” (FARADAY, 1834), em seu trabalho *Experimental Researches in Electricity. Seventh Series*.

De acordo com WIENDL (1998), a primeira lei da eletrólise cita que: “A massa da substância desprendida (decomposta ou liberada, que reage ou se forma) em um eletrodo é diretamente proporcional à carga elétrica que atravessa a solução”. Revela a **Fórmula (03)**.

$$M = \alpha \cdot C = \alpha \cdot i \cdot t$$

(03)

Onde:

M = massa da substância (gramas)

i = Intensidade da corrente contínua (ampéres)

t = Tempo de eletrólise (segundos)

C = carga elétrica (Coulomb)

α = Equivalente eletroquímico da substância (grama / Coulomb)

Já a segunda lei da eletrólise diz: “A massa (M) da substância desprendida em um eletrodo é diretamente proporcional (K^*) ao equivalente químico (m) dessa substância”, determinada pela **Fórmula (04)**.

Assim:

$$M = K^* \cdot (m) \quad (04)$$

4.3 A arquitetura do processo eletrolítico

O processo eletrolítico, resumidamente, consiste no tratamento de um efluente através de um processo de natureza eletroquímica promovido por um reator eletrolítico, composto por placas intercaladas de alumínio e ferro, ora denominados eletrodos com carga positiva, também chamado de catodo, e outra com carga negativa, ou anodo (GIORDANO; BARBOSA, FILHO 2000).

O efluente submetido a este processo fica contido num conjunto caixa acrílica e reator eletrolítico, com condutividade elétrica aumentada, viabilizando de uma maneira ideal a passagem da corrente elétrica contínua, promovendo através de um retificador de corrente, por intermédio da adição de um sal, com reações *in situ* pela dissolução de íons metálicos, com geração de coagulante e posterior eletrocoagulação, possuindo o potencial de reduzir a quantidade de matéria orgânica (GIORDANO; BARBOSA, FILHO 2000), ou compostos orgânicos, como em casos dos efluentes oriundos de pesticidas dissolvidas na solução.

Nos próximos itens, serão discutidos de uma forma mais aprofundada todas estas etapas.

4.3.1 Reator eletrolítico

O reator eletrolítico, conforme a **figura 4.1** a seguir, é composto por placas ou eletrodos, normalmente de ferro e alumínio dispostas alternadamente, interligadas por hastes, arruelas e porcas de aço, mantendo determinada distância entre as placas, onde nesta pesquisa a distância é de 1,8 cm. Esse equipamento utilizado é o ideal para promoção de eletrocoagulação e eletrofloculação (SINOTI, 2004).

Figura 4.1 – Caixa acrílica e conjunto de placas ou eletrodos (ferro e alumínio) – reator eletrolítico



A arquitetura do eletrodo é fundamental para o processo eletrolítico, sendo relevantes definir os tipos de eletrodos, sua distância e o material quanto a sua constituição.

Os eletrodos, ou as placas intercaladas de materiais distintos, que recebem alternadamente as cargas elétricas positivas (catodo) e negativas (anodo) promovem a dissociação dos compostos iônicos, presentes no efluente a ser tratado, ocorrendo a eletrocoagulação, para este mecanismo eletroquímico, prioritariamente estas placas

devem ser constituídas por ferro e alumínio (GIORDANO; BARBOSA FILHO 2000; SINOTI, 2004), com algumas vantagens e desvantagens para ambos os materiais.

Os eletrodos podem ser reativos ou inertes (SINOTI, 2004). São reativos ou ativos quando este eletrodo reage com o efluente, mediante a corrente elétrica sofrendo uma redução ou oxidação. Já no caso dos eletrodos inertes, ocorre a eletrólise ígnea, e os eletrodos não participam da reação, somente conduzem a corrente elétrica.

O uso de placas de ferro e alumínio é também bastante comum devido a diversos fatores como o de promover a formação de coloides, possui baixo custo de substituição, baixa reatividade, baixa toxidez, dentre outros (GILI, 2015)

Devido a possível presença de Fe^{2+} e Fe^{3+} , oriundo do processo eletrolítico com o eletrodo de ferro, a cor do afluente pode ficar desde verde à amarelo forte durante o processo. Já com o eletrodo de alumínio, o efluente fica claro e estável, não apresentando coloração residual (FERREIRA, 2013).

Os eletrodos de alumínio possuem desvantagens no que tange a sua dissociação em função da eletrólise, quando este for o agente coagulante pelo desgaste desta placa, pois introduz um componente de toxidez, sendo preteridos por agente coagulante associado a ferro (RODRIGUEZ, 2008).

Abaixo, a **figura 4.2**, apresenta os eletrodos de ferro e alumínio utilizados neste trabalho.

Figura 4.2 – Placas (eletrodos) de ferro e alumínio



- Distância entre eletrodos

A distância influencia o processo pois se for muito grande, pode ocorrer perda de energia por dissipação, promovendo um aumento da diferença de potencial (GIORDANO, 1999), influenciando nas reações oriundas da eletrólise (GIORDANO; BARBOSA FILHO 2000).

- Material do eletrodo

Considerando os distintos processos de eletrocoagulação e eletroflotação, os eletrodos de ferro e alumínio podem ser preteridos em relação a outros materiais em função do tratamento do efluente. No caso desta pesquisa, que eletrodos reativos são necessários, mas podem ser utilizados eletrodos de outros materiais como grafite, aço inox, titânio, etc., utilizados para reatores inertes (SINOTI, 2004).

4.3.2 Influência da condutividade elétrica no processo eletrolítico

O efluente a ser tratado deve possuir boa condutividade elétrica pois, se tiver baixa condutividade, inversamente proporcional será a sua resistividade, favorecendo um aumento da diferença de potencial (GIORDANO; BARBOSA, FILHO 2000), ocasionando a perda de energia pelo efeito Joule. Com a adição de um sal, aumenta-se a condutividade elétrica e, portanto, deduz-se valor de resistência da solução para um mesmo valor de voltagem (SINOTI, 2004), conforme demonstrado pela lei de Ohm, expressa na **Fórmula (05)** a seguir:

$$V = R \times I \quad (05)$$

Sendo:

V - Voltagem

R - Resistência

I - Corrente elétrica

4.3.3 Influência do potencial hidrogeniônico (pH) no processo eletrolítico

O pH pode influenciar o processo eletrolítico, dependendo da origem do efluente. GIORDANO (1999), verificou que “as melhores velocidades de reação são obtidas na faixa de pH entre 6,5 e 7,0” em uma pesquisa utilizando efluentes sanitários.

Já BABU (2011), no caso de efluentes oriundos de pesticidas conclui afirmando que o pH ótimo está em torno de 8,0, associando-o com a melhor eficiência de remoção do parâmetro DQO.

ABDEL-GAWAD (2012), em seu trabalho com remoção de pesticidas em efluente tratado por método eletroquímico, afirma que o pH inicial ótimo variou de 5 a 7.

Depreende-se, portanto, que o pH inicial para um efluente oriundo de pesticidas deve estar em torno de 7,0, com a possibilidade de se possuir um pH pós processo de eletrocoagulação, em torno de 8,0. Tais limites para este parâmetro são relevantes na análise dos resultados e discussão desta pesquisa.

4.3.4 Influência da temperatura no processo eletrolítico

O aumento da temperatura contribui para o acréscimo da eficiência de remoção, pois possibilita um igual aumento da movimentação dos íons produzidos, proporcionando a colisão destes com o coagulante formada (DANESHVAR, 2007). Segundo GIORDANO (1999), as microbolhas de gás hidrogênio, formadas na superfície do eletrólito em função da passagem de corrente elétrica do efluente e a consequente reação com o mesmo, sobem rapidamente para a camada de espuma (flocos eletroflotados acumulados na superfície da camada eletrolítica), reduzindo passivação do eletrodo e consequente aumento e eficiência do processo.

4.3.5 Corrente elétrica e sua densidade

A maioria dos processos eletrolíticos, enquanto sistema utilizado, utiliza-se de uma corrente contínua, definindo, portanto, o catodo e anodo. Entretanto, em caso de sistemas onde se é utilizada corrente alternada, alternam-se constantemente o catodo e o anodo (SINOTI, 2004). Para este trabalho usar-se-á o sistema de corrente contínua.

Já a densidade da corrente determina a dosagem do coagulante e a de produção de gás, assim como influencia o regime do fluido dentro do reator (HOLT, 2002). Tal situação controla a taxa do coagulante, bem como as bolhas geradas e seus tamanhos, gerando também uma oxidação dos eletrodos, com maior formação de gases de hidrogênio e oxigênio, promovendo então um maior transporte de material coagulado (FERREIRA, 2006; FERREIRA, 2013).

Há uma variação entre os valores de densidade de corrente utilizada e o tempo de detenção do efluente no reator eletrolítico, em função das necessidades de remoção existentes para cada efluente submetido a este processo, influenciando no tipo de sistema a ser adotado no tratamento. Para tratamentos mais rápidos, deve ser forçosamente utilizada fonte de alimentação mais potente e por sua vez, incorrendo em maior custo (SINOTI, 2004).

Valores muito altos de densidade de corrente (acima do valor ótimo) não são eficazes para o sistema, pois o excesso de bolhas gerada, conduzirão a coalescência entre elas, e não a agregação com os poluentes a que se pretende remover. Há uma redução da eficiência da remoção e ao trabalhar com valores maiores de densidade de corrente, um desgaste mais rápido do eletrodo e um maior consumo de energia, acarretando num maior custo de operação (MANSOUR; CHALBI, 2006).

4.3.6 Densidade de potência e lodo gerado

A densidade de potência é utilizada no processo eletrolítico para comparação de resultados dos ensaios desenvolvidos, bem como nas estações de tratamento

utilizando este processo. Este parâmetro indica a potência consumida pelo efluente tratado (RODRIGUEZ, 2008). É considerado um parâmetro importante quando correlacionado com o lodo gerado, que por sua vez, possui relação com os sólidos suspensos coloidais desestabilizados pela eletrólise, já que esta desestabilização é uma forma de confirmação de eficácia do tratamento.

Este lodo pode ser produzido durante o processo eletrolítico levando alguns fatores em consideração, tais como, sólidos suspensos oriundos da matéria orgânica presente no efluente, condutividade elétrica no meio aquoso, tipo de eletrodo e a eficiência do sistema de remoção dos sólidos (GIORDANO, 1999).

Abaixo está a **fórmula (06)** para cálculo da densidade de potência (GIORDANO, 2003), expressa em Wh / L.

$$P=U.I.t/V \quad (06)$$

Sendo:

P = densidade de corrente (Wh / L)

U = tensão elétrica em V (Volts)

I = corrente elétrica em A (Amperes)

t = tempo em h (Horas)

V = volume do efluente tratado em L (Litros)

4.4 Mecanismos eletroquímicos

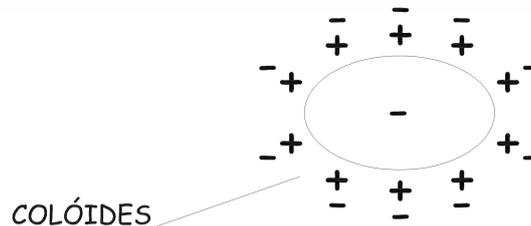
A eletroflotação e eletrocoagulação são duas reações eletroquímicas distintas e complementares, oriundas de um fenômeno da eletrocoagulação caracterizada pela eletrólise promovida pelo anodo de sacrifício, provocando a dissolução do elemento deste eletrodo.

4.4.1 Eletrocoagulação, eletrofloculação e eletroflotação

Nestes processos é necessário o uso de eletrodos reativos e como definido na metodologia deste trabalho o uso de eletrodos de ferro e alumínio. Neste processo eletrolítico, com desgaste do eletrodo de alumínio, será então promovida a geração de coagulantes “*in situ*”, através da dissociação de íons metálicos ora denominados de eletrólitos, pela ação da corrente elétrica aplicada nestes eletrodos.

Em linhas gerais, o agente coagulante e os pesticidas presentes formarão os coágulos no efluente tratado. Nesta etapa os coágulos reagem com os polieletrólitos, ocorrendo a adsorção das partículas coaguladas, unindo-se e formando então os flocos (GIORDANO; SURERUS, 2015), conforme **figura 4.3** abaixo.

Figura 4.3 – Partícula coloidal/flocos formados



Fonte: GIORDANO, 1999.

A geração dos íons metálicos ocorrerá no anodo, ou eletrodo com a carga negativa (GILI, 2015), que neste trabalho se situa no eletrodo de alumínio.

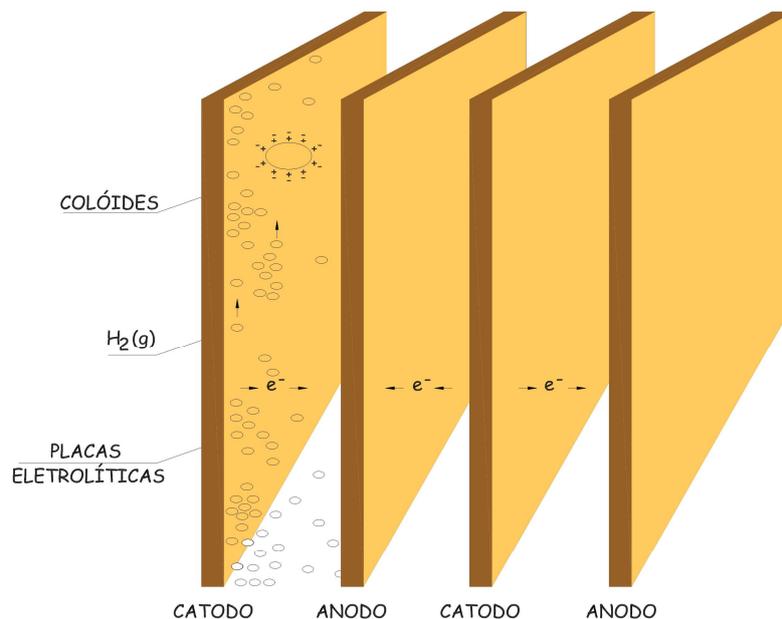
A eletrocoagulação, portanto, é executada pela formação do agente coagulante, através da oxidação eletrolítica do eletrodo de sacrifício, neutralizando as cargas superficiais das partículas coloidais, desestabilizando-as e a quebra da emulsão.

Já a eletrofloculação dar-se-á pela aglutinação das partículas desestabilizadas pelos hidróxidos de ferro e alumínio, favorecendo a formação de flocos.

A eletroflotação ocorre pela geração de microbolhas de oxigênio (O_2) e hidrogênio (H_2) no catodo, subindo à superfície, colidindo e sendo adsorvidos pelos flocos, carreando por arraste as partículas e impurezas em suspensão no efluente, fomentando então a clarificação deste (GILI, 2015).

A **figura 4.4** abaixo evidenciam os processos acima mencionados.

Figura 4.4 – A geração de microbolhas e bolhas finas de hidrogênio no catodo além da eletroflotação de coágulos



Fonte: GIORDANO, 1999.

4.4.2 Oxidação e redução

De uma forma geral o processo eletrolítico sendo avaliado sob o prisma dos eletrodos eletricamente com cargas ora positivos (catodo), ora negativos (anodo), os cátions perdem elétrons para o meio aquoso, sofrendo a redução e os ânions recebem elétrons do meio, se oxidando.

A eletrólise, portanto, possui a capacidade de oxidar ou reduzir efluentes a serem tratados, sejam de origem doméstica ou industrial, através da aplicação de um potencial ocorrendo a eletrorredução diretamente na superfície do cátodo, ou indiretamente por meio de eletrólitos intermediários. Já a eletro-oxidação, pode ocorrer diretamente na superfície do eletrodo, envolvendo a transferência de elétrons do substrato para o anodo, tendo a faculdade deste fenômeno ocorrer indiretamente, pela reação por meios dos eletrólitos ou com espécies geradas eletroquimicamente, com capacidade de oxidar os poluentes (PELLEGRINI; BERTAZZOLI, 2002). Segundo os autores destacados,

Pode-se contar com processos catódicos e anódicos no tratamento, além de poder controlar os potenciais promovendo reações apenas a substratos de interesses, sendo, portanto, um processo seletivo.

4.5 Vantagens e desvantagens do processo eletrolítico

Este processo possui inúmeras vantagens, que podem superar em muito as suas limitações ou desvantagens. Trata-se de um processo eclético e com inúmeros quesitos comentados por vários autores, conforme na **tabela 4.2** encontram-se listadas e referenciadas algumas destas vantagens e desvantagens.

Tabela 4.2 – Vantagens e desvantagens do processo eletrolítico

DESVANTAGENS, OU LIMITAÇÕES, DO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
Consumo dos eletrodos normalmente de aço carbono ou alumínio e a operação de troca.	
A necessidade de suporte para a manutenção eletromecânica, não devendo ser implantado em áreas de difícil acesso.	GIORDANO, 1999 (Item 6.2, páginas 65 e 66)
A maior produção de lodo se comparado com os processos biológicos.	
A necessidade de um maior controle operacional.	
Trocas e regulação dos anodos. Alto consumo de energia elétrica.	(MOHAMMAD et al. 2004) e (MOLLAH et al. 2001)
Passivação da superfície dos eletrodos, o que causa a perda de eficiência da unidade de eletrocoagulação.	(MOLLAH et al. 2001)
Alta condutividade da solução é requerida.	
Requer rígido controle do pH de entrada.	GILI, 2015 (Item 2.3.3, páginas 57 e 58)
Os retificadores elétricos são de grande complexidade.	
Os eletrodos precisam ser substituídos regularmente, quando sofrerem passivação, que é a formação de um filme de óxido impermeável que reduz a eficiência da eletroflotação.	FERREIRA, 2006 (Item 2.2.21, páginas 38 e 39)
Dependência de eletricidade.	

Tabela 4.2 (Continuação)

VANTAGENS DO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
Capacidade de admitir variações de vazão, pois o sistema opera de forma contínua e intermitente	(WIENDL, 1998, p. 303) e (SOBRINHO et.al., 1987, p. 137)
Menor área necessária para a implantação das estações de tratamento pelo processo eletrolítico, em função do pequeno tempo de retenção na câmara de eletrocoagulação em comparação com os processos biológicos.	WIENDL, 1998.
Alta eficiência em relação à remoção de coliformes, superior a dos outros processos e a alta qualidade organoléptica, ou seja: baixa turbidez, reduzida cor e ausência de odor são características dos esgotos tratados pelo processo de tratamento eletrolítico.	WIENDL, 1998, p. 361 e p. 278-280.
O reduzido custo de implantação devido ao menor volume de obras civis, a ausência de ruídos dos equipamentos de processo, ausência de aerossóis, e a concepção modular, estimulam a utilização do processo.	WIENDL, 1998.

Tabela 4.2 (Continuação)

VANTAGENS DO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
------------------------------------	-------

Os equipamentos utilizados na eletrocoagulação são simples e fáceis de manejar.

Facilidade de automação quando comparada com outros tratamentos.

A eletrocoagulação tem uma baixa produção de lodo devido ao teor de água mais baixo, comparada com o tratamento químico convencional. Essas lamas podem ser facilmente separadas (sedimentação ou Flotação) pelos óxidos/hidróxidos metálicos formados.

Os flocos formados na eletrocoagulação são similares com os formados quimicamente, exceto que os flocos de eletrocoagulação são mais largos, tendo menos conteúdo de água, mais estáveis em meio ácido, portanto, podem ser separados mais rapidamente por filtração. Remoção de menores partículas coloidais.

(MOHAMMAD et al. 2004) e (MOLLAH et al. 2001)

As bolhas de gás produzidas durante a eletrólise podem carregar o poluente até o topo da solução onde é concentrado, coletado e removido.

Variando a densidade de corrente é possível controlar a concentração e tamanho de bolhas geradas e assim incrementar a probabilidade de colisão das espécies presentes e a área superficial por unidade de volume de gás (bolhas, poluente, coagulante).

Tabela 4.2 (Continuação)

VANTAGENS DO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
<p>Requer equipamentos de fácil operação, em que a corrente e o potencial aplicado, podem ser medidos e controlados de maneira automatizada.</p>	
<p>Pode ser instalada em regiões centrais ou densamente povoadas, já que não gera odores e vetores.</p>	
<p>Sanitizar o efluente, tendo em vista o poder oxidativo dos radicais OH liberados no processo.</p>	
<p>Trata efluentes tóxicos para os meios biológicos e, pode ser utilizada para tratar todos os tipos de efluentes.</p>	
<p>Há controle maior na liberação do agente coagulante, em comparação com os processos físico-químicos convencionais.</p>	<p>GILI, 2015 (Item 2.3.3, páginas 57 e 58)</p>
<p>Limita o uso de substâncias químicas, minimizando, conseqüentemente, o impacto negativo causado pelo excesso de xenobióticos lançados no ambiente, fato que acontece quando a coagulação química empregando polieletrólitos é utilizada no tratamento de efluentes.</p>	
<p>Remove as partículas coloidais menores, pois o campo elétrico aplicado promove mais rapidamente o contato entre elas.</p>	
<p>Remoção de óleos e graxas de águas oleosas ou micro emulsões.</p>	
<p>Não há necessidade de adicionar nenhum produto químico, pois o próprio sistema o gera, assim é uma técnica bastante limpa.</p>	<p>FERREIRA, 2006 (Item 2.2.21, páginas 38 e 39)</p>
<p>Apresenta a perspectiva de reutilização de alguns compostos recuperados das águas residuárias</p>	<p>FIGUEIREDO et al., 1993</p>

Tabela 4.2 (Continuação)

VANTAGENS DO PROCESSO ELETROLITICO	AUTOR
------------------------------------	-------

Versatilidade - direta ou indireta oxidações e reduções.

Pode-se tratar uma mistura de poluentes diferentes ou ser seletivos através do controle do potencial, podendo tratar também soluções concentradas ou diluídas e adaptar os eletrodos para serem usados em qualquer espaço.

Eficiência energética - o processo eletroquímico geralmente opera a baixas temperaturas, o potencial pode ser controlado e eletrodos e reatores podem ser desenhados para melhorar a distribuição da corrente.

PELLEGRINI;
BERTAZZOLI 2013 (4^a
página, linhas 11 a 21)

Custo benefício - os equipamentos requeridos e a operação são geralmente simples, e se os reatores forem corretamente projetados os custos com o tratamento torna-se inexpressivos.

5. METODOLOGIA

Para melhor estudo do tratamento proposto, objetivando determinar um cenário mais realista possível, todo efluente utilizado nesse estudo foi de fato obtido de uma situação real de execução de serviços de controle de pragas e vetores em ambientes urbanos, realizados por uma empresa profissional e devidamente licenciada para este serviço pelo INEA.

O efluente foi obtido na empresa Astra Barra Controle de Pragas Ltda, sediada no Rio de Janeiro, uma empresa do Grupo Astral Saúde Ambiental, com mais de 60 unidades distribuídas em todo o Brasil. Trata-se de uma empresa com mais de 30 anos de experiência no mercado nacional e internacional, devidamente licenciada para estabelecimento de unidades nos Estados Unidos da América e na Europa.

Todo o efluente gerado foi oriundo da tríplice lavagem dos equipamentos, após realização de serviços de controle de pragas e vetores em ambiente urbano, tomando-se todo o cuidado na manipulação deste efluente gerado em ambiente específico e por profissional capacitado, usando todos os EPI's necessários.

Ambos os princípios ativos selecionados foram originados da diluição de inseticidas de marcas comerciais devidamente registradas no Ministério da Saúde. Para a calda gerada contendo o princípio ativo cipermetrina, utilizou-se a orientação do seu fabricante para uma diluição de 0,2%, ou seja, 20 ml para 10 L de água, para a praga-alvo barata. Já para o princípio ativo malathion, a diluição foi de 0,3%, ou 30 ml para 10 L de água, igualmente para controle de barata.

5.1 Produção do Efluente

O efluente utilizado foi coletado após o processo de tríplice lavagem realizado pela Astra Barra e destinado ao tratamento eletrolítico, conforme metodologia a seguir.

5.1.1 Materiais utilizados na produção do efluente

- Pulverizador cilíndrico de compressão prévia de 05 litros – Fabricante Guarany;
- Balde plástico para coleta do efluente de 10 litros;
- Funil plástico para envase do efluente em recipiente específico;
- Frasco plástico de 05 litros para acondicionamento e transporte do efluente.

5.1.2 Realização da tríplice lavagem

Seguiu-se a Norma ABNT 13968 de 1997, que trata dos procedimentos de tríplice lavagem de agrotóxicos, extensível a categorias de produtos inseticidas utilizados em ambiente urbano.

Em cada etapa da tríplice lavagem promove-se o acesso da água no equipamento, conforme volume estabelecido anteriormente, de acordo com a **figura 5.1 (b)**, verificando o nível conforme **figura 5.1 (c)**, e por fim executa-se então a agitação do equipamento como evidenciado na **figura 5.1 (d)**, com total segurança, na qual o volume de cada etapa é medido por marcações no próprio equipamento de aplicação.

Este processo é repetido a cada lavagem, gerando o efluente e homogeneizado com o volume necessário para a realização deste trabalho.

Figura 5.1–Preparo para realização da tríplice lavagem



(a) Colaborador paramentado com EPI



(b) Colocando água no equipamento



(c) Verificando nível de água



(d) Promovendo a lavagem do equipamento

5.1.3 Acondicionamento e identificação do efluente para posterior tratamento

Após o processo de tríplice lavagem, todas as amostras geradas neste processo foram acondicionadas em baldes plásticos novos conforme **figura 5.2**, adquiridos especificamente para este fim. Após serem depositadas as três lavagens de cada equipamento, promoveu-se a homogeneização deste efluente e o envase deste em frascos plásticos de 5,0 litros, objetivando transporte deste efluente até o

ponto de análise, onde este frasco, fosco e de cor verde, impedindo a entrada de luz e não permitindo quaisquer possibilidades de degradação por fotólise, ou mesmo por outro mecanismo de decomposição.

Figura 5.2 – Manejo e acondicionamento do efluente em frasco de 5,0 litros



Todos os frascos de 5,0 litros para o transporte foram devidamente identificados conforme **figura 5.3** abaixo, evidenciando as seguintes informações: Fabricante, marca comercial, grupo químico, princípio ativo, número do lote, registro no Ministério da Saúde, diluição, referência do efluente tratado e data da produção do referido efluente.

Figura 5.3 – Modelo de etiqueta de identificação de frascos de 5,0 L com o efluente

INFORMAÇÕES SOBRE O PESTICIDA - AMOSTRA PARA ANALISE	
FABRICANTE	Bequisa Indústria Química do Brasil Ltda
MARCA COMERCIAL	Ciperprag 250 CE
PRINCIPIO ATIVO	Cipermetrina
GRUPO QUIMICO	Piretróide
LOTE e REGISTRO no MS	Lote: 008-15-1626 / Registro no MS: 316060046 (Validade: 06/2019)
DILUIÇÃO	0,2% - 20,0 ml para 10 L de água (controle de barata)
EFLUENTE GERADO	Norma ABNT 13968 - 1/4 para cada etapa (Tríplice lavagem)
DIA DA COLETA	Dia 24 e 26 de janeiro de 2016 – 21:00 e 19:30 h respectivamente

Figura 5.4– Frasco de 5,0 L com o efluente gerado, devidamente identificado



5.2 Tratamento do efluente por eletrocoagulação

O tratamento de eletrocoagulação através do processo eletrolítico, promovido no efluente gerado, foi realizado na TECMA – Tecnologia em Meio Ambiente. Todos os parâmetros foram analisados, de acordo com o “*Standard Methods for the Examination of Water Wastewater - SMEWW*”, com as seguintes referências:

- pH através do SMEWW, 22ª Edição, Método 4500H+ B;
- Condutividade através do SMEWW, 22ª Edição, Método 2510 B; Alumínio através do SMEWW, 22ª Edição, Método 3111D;
- DQO através do SMEWW, 22ª Edição, Método 5220 B;
- Ferro através do SMEWW, 22ª Edição, Método 3111B;
- SST através do SMEWW, 22ª Edição, Método 2540 D;
- SSV através do SMEWW, 22ª Edição, Método 2540 E;
- Temperatura através do SMEWW, 22ª Edição, Método 2550 B.

Para a cromatografia, realizado pela empresa SGS, a referência usada foi:

- Compostos Orgânicos Semivoláteis CG/MS [PA 5.4.7-07CR - Análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis por CG/MS]

As análises de tais parâmetros devem ser feitas para observação da sua adequação legal, baseado em legislações como as Resoluções CONAMA 357 e 430 além das legislações locais específicas do INEA RJ. Foram também realizadas análises quantitativas através de testes complementares por cromatografia líquida, basicamente para avaliar a redução ou remoção dos princípios ativos presentes dos inseticidas analisados nos efluentes gerados.

O conjunto com estas informações subsidiou a avaliação deste efluente, não somente quanto a sua carga poluidora, mas também quanto as possibilidades do tratamento ora analisado, observando sua eficácia e o potencial de remoção dessa carga.

5.2.1 Metodologia experimental usando o processo eletrolítico

O experimento descrito neste estudo foi realizado, em regime de bateladas, sucessivamente por três dias para cada um dos inseticidas, utilizando-se um reator eletrolítico com eletrodos reativos de ferro e alumínio dispostas em placas distanciadas 1,8 cm uma das outras. Esse reator possui cinco placas de alumínio e cinco placas de ferro, medindo 0,0002 m de espessura, 0,10 m e 0,20 m de comprimento e altura respectivamente, disposto internamente em uma caixa de acrílico com dimensão interna de 22,0 cm de comprimento, 11,0 cm de largura e 22,0 cm de altura.

O polo negativo (anodo) foi preso na placa de alumínio, promovendo o desgaste desta placa. Já o polo positivo ficou fixado na placa de ferro, sendo promovido a contínua passagem desta carga elétrica por um retificador de corrente, no qual mediuse a voltagem e a amperagem ao longo de um tempo determinado de 15 minutos.

Fez-se necessário também aumentar a condutividade elétrica do meio, através do emprego de um sal (KCl) na concentração de 30%, medindo-se a condutividade

elétrica inicial, após a adição desse composto, efetuando-se também a leitura inicial e final de temperatura e pH.

5.2.2 Materiais e equipamentos utilizados no modelo do processo de eletrocoagulação

Reator eletrolítico:

- Câmara eletrolítica composta por uma caixa acrílica (**figura 5.5**) e dimensão interna de 22,0 cm de comprimento, 11,0 cm de largura e 22,0 cm de altura, com um orifício de 0,5 cm, conectado a um dreno para coleta de amostra feita de uma mangueira de borracha. Nesta caixa acrílica foi inserido o reator eletrolítico (**figura 5.6**) composto de 5 placas de alumínio e 5 placas de ferro, presas por parafusos de aço com diâmetro de $\frac{1}{4}$ ", arruelas e porcas também de aço, mantendo a distância entre placas de 1,8 cm. Possuindo capacidade útil de 4,0 L, e com um fundo removível de acrílico.
- Bastão em polipropileno de 10 mm x 350 mm, objetivando homogeneização do efluente tratado (**figura 5.7**).
- Proveta de 1000 ml para análise de lodo flotado e/ou sedimentado (**figura 5.8**).
- Frascos plástico de 500 ml e tubo de vidro de 50 ml para coleta de efluente tratado e posterior análise (**figura 5.9**).
- H_2SO_4 – Líquido preservante para amostras objetivando análise de DQO e HNO_3 – Líquido preservante para amostras objetivando análise de Fe e Al, ambos já contidos nos frascos para coleta das amostras.
- Equipamento multiparamétrico para mensuração de parâmetros tais como pH, condutividade e temperatura (**figura 5.10**).
- Retificador de corrente WG Retificadores. Fonte de corrente contínuo medindo a variação de voltagem e amperagem (**figura 5.11**).
- Cl a 30%, utilizado para aumentar a condutividade elétrica do efluente (**figura 5.12**).

Figura 5.5 – Caixa de acrílico (receptor do efluente – reator eletrolítico)



Figura 5.6 – Reator eletrolítico, composto por placas de alumínio e ferro



Figura 5.7 – Bastão para homogeneização do efluente tratado



Figura 5.8 – Proveta de 1000 ml



Figura 5.9 – Frascos de coleta de amostras com o sobrenadante (cromatografia e DQO)



Figura 5.10 – Equipamento multiparamétrico YSI modelo Pro 1030 (identificador de pH, condutividade e temperatura)



Figura 5.11 – Retificador de corrente WG Retificadores (vista frontal evidenciando medição de Intensidade de corrente (A) e diferença de potencial (V), além dos polos positivos e negativos)



Figura 5.12– Sal (KCl) a 30% utilizado para favorecer aumento da condutividade no efluente tratado



5.2.3 Procedimentos preparatórios para os ensaios da eletrocoagulação

As amostras utilizadas foram todas extraídas em processo de tríplice lavagem de equipamentos destinados a aplicação de inseticidas em áreas urbanas, conforme definido pela Norma ABNT 13968 de 1997. Foram selecionados para este trabalho dois grupos químicos específicos que representam quase que a totalidade de inseticidas atualmente utilizados no Brasil para controle de pragas e vetores urbanos. O primeiro é o grupo dos piretróides, especificamente o princípio ativo chamado de cipermetrina, e o segundo grupo é dos organofosforados, exclusivamente o princípio ativo malathion. Ambos foram utilizados na formulação concentrada emulsionável, propiciando uma mistura homogênea com a água, onde glóbulos líquidos da formulação ficam dispersos na fase aquosa (emulsão), constituindo uma calda de aspecto leitoso.

A cipermetrina é um dos princípios ativos mais usados no Brasil pela sua versatilidade e, o malathion, atualmente é um dos produtos recomendados pela ONU para controle de mosquitos, especificamente o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de inúmeras doenças importantes para a saúde pública, tais como a dengue, zica vírus, chicungunya e febre amarela.

Os efluentes gerados foram acondicionados, não permitindo a entrada de luminosidade, evitando, portanto, degradação por fotólise, já que a maioria destes inseticidas se degradam na presença de luminosidade, conforme orientações do fabricante, e todos estes recipientes devidamente etiquetados como demonstra a **figura 5.13**, evidenciando também que todo o processo fora realizado em área específica para esta atividade.

Figura 5.13– Frascos de 5,0 L com o efluente na área destinada à tríplice lavagem



5.2.4 Coleta de amostras

Especificamente para as coletas de amostras, brutas ou tratadas, para vários parâmetros como DQO, Fe, Al, sólidos totais e sólidos voláteis, foram usados frascos de 500 a 1000 ml e estes eram identificados individualmente da seguinte forma:

- Amostras de DQO

Os frascos de coleta de amostras foram identificados pela TECMA com uma etiqueta verde, contendo líquido preservante (H_2SO_4), descritos nos frascos com caneta marcadora permanente um número de identificação e o próprio parâmetro, de acordo com a **figura 5.14**.

- Amostras de Fe e Al

Estes frascos também eram identificados pela TECMA com etiqueta vermelha, continham líquido preservante (HNO_3), eram descritos nos frascos com caneta

marcadora permanente igualmente um número de identificação e o próprio parâmetro, consoante a **figura 5.14**.

- Amostras para sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV)

Estes frascos não continham identificação visível, diferenciado dos anteriores, além de não conter nenhum líquido preservante, tais amostras foram coletadas após o tratamento por eletrólise, de forma homogeneizada do efluente tratado. Igualmente descritos nos frascos com caneta marcadora permanente igualmente um número de identificação e o próprio parâmetro, condizente com a **figura 5.14**.

Figura 5.14 – Amostra tratada da fase sobrenadante (Fe, Al e DQO) e do efluente tratado e homogeneizado (análises de sólidos totais, sólidos voláteis e umidade)



5.2.5 Formato dos ensaios

Os ensaios de tratamento do efluente, foram efetuados por bateladas, considerando os dois tipos de inseticidas ora tratados e em todas as fases relacionadas a tríplice lavagem, e a calda original conforme segue.

- Ensaio por batelada

Os ensaios, para cada princípio ativo (cipermetrina e malathion), foram realizados durante três dias consecutivos, com três bateladas por dia, totalizando por princípio ativo nove amostras para cada parâmetro. Estas amostras foram homogeneizadas após o processo de tríplice lavagem, além de se dispor uma amostra específica para análise por cromatografia dividido em dois momentos: uma amostra com o efluente bruto (sem tratamento), e uma outra amostra com o sobrenadante da amostra tratada, com o propósito de avaliar a remoção do princípio ativo da amostra bruta, para posterior amostra tratada para os parâmetros já mencionados.

- Ensaio por inseticida diluído e por cada etapa da tríplice lavagem

Um segundo ensaio foi necessário para se analisar tanto os parâmetros de DQO quanto cromatografia. Foram estabelecidos os seguintes formatos de amostras para esta análise: A primeira amostra é o próprio inseticida diluído, formando a calda para aplicação, conforme diluição informada pelo fabricante. Foram ainda analisadas as três amostras oriundas de cada etapa da tríplice lavagem (1ª lavagem, 2ª lavagem e 3ª lavagem) e, uma amostra do efluente da tríplice lavagem homogeneizado. O objetivo destas análises em cinco amostras de cada princípio ativo é avaliar se o percentual de redução da concentração destes ativos, desde a calda original, até as três lavagens, bem como o parâmetro de DQO, é também afetada pela diluição, e em qual proporção, (**figuras 5.15 e 5.16**).

Figura 5.15 – Sequência de coleta de amostras do inseticida a base de malathion

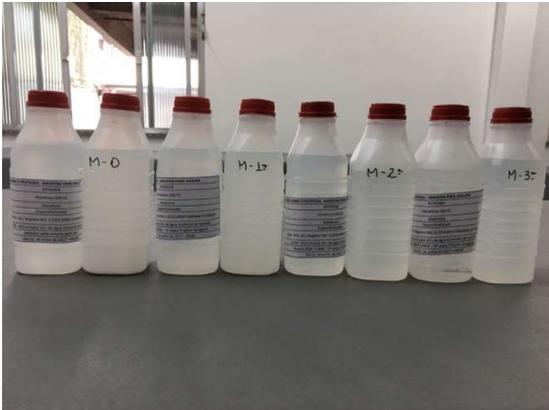


Figura 5.16 – Sequência de coleta de amostras do inseticida a base de cipermetrina



5.2.6 Procedimentos durante os ensaios da eletrocoagulação

Para os ensaios por batelada ou ensaios de campo, foram considerados as análises dos seguintes parâmetros físicos, anteriores e posteriores ao tratamento da eletrocoagulação: pH, condutividade elétrica e temperatura.

Já os parâmetros analisados em laboratório e exclusivamente posteriores ao tratamento da eletrocoagulação foram: DQO, Fe, Al, SST, SSV e análise de volume flotado e/ou sedimentado.

Ao final da série de batelada por princípio ativo, são coletadas amostras do efluente bruto (sem tratamento), de cada processo da tríplice lavagem e do efluente tratado (sobrenadante) objetivando análise quantitativa dos princípios ativos por cromatografia, além da DQO.

- Ensaio por batelada

Para facilitar a execução dos ensaios, na caixa acrílica que recebeu 4,0 L do efluente, fora efetuado uma marca de nível de exatos 4,0 L, com uma caneta marcadora permanente, objetivando dar celeridade no processo. No primeiro momento inseriram-se estes 4,0 L de efluente na caixa acrílica.

Foi utilizado o KCl a 30% para ser introduzido no efluente a ser tratado num volume de 10,0 ml, nos 4,0 L na caixa acrílica, objetivando aumentar a condutividade elétrica do meio, possibilitando maior eficácia no processo de eletrocoagulação.

Após a introdução do KCl, posterior homogeneização do efluente com um bastão de polipropileno, promoveu-se então a leitura inicial dos parâmetros pH, condutividade elétrica e temperatura do efluente através do Equipamento Multiparamétrico YSI modelo Pro 1030.

Mediante leitura dos parâmetros acima, e registro em planilha de eletrocoagulação cedida pela TECMA (Tecnologia em Meio Ambiente), insere-se então o reator eletrolítico na caixa acrílica, conecta através do retificador de corrente o polo negativo na placa de alumínio e o positivo na placa de ferro, devidamente fixadas por arruelas e porcas de aço demonstrado na **figura 5.17**. Ligou-se o retificador de corrente na marca de diferença de potencial em torno de 6,0 V, conforme orientações do orientador.

Numa tentativa inicial, fixou-se a carga negativa na placa de ferro, e após 15 minutos decorridos do processo de eletrólise, não houve nenhuma reação ou evidência visual de flotação do efluente, sendo então trocado o polo negativo para a placa de alumínio, ocorrendo então a reação esperada do processo eletrolítico, determinando a placa de alumínio como o eletrodo de sacrifício.

Neste momento foi então cronometrado, através de um aplicativo de cronômetro via celular Motorola, um intervalo de tempo de 15 minutos e em cada leitura, por minuto, identificou-se além da diferença de potencial (V), a intensidade de corrente (A), ambas foram igualmente registradas na planilha de eletrocoagulação.

Neste processo de 15 minutos de retenção para submeter o efluente ao processo eletrolítico, usou-se um bastão de polipropileno misturando o efluente constantemente, parando o processo somente na ocasião da leitura da diferença de potencial (V) e a intensidade de corrente (A), através do retificador de corrente em intervalos de 01 minuto, e o registro na planilha de eletrocoagulação, voltando a misturar na sequência e durante todo o processo eletrolítico mostrado na **figura 5.18**.

Figura 5.17 – Reator eletrolítico com efluente tratado (fio preto/carga negativa na placa de alumínio e o fio verde – carga positiva fixada na placa de ferro)



Figura 5.18 – Vista lateral do reator eletrolítico com efluente tratado



Após findar os 15 minutos do ensaio da batelada em questão, retira-se o reator eletrolítico, homogeneiza-se o efluente tratado, e mede-se novamente os parâmetros (finais) pH, condutividade elétrica e temperatura através do equipamento multiparamétrico demonstrado nas **figuras 5.19 (a) e (b)**, registrando na planilha de eletrocoagulação.

Posterior à leitura, faz-se novamente a homogeneização e coleta-se uma amostra do líquido homogeneizado para análise de SST e SSV num frasco devidamente identificado, além de também coletar 1000 ml desta amostra para análise de flotação e sedimentação, entendido como volume do lodo, considerado na **figura 5.20**, neste último após o descanso de 30 minutos, efetua-se a leitura do volume flotado e/ou sedimentado.

Figura 5.19 – Caixa acrílica com efluente tratado após processo de eletrólise, homogeneizado, sendo medido pH, condutividade e temperatura através do equipamento multiparamétrico



(a) Escuma originada da eletrólise



(b) Medição parâmetros físicos

Após a coleta do efluente tratado para as análises de sólidos suspensos totais e sólidos suspensos voláteis, além da análise de flotação e/ou sedimentação, faz-se necessário aguardar que todo o restante do efluente tratado que ainda permanece na caixa acrílica, sedimente e/ou flote todo o lodo conforme **figura 5.21**, para então promover as coletas do sobrenadante para as análises dos parâmetros: DQO, Fe, Al, sólidos suspensos totais e sólidos suspensos voláteis conforme **figura 5.22**.

Figura 5.20 – Proveta de 1000 ml com lodo sedimentado e flotado



Figura 5.21 – Vista da caixa acrílica (reator eletrolítico) com lodo flotado e sedimentado



Figura 5.22 – Amostra tratadas da fase sobrenadante (Fe e Al, e DQO) e do efluente tratado e homogeneizado (análises de sólidos totais, sólidos voláteis e umidade)



Este processo se repetiu em nove bateladas por princípio ativo, realizado-se três bateladas por dia para a análise dos parâmetros descritos acima de ambos os princípios ativos objetos deste trabalho (cipermetrina e malathion), na qual todas as análises laboratoriais (DQO, Fe, Al, sólidos totais e sólidos voláteis) foram executadas na TECMA.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão baseiam-se em parâmetros extraídos do experimento no campo e os ensaios laboratoriais. A metodologia definiu alguns parâmetros iniciais aferidos pela planilha de eletrocoagulação na condução dos ensaios de campo, sendo estes o pH, condutividade elétrica, temperatura, diferença de potencial e intensidade de corrente, expressas em tabelas e gráficos, por amostra e por princípio ativo.

As análises laboratoriais, utilizando os parâmetros DQO, SST, SSV, Fe e Al foram analisados no laboratório da TECMA. As análises de cromatografia ocorreram no laboratório SGS Environ Ltda.

6.1 Princípio ativo cipermetrina

Ensaio de campo envolvendo este princípio ativo em nove bateladas, distribuídas em três dias: 25, 26 e 27 de janeiro de 2017, todos realizados nas dependências da TECMA. Os resultados encontram-se no Apêndice A1 e são evidenciados nas tabelas de análise de campo para cada batelada, bem como os gráficos respectivos com a evolução da diferença de potencial (V) e a intensidade de corrente (A), extraídos do retificador de corrente.

6.2 Princípio ativo malathion

Ensaio de campo envolvendo este princípio ativo em nove bateladas, distribuídas em três dias: 31 de maio, 01 e 02 de junho de 2017, todos realizados nas dependências da TECMA. Os resultados encontram-se no Apêndice A2 e são evidenciados nas tabelas de análise de campo de cada batelada, bem como os

gráficos respectivos com a evolução da diferença de potencial (V) e a intensidade de corrente (A), extraídos do retificador de corrente.

6.3 Resultados para o princípio ativo cipermetrina

6.3.1 Análises de DQO, SST, SSV, Fe e Al – Princípio ativo cipermetrina

Abaixo, na **Tabela 6.1**, estão os resultados das análises laboratoriais com os resultados relacionados ao efluente tratado.

Tabela 6.1 – Resultados laboratoriais cipermetrina (efluente tratado)

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS (Cipermetrina)						
DATA DE COLETA	AMOSTRAS / RELATÓRIO DE ENSAIO	Alumínio mg / L Al	DQO mg / L O ₂	Ferro Total mg / L Fe	Sólidos Suspensos Totais (SST) mg / L	Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) mg / L
24/01/2017	1 / nº 84-2017	2,5	33	3,1	631	124
24/01/2017	2 / nº 84-2017	11	<15 (9)	7,3	704	119
24/01/2017	3 / nº 84-2017	14	<15 (4)	8	709	128
24/01/2017	4 / nº 85-2017	8,7	17	3	591	107
24/01/2017	5 / nº 85-2017	7,4	16	1,6	731	123
24/01/2017	6 / nº 85-2017	10	<15 (8)	1,2	754	131
26/01/2017	7 / nº 86-2017	3	15	<1,0	612	99
26/01/2017	8 / nº 86-2017	8	<15 (14)	<1,0	657	117
26/01/2017	9 / nº 86-2017	5	<15 (14)	1,9	613	109
26/01/2017	10 / nº 87-2017	<2,5	<15 (10)	<1,0	-	-

- Análise do processo de tríplice lavagem

A DQO da calda original do inseticida, além de todas as etapas da tríplice lavagem e o efluente tratado, foi analisada e evidenciado seu resultado na **tabela 6.2**.

Tabela 6.2 – Análise do processo de tríplice lavagem (bruto e tratado)

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS (Tríplice lavagem - Cipermetrina)				
DATA DE COLETA	DATA ENTRADA NO LABORATÓRIO	RELATÓRIO DE ENSAIO	EFLUENTE	DQO (mg / L O ₂)
31/05/2017	07/06/2017	561 - 2017	Calda de Aplicação	1781
		561 - 2017	1ª lavagem	30
		561A - 2017	2ª lavagem	<15 (08)
		561A - 2017	3ª lavagem	<15 (10)
		561B - 2017	Tríplice lavagem	<15 (10)
		561B - 2017	Tratado	<15 (13)

- Análise de cromatografia

A cromatografia foi executada baseada no item 5.2 deste trabalho, com as seguintes considerações do laboratório:

A incerteza de medição expandida é expressa como valor absoluto próximo ao resultado; com o nível de confiança de 95 % e fator de expansão de $K = 2$. Os resultados são reportados como valor absoluto \pm a incerteza de medição absoluta estimada pelo laboratório.

Na **tabela 6.3** expressa-se os resultados obtidos:

Tabela 6.3 – Cromatografia Cipermetrina (bruto e tratado)

RESULTADOS DA CROMATOGRAFIA - Cipermetrina				
DATA RECEBIMENTO AMOSTRA	DATA FINALIZAÇÃO NA ANÁLISE	RELATÓRIO DE ENSAIO	EFLUENTE	$\mu\text{g} / \text{L}$ Cipermetrina
19/06/2017	13/07/2017	561 C - 1	Calda de Aplicação	$1209,4 \pm 2,78$
		561 C - 2	1ª lavagem	$18,24 \pm 0,04$
		561 C - 3	2ª lavagem	<0,50
		561 C - 4	3ª lavagem	<0,50
		561 D - 1	Tríplice lavagem	<0,50
		561 D - 2	Tratado	<0,50

6.4 Resultados para o princípio ativo malathion

6.4.1 Análises de DQO, SST, SSV, Fe e Al – Princípio ativo malathion.

A **Tabela 6.4**, elenca as análises laboratoriais com os resultados relacionados ao efluente tratado.

Tabela 6.4 – Resultados laboratoriais malathion (efluente tratado)

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS (Malathion)						
DATA DE COLETA	AMOSTRAS / RELATÓRIO DE ENSAIO	Aluminio mg / L Al	DQO mg / L O₂	Ferro Total mg / L Fe	Sólidos Suspensos Totais (SST)	Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)
31/05/2017	1 / 558A e 558-2017	5,5	135	6,4	291	52
31/05/2017	2 / 558A e 558-2017	8,2	105	8,2	467	74
31/05/2017	3 / 558A e 558-2017	11	63	11	468	65
01/06/2017	4 / 559A e 559-2017	7,7	50	9,3	379	65
01/06/2017	5 / 559A e 559-2017	10	50	8,7	450	73
01/06/2017	6 / 559A e 559-2017	9,5	75	6,3	458	65
02/06/2017	7 / 560A e 560-2017	9,6	170	9,6	387	53
02/06/2017	8 / 560A e 560-2017	6,3	150	7,9	490	81
02/06/2017	9 / 560A e 560-2017	11	130	9,8	1232	77

- Análise do processo de tríplex lavagem

Promoveu-se a mesma análise de DQO da calda original do inseticida para cada etapa da tríplex lavagem, inclusive da calda resultante deste processo, constante na **tabela 6.5**.

Tabela 6.5 – Análise do processo de tríplex lavagem (afluente bruto)

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS (Triplex lavagem - Malathion)				
DATA DE COLETA	DATA ENTRADA NO LABORATÓRIO	RELATÓRIO DE ENSAIO	AFLUENTE	DQO (mg / L O ₂)
31/05/2017	07/06/2017	562 - 2017	Calda de Aplicação	8939
		562 - 2017	1ª lavagem	379
		562 - 2017	2ª lavagem	58
		562 - 2017	3ª lavagem	28
		562A - 2017	Triplex lavagem	79

- Análise de cromatografia

De acordo com o explicitado no item 6.3.1, item cromatografia, as considerações são as mesmas para este princípio ativo.

A **tabela 6.6** apresenta os resultados obtidos:

Tabela 6.6 – Cromatografia malathion (bruto e tratado)

RESULTADOS DA CROMATOGRAFIA - Malathion				
DATA RECEBIMENTO AMOSTRA	DATA FINALIZAÇÃO NA ANÁLISE	RELATÓRIO DE ENSAIO	EFLUENTE	µg / L Malathion
19/06/2017	13/07/2017	562 B - 1	Calda de Aplicação	1252044,00 ± 29798, 64720
		562 B - 2	1ª lavagem	25976,40 ± 618,23832
		562 B - 3	2ª lavagem	11247,32 ± 267,68622
		562 B - 4	3ª lavagem	2836,50 ± 67,50870
		562 C - 1	Triplex lavagem	21772,40 ± 518,18312
		562 C - 2	Tratado	1122,96 ± 26,72645

6.5 Discussão

6.5.1 Discussão da análise do processo eletrolítico

O ensaio da análise deste princípio ativo teve os seguintes parâmetros fixos:

- Diferença de potencial (V) inicial = 6,0
- Tempo = 15 minutos
- Reator eletrolítico com placas de ferro e alumínio, com o alumínio sendo o eletrodo de sacrifício (conforme item 5.2.1.5.1) e distância entre placas de 1,8 cm.

6.5.2 Temperatura

A Resolução CONAMA 430 de 2011, além da NT-202.R-10 do INE RJ, define que o padrão de lançamento de efluentes líquidos para a temperatura é inferior a 40 °C, conforme abordado no item 3.2.1 deste trabalho.

Para este parâmetro, foram aferidas as temperaturas inicial, final e ambiente aferidos nos ensaios, conforme **gráficos 6.1 e 6.2**, para os ensaios com os princípios ativos cipermetrina e malathion respectivamente.

Para cipermetrina, a média de temperatura inicial (antes do processo eletrolítico) foi 31,07 °C, final (posterior ao processo eletrolítico) de 33,56 °C, além da temperatura média do ambiente em 31,33 °C.

Já para o malathion obteve-se a média de temperatura inicial 22,97 °C, final de 24,21 °C e ambiente de 24,56 °C.

Evidenciou-se o aumento da temperatura final em relação a inicial em ambos os princípios ativos devido ao efeito Joule. Esse aumento de temperatura favorece uma maior movimentação de íons produzidos e por consequência a colisão com o coagulante formado, promovendo acréscimo de eficiência (DANESHVAR, 2007).

Ambas as temperaturas estão dentro do parâmetro estabelecido pelas normas Resolução CONAMA 430 e Norma Técnica 202 R 10, do INEA no RJ, com limite inferior a 40 °C.

Gráfico 6.1 – Temperaturas nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina

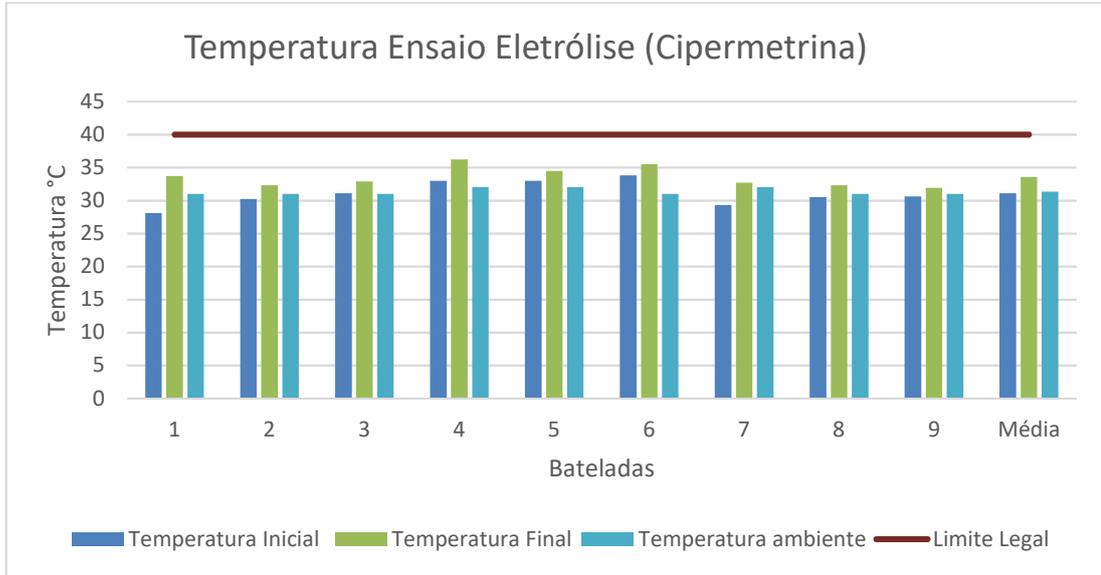
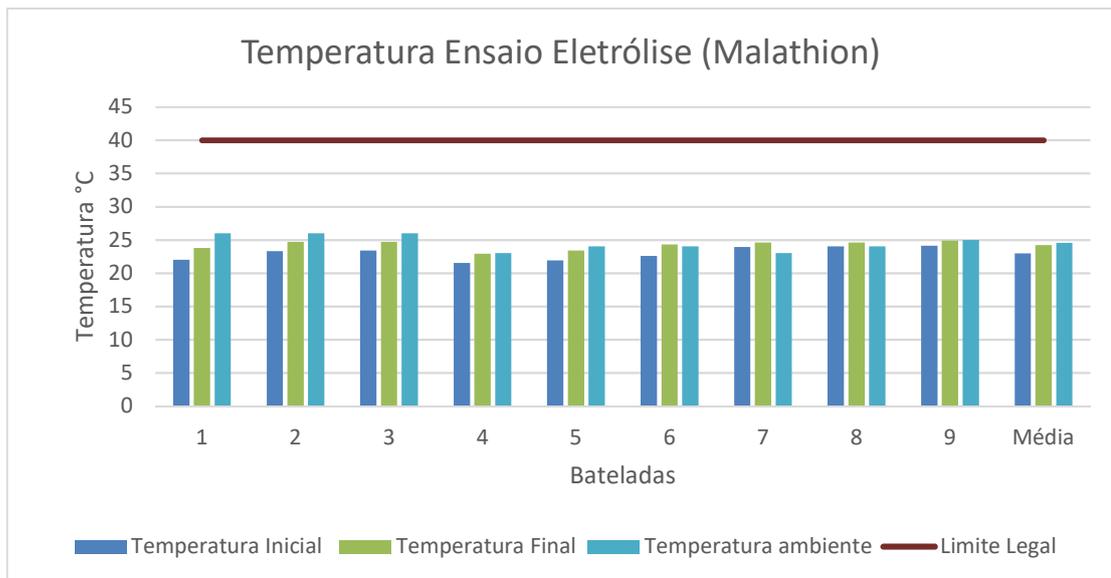


Gráfico 6.2 – Temperaturas nos ensaios eletrolíticos com malathion



6.5.3 Potencial hidrogeniônico - pH

Os **gráficos 6.3 e 6.4** mostram o pH aferido em ambos os ensaios para os princípios ativos avaliados neste trabalho, com as médias citadas a seguir.

Observado, para o princípio ativo cipermetrina, a média do pH inicial (antes do início do processo eletrolítico) em 7,20 e a final (posterior ao processo eletrolítico) em 8,39, como indica o **gráfico 6.3**.

Já para o princípio ativo malathion, conforme **gráfico 6.4**, a média do pH inicial em 7,35 e a final em 8,80.

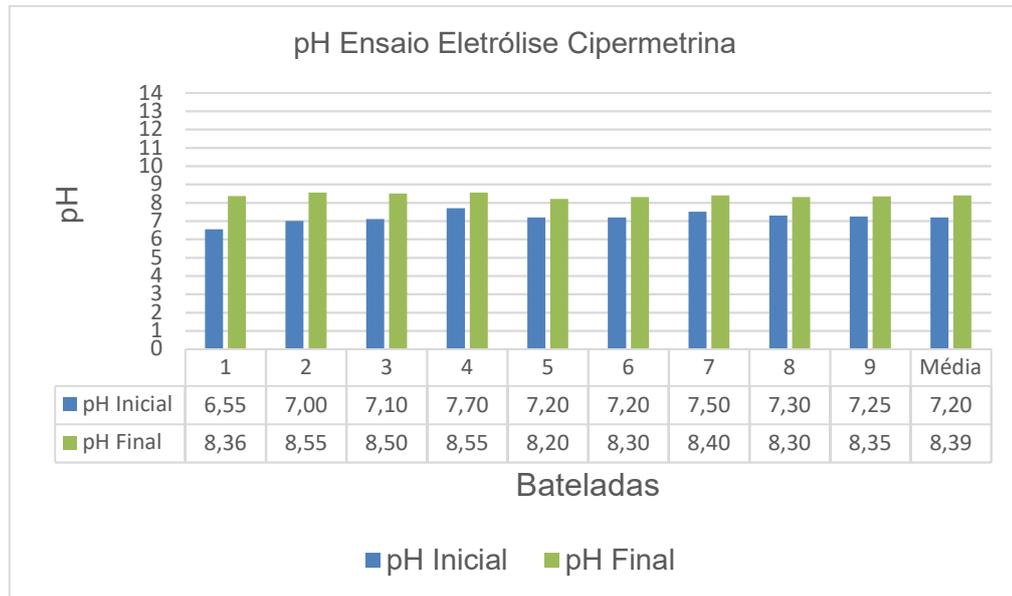
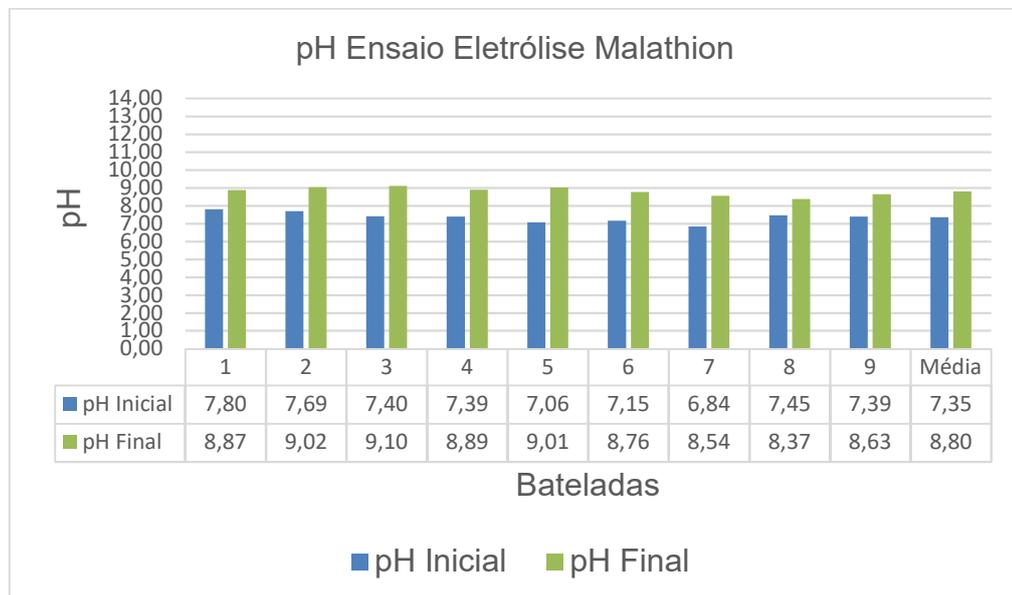
Observou-se constância no aumento do pH de ambos os ensaios, se comparado a medição inicial e final. Essa variação de pH justifica-se pela formação de hidroxilas nas reações do catodo, propiciando a vantagem atribuída a eletroflocução, da capacidade de neutralizar o pH, quando este estiver acima ou abaixo de 7.

Pela Resolução CONAMA 430 de 2011, além da NT-202.R-10 de 1986, conforme padrões de lançamento de efluentes líquidos, o pH deve estar entre 5,0 e 9,0.

Para o princípio ativo cipermetrina, o pH do efluente tratado alcançou o valor máximo entre as bateladas de 8,55, sendo que a média foi de 8,35.

Para o princípio ativo malathion, o pH do efluente tratado alcançou o valor máximo de 9,02 e a média de 8,80.

Portanto, a média de ambos os ativos, o pH esteve abaixo do valor de referência legal acima citado, mesmo que para o malathion, em duas bateladas os valores foram de 9,01 e 9,02, não apresentando variação significativa, estabelecida no **gráfico 6.4**.

Gráfico 6.3 – pH nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina**Gráfico 6.4 – pH nos ensaios eletrolíticos com malathion**

6.5.4 Condutividade elétrica

Na baixa condutividade, a resistividade é o inverso proporcional, favorecendo um aumento da diferença de potencial (GIORDANO; BARBOSA, FILHO 2000), sendo que a baixa condutividade influencia a perda de energia pelo efeito Joule.

Por outro lado, o aumento da condutividade elétrica abaixa o valor de resistência da solução conforme lei de Ohm, permitindo maior passagem de corrente elétrica no efluente, responsável por várias reações como a oxidação de compostos. A concentração da matéria orgânica dissolvida é reduzida, permitindo a desestabilização de partículas coloidais por eletrocoagulação (GIORDANO; BARBOSA, FILHO 2000).

Observou-se que com a adição do KCl, objetivando aumento da condutividade elétrica, as médias deste parâmetro para as condutividades iniciais e finais, destacado no **gráfico 6.5**, para ensaios com o princípio ativo cipermerina foi na ordem de 1368,33 $\mu\text{S} / \text{cm}$ e 1297,67 $\mu\text{S} / \text{cm}$ respectivamente.

Para o ensaio do princípio ativo malathion, conforme **gráfico 6.6**, estes valores foram de 1354,33 $\mu\text{S} / \text{cm}$ de média antes do início do processo eletrolítico, e 1326,78 $\mu\text{S} / \text{cm}$ de média posterior ao processo eletrolítico, além de ser medido também nesse último ensaio as condutividades elétricas, por razões operacionais, sendo a média de 133,29 $\mu\text{S} / \text{cm}$, o que justifica a adição deste sal.

Gráfico 6.5 – Condutividade elétrica nos ensaios eletrolíticos com cipermetrina

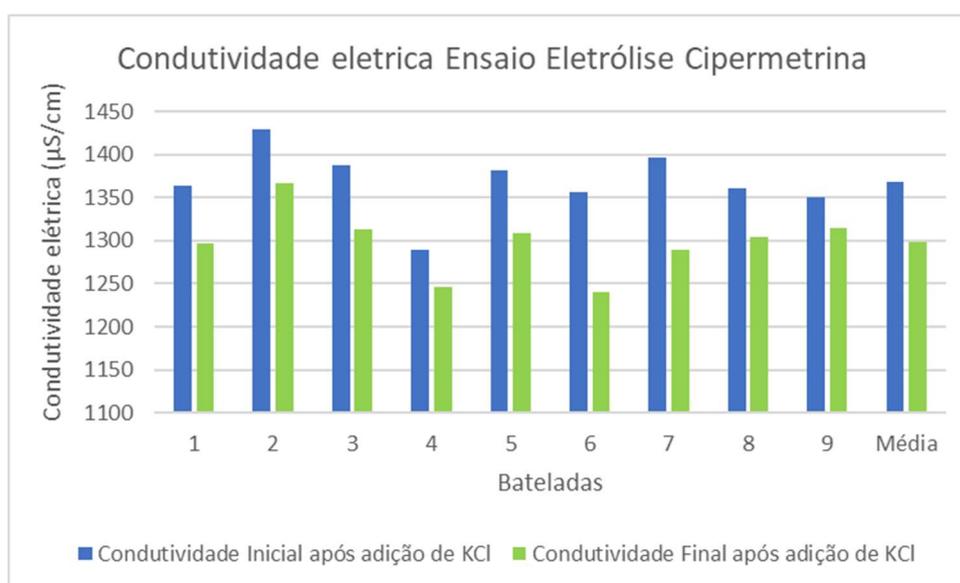
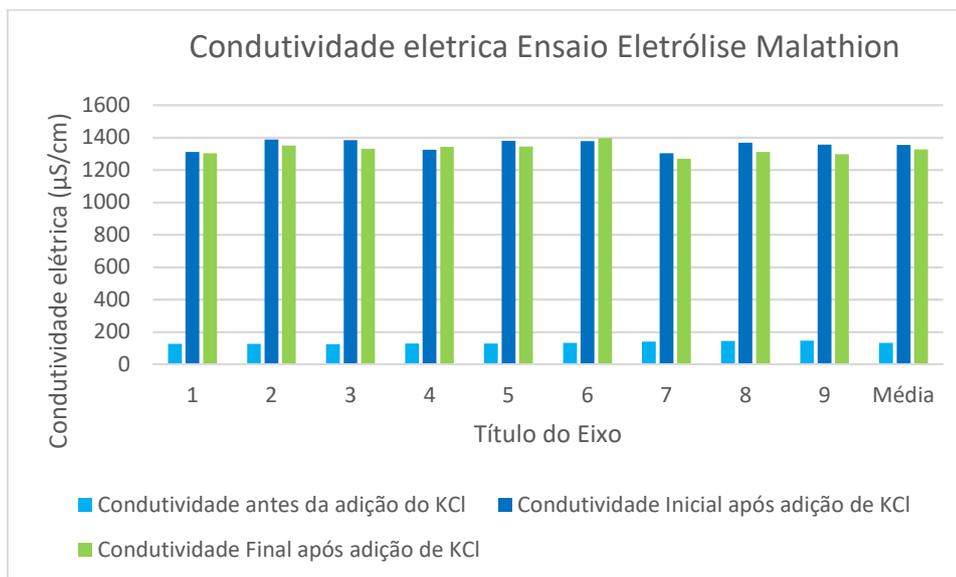


Gráfico 6.6 – Condutividade elétrica nos ensaios eletrolíticos com malathion

6.5.5 Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A)

O aumento da diferença de potencial aplicado relaciona-se com o aumento da redução de matéria orgânica no efluente, além da densidade de corrente aplicada, consumo de energia e condutividade do efluente, diminuindo com o aumento desta. Já o aumento da intensidade de corrente contribuiu para uma maior redução dos valores de DQO, entretanto elevadas intensidades de corrente aumentam a perda por dissipação de calor (RODRIGUEZ, 2008).

Fixada a diferença de potencial inicial em 6,0 V, e a respectiva intensidade de corrente, nas bateladas analisadas, tanto dos ensaios do princípio ativo cipermetrina, quanto dos ensaios de malathion, expressam-se abaixo, nos **gráficos 6.7 e 6.8**, respectivamente.

Observou-se que os eixos (V e A) estão mais próximos no ensaio cipermetrina do que no ensaio do princípio ativo malathion. Nestes gráficos constam as médias por batelada (9 ao total) para cada princípio ativo, além da média global de cada item, constatado esta última média.

No ensaio da cipermetrina, o valor de diferença de potencial foi de 5,96 V, e a intensidade de corrente de 4,86 A.

Já no ensaio do princípio ativo malathion, a diferença de potencial foi de 6,01 V, e a intensidade de corrente de 3,37 A.

Gráfico 6.7– Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A) do ensaio cipermetrina

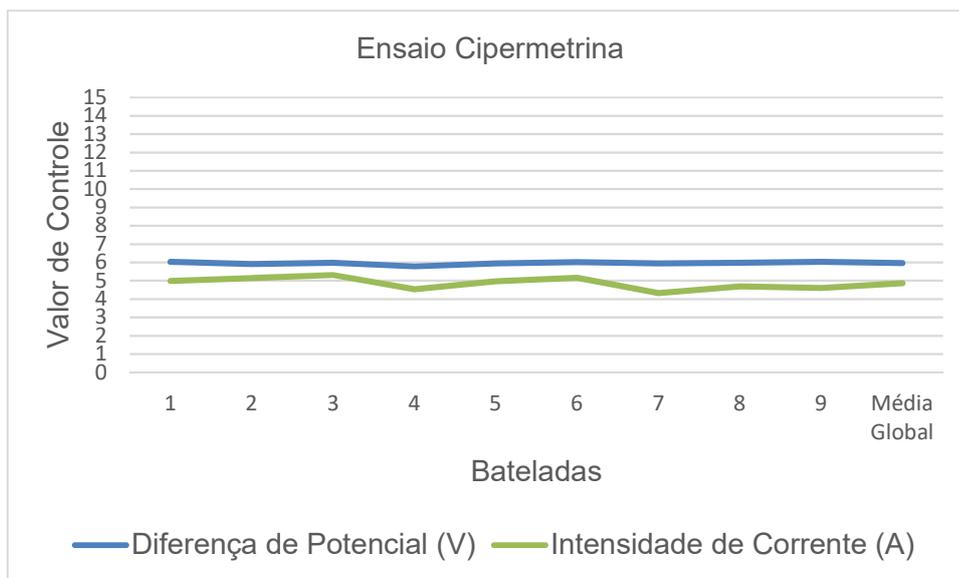
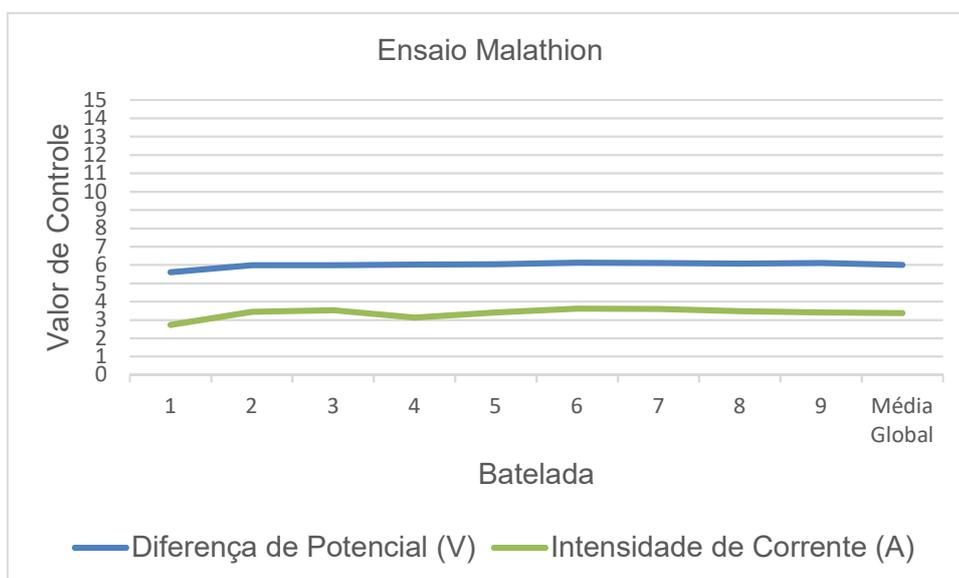


Gráfico 6.8– Diferença de potencial (V) e intensidade de corrente (A) do ensaio Malathion



6.5.6 Densidade de potência

Rodriguez (2008), no seu trabalho para tratamento de esgotos por eletrólise com o anodo no eletrodo de alumínio, nas 1^a, 2^a e 3^a série de ensaios, evidencia que o aumento de temperatura influencia na diminuição da densidade de potência e consumo de energia. Já na 4^a série de ensaios, com anodo no eletrodo de ferro, concluiu que o aumento do lodo possui relação com o aumento da densidade de potência, para uma mesma densidade de corrente. Verificou-se também que se diminuir a densidade de corrente e aumentar o tempo de retenção do efluente no processo eletrolítico, há favorecimento no aumento de sólidos em suspensão e o aumento significativo do lodo gerado atribuído ao desgaste maior dos eletrodos conforme 1^a lei de Faraday. Ambas as situações, a densidade de potência estava em 1,5Wh / L.

Na **tabela 6.7**, observa-se que o consumo médio de energia para o princípio ativo cipermetrina está na ordem de 1,81 Wh / L, e para o malathion na ordem de 1,27 Wh / L, numa redução de 29,84 % no consumo de energia da cipermetrina para o malathion, para um mesmo tempo de retenção para ambos os tratamentos.

Tabela 6.7 – Densidade de potência para a eletrólise dos efluentes gerados pela tríplice lavagem

Densidade de potencia (Wh/L), cuja formula é $P=Uit/V$					
Ensaio	U = Tensão elétrica em V	I = Corrente Aplicada em A (Ampere)	t = Tempo de aplicação da corrente em h (hora)	V = Volume tratado em L	Densidade de Potencia (Wh/L)
1 - Cipermerina	6,03	4,99	0,25	4	1,88
2 - Cipermetrina	5,92	5,15	0,25	4	1,91
3 - Cipermetrina	5,99	5,31	0,25	4	1,99
4 - Cipermetrina	5,78	4,54	0,25	4	1,64
5 - Cipermetrina	5,94	4,98	0,25	4	1,85
6 - Cipermetrina	6,01	5,16	0,25	4	1,94
7 - Cipermetrina	5,95	4,33	0,25	4	1,61
8 - Cipermetrina	5,99	4,69	0,25	4	1,76
9 - Cipermetrina	6,03	4,61	0,25	4	1,74
Média					1,81
1 - Malathion	5,61	2,73	0,25	4	0,96
2 - Malathion	5,99	3,45	0,25	4	1,29
3 - Malathion	5,99	3,53	0,25	4	1,32
4 - Malathion	6,02	3,13	0,25	4	1,18
5 - Malathion	6,05	3,41	0,25	4	1,29
6 - Malathion	6,13	3,62	0,25	4	1,39
7 - malathion	6,11	3,69	0,25	4	1,41
8 - Malathion	6,08	3,49	0,25	4	1,33
9 - Malathion	6,11	3,41	0,25	4	1,30
Média					1,27

6.5.7 Volume do lodo

O processo de produção de lodo no processo eletrolítico está relacionado com a concentração de sólidos em suspensão da amostra original, consumo do eletrodo proporcional ao consumo de corrente, além da natureza do eletrodo (GIORDANO, 1999), distinguindo-se neste momento este efluente originado de resíduos de inseticidas, em reação aos efluentes originados de esgoto, já que a bibliografia consultada aborda este último efluente.

Para este parâmetro, foi medido após cada batelada dos ensaios conforme abordado no capítulo 5 (Metodologia), o volume do lodo flotado e sedimentado, expressos em ml, estando tais volumes expressos nos **gráficos 6.9 e 6.10**, referente aos princípios ativos cipermetrina e malathion respectivamente.

A média dos volumes de lodo, flotado e sedimentado, da cipermetrina estão na ordem de 189 ml e 33 ml respectivamente.

Para o malathion encontra-se na ordem de 100 ml para o lodo flotado e 26 ml para o lodo sedimentado.

O importante é o volume total do lodo formado, pois é este que será decantado.

O volume do lodo é o somatório do lodo flotado e sedimentado.

O lodo inicialmente é arrastado para a superfície pelas microbolhas de hidrogênio, com a perda do gás para a atmosfera o lodo sedimenta.

No final do processo é realizado uma agitação para coleta de amostra para a análise de parâmetros químicos como Fe e Al, de forma que todo o lodo seja sedimentado.

Já o volume do lodo sedimentado da cipermetrina, possui uma média maior que a do ensaio do malathion.

Gráfico 6.9 – Volume do lodo no ensaio do princípio ativo cipermerina

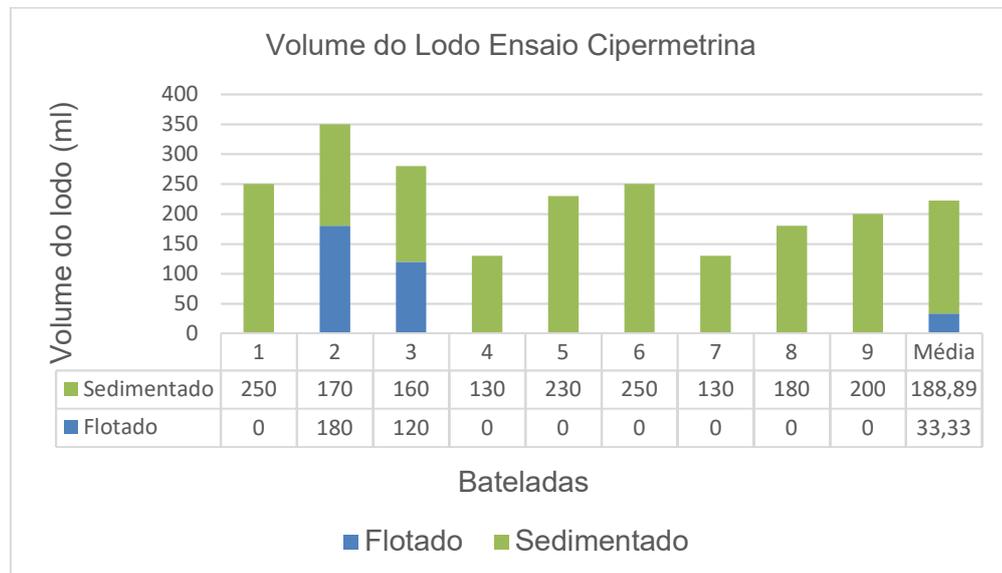
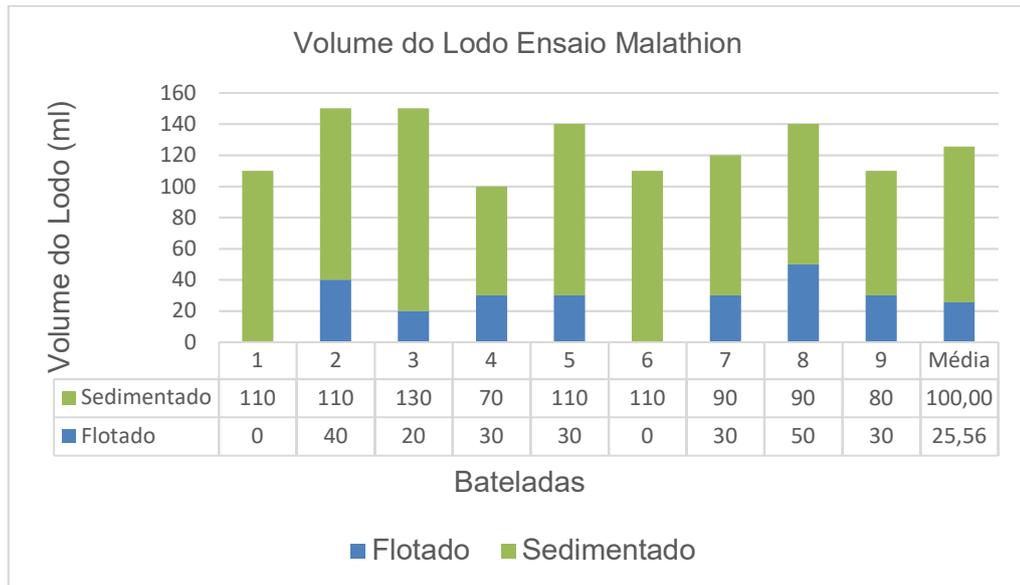


Gráfico 6.10 - Volume do lodo no ensaio do princípio ativo malathion

Para o princípio ativo cipermetrina, a média dos resultados de SST dos ensaios é de 668 mg / L, sendo que através deste valor, conseguimos definir a quantidade de lodo seco (base seca) por ano, considerando o volume de geração de efluente / dia / empresa de 45,68 L, citado no item 3.1.2 deste trabalho, da seguinte forma:

Lodo / dia = 668 mg / L x 45,68 L / dia = 30.514, 24 mg / L / dia ou 30,51 gr / L / dia.

Levando em consideração que uma empresa de controle de pragas exerce atividades todos os dias, inclusive aos fins de semana, sua atuação em um mês pode ser considerada durante todos os 30 dias.

Continuando: 30,51 gr lodo / dia x 30 dias = 915, 3 gr lodo / mês ou 0,915 Kg lodo / mês / empresa.

Ponderando a quantidade de lodo por ano = 0,915 Kg x 12 = 10, 98 Kg de Lodo / ano de lodo seco (base seca).

Para malathion, a média de SST foi de 376,66 mg / L.

Com a mesma lógica de cálculo, teremos os seguintes resultados:

Lodo / dia = 376,66 mg / L X 45,68 L / dia = 17.206,00 mg / L / dia ou 17,20gr / L / dia.

Na sequência: 17,20 gr lodo / dia x 30 dias = 516 gr lodo / mês ou 0,516 Kg lodo / mês / empresa.

Considerando a quantidade de lodo por ano = 0,516 Kg x 12 = 6,19 Kg de lodo / ano de lodo seco (base seca).

6.5.8 Ferro e alumínio

Os resultados referentes ao ensaio da cipermetrina, das análises laboratoriais físico-químicas do efluente tratado por eletrólise, conforme **Tabela 6.1**, observa-se uma variação de Fe e Al. entre < 1,0 a 7,3 mg / L Fe, e entre < 2,5 a 14 mg /L Al para as 9 amostras do efluente tratado geradas.

Para malathion, na **tabela 6.4**, esta variação foi de 6,3 a 11 mg / L Fe, e 5,5 a 11 mg / L Al.

Observa-se que no efluente tratado há presença maior de alumínio em detrimento ao ferro, devido a reação de oxidação do anodo, que neste trabalho foi exatamente definido o alumínio como eletrodo de sacrifício, liberando íons metálicos no efluente tratado em função da eletrolise, justificando seu valor maior.

Quanto ao desgaste das placas de ferro e alumínio em ambos os princípios ativos, segundo WIENDL, 1998, será utilizado pela **Fórmula (07)**:

$$t = M / \alpha \cdot i \quad (07)$$

Sendo:

t = Tempo de eletrólise (segundos)

M = Material desgastado (miligrama)

α = Equivalente eletroquímico do material (mg / Coulomb)

i = Intensidade da corrente (Ampères)

Destaca-se a necessidade dos valores da densidade do ferro fundido e do alumínio, materiais que compõe os eletrodos, para uso no cálculo do material desgastado, sendo estes a seguir:

$$d_{\text{Fe}} = 7800 \text{ kg / m}^3$$

$$d_{\text{Al}} = 2700 \text{ kg / m}^3$$

Importante também considerar a média da intensidade de corrente (A) para cipermetrina de 4,86 A, e para o malathion de 3,37 A. Além do equivalente eletroquímico do Ferro ser de 0,289 mg / Coulomb, e para o alumínio 0,093 mg / Coulomb.

As placas de ferro e alumínio do reator eletrolítico possuem 0,0002 m de espessura, 0,1 m de comprimento e 0,2 m de altura.

Para cálculo do tempo de desgaste em relação ao tratamento da cipermetrina (eletrodo ferro), segue a memória abaixo:

$$M_{\text{eletrodo Fe}} = 7800 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,0002 = 0,0312 \cdot 10^{-6} \text{ mg}$$

Tempo de desgaste total do eletro de ferro será:

$$0,0312 \cdot 10^{-6} / 0,289 \cdot 4,86 = 4501730,77 \text{ s, ou } \sim 52 \text{ dias}$$

Para cálculo do tempo de desgaste em relação ao tratamento da cipermetrina (eletrodo alumínio), segue a memória abaixo:

$$M_{\text{eletrodo Al}} = 2700 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,0002 = 0,108 \cdot 10^{-6} \text{ mg}$$

Tempo de desgaste total do eletrodo de alumínio será:

$$0,108 \cdot 10^{-6} / 0,093 \cdot 4,86 = 4185000 \text{ s, ou } \sim 48 \text{ dias}$$

Para o princípio ativo malathion, seguindo a mesma memória de cálculo anterior, o desgaste para o eletrodo de ferro é de aproximadamente 36 dias, e o de alumínio de 33 dias.

Faz-se necessário a realização da etapa da sedimentação após o processo eletrolítico, enquanto uma das etapas para tratamento do efluente em questão, possuindo característica de remover sólidos em suspensão, sedimentáveis e flutuantes (GIORDANO, 1999) permitindo inclusive a remoção de ferro e alumínio, presentes do efluente tratado e oriundo do tratamento por eletrólise.

6.5.9 DQO – Demanda química de oxigênio

Comparando os resultados obtidos com a DZ-205.R-6 de 2007, do INEA RJ, não há especificação de segmento similar à prestação de serviços de controle de pragas e vetores em ambiente urbano, contudo, no item 6.2.1 desta DZ, informa que “Os efluentes de indústrias com vazão até $3,5 \text{ m}^3 / \text{dia}$ somente poderão ser lançados nos corpos d’água, direta ou indiretamente, se sua carga de DQO for inferior a $3,5 \text{ kg} / \text{dia}$ ” conforme item 3.2.1 deste trabalho, o que significa que a DQO deve ser inferior a $175 \text{ mg} / \text{L O}_2$ ”.

No item 3.1.2 deste trabalho, considerado que as 4.507 empresas de controle de pragas e vetores em ambiente urbanos, geram aproximadamente 45,68 litros de efluente oriundo de tríplice lavagem de frascos e equipamento por dia, e por empresa, portanto conforme limite máximo de DQO da DZ 205 citada acima, todos os valores, tanto para o princípio ativo cipermetrina quanto o malathion, estão dentro deste limite legal conforme esta diretriz do INEA.

Este parâmetro, de acordo com os resultados físico-químicos para cipermetrina do efluente tratado por eletrólise, conforme **tabela 6.1**, observou-se uma variação de $4,0$ a $33 \text{ mg} / \text{L de O}_2$, com uma média de $14,4 \text{ mg} / \text{L O}_2$. Na tríplice lavagem do mesmo inseticida, o valor de DQO foi de $10 \text{ mg} / \text{L O}_2$.

Para análise do inseticida diluído para a aplicação, além da tríplice lavagem, para o princípio ativo cipermetrina, conforme **tabela 6.2**, na calda de aplicação (inseticida diluído para aplicação) a DQO é de $1781 \text{ mg} / \text{L de O}_2$. Já na tríplice lavagem, observou-se a DQO na 1ª lavagem, 2ª, 3ª lavagem e tríplice lavagem (efluente homogeneizado), os valores de $30, 8, 10$ e $10 \text{ mg} / \text{L de O}_2$ respectivamente. Já o efluente tratado a DQO encontrava-se em $13 \text{ mg} / \text{L de O}_2$.

Para o princípio ativo malathion, os resultados físico-químicos para o efluente tratado por eletrólise, conforme **tabela 6.4**, observou-se a uma variação de 50 a 170 mg / L de O₂, com uma média de 103 mg / L O₂.

Já para a análise do inseticida diluído para a aplicação, além da tríplice lavagem, para o princípio ativo malathion, conforme **tabela 6.5**, na calda de aplicação (inseticida diluído para aplicação) a DQO é de 8939 mg / L de O₂. Porém, na tríplice lavagem, observou-se a DQO na 1ª lavagem, 2ª, 3ª lavagem e tríplice lavagem (efluente homogeneizado), os valores eram de 379, 58, 28 e 79 mg / L de O₂ respectivamente.

6.5.10 Sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV)

Para este parâmetro físico-químico, especificamente para o ensaio da cipermetrina do efluente tratado pela eletrólise revelado na **tabela 6.1**, observou-se uma variação para SST de 591 a 774 mg / L. Para SSV a variação foi de 99 a 131 mg / L.

Para o ensaio do princípio ativo malathion estabelecido na **tabela 6.4**, a análise físico-química do efluente tratado pela eletrólise, observou-se a variação do parâmetro SST entre 291 e 1232 mg / L. Para SSV a variação foi entre 42 e 81 mg / L.

6.5.11 Cromatografia

Esta análise fora realizada nas amostras de ambos os princípios ativos (cipermetrina e malathion), nas seguintes fases: Calda de aplicação (inseticida diluído), nas três etapas da tríplice lavagem, tríplice lavagem homogeneizada e no efluente tratado, conforme as **tabelas 6.3 (cipermetrina) e 6.6 (malathion)**, obtendo os seguintes resultados:

Para o ensaio relacionado a cipermetrina, a calda de aplicação foi constatada o valor de $1209,4 \pm 2,78 \mu\text{g} / \text{L}$ cipermetrina. Nas etapas da tríplice lavagem, observou-se na 1ª lavagem o valor de $18,24 \pm 0,04 \mu\text{g} / \text{L}$ cipermetrina, e nas 2ª e 3ª lavagens, efluente homogeneizado, além do efluente tratado, encontrou-se o valor $< 0,50 \mu\text{g} / \text{L}$ cipermetrina. Redução da 1ª lavagem para as demais etapas na ordem de 97,25 %.

Para o ensaio do princípio ativo malathion, na calda de aplicação notou-se o valor de $1.252.044,00 \pm 29.798,64720 \mu\text{g} / \text{L}$ malathion. Já nas etapas de tríplice lavagem (1ª, 2ª e 3ª), encontrou-se os valores de $25.976,40 \pm 618,23832 / 11.247,32 \pm 267,68622 / 2.836,50 \pm 67,50870 \mu\text{g} / \text{L}$ malathion, além do efluente da tríplice lavagem (homogeneizado) possuir o valor de $21.772,40 \pm 18,18312 \mu\text{g} / \text{L}$ malathion. No efluente tratado verificado o valor de $1.122,96 \pm 26,72645 \mu\text{g} / \text{L}$ malathion.

Transformando-se esta unidade para mg / L de malathion, pode-se evidenciar que a tríplice lavagem (efluente homogeneizado), obteve um resultado de $21,772 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion, e o efluente tratado foi reduzido para $1,122 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion, ou seja, uma redução de 94,84 %.

Como referência legal para quantificação dos princípios ativos, utilizaremos a NT-202.R-10 de 1986, do INEA RJ, cujos os pesticidas organofosforados e carbamatos, descritos no item 4.7.26 desta Norma Técnica, definem que a concentração máxima desta substância é de $0,1 \text{ mg} / \text{L}$ por composto.

Em todas as etapas da tríplice lavagem foram coletadas amostras para realização de análises cromatográficas referentes ao princípio ativo cipermetrina. Os valores obtidos encontram-se com concentrações menores que as estabelecidas pela Norma Técnica para este produto.

Para o princípio ativo malathion, apesar de grande remoção deste ativo mediante o tratamento eletrolítico, o resultado obtido ficou acima da concentração definida do definido na NT citada.

7. CONCLUSÃO

- No efluente tratado pelo processo eletrolítico, os experimentos revelaram o valor de $< 0,50 \mu\text{g} / \text{L}$ cipermetrina, e no efluente da 1ª lavagem constatado o valor de $18,24 \pm 0,04 \mu\text{g} / \text{L}$ cipermetrina portanto, a redução da concentração está na ordem de 97,25 %.

Já nas outras etapas da tríplice lavagem, esperava-se que a concentração deste princípio ativo fosse menor, em face de maior diluição, etapa após etapa do processo de lavagem, o que de fato ocorreu, com ambas as concentrações (2ª e 3ª lavagens) $< 0,50 \mu\text{g} / \text{L}$, ou menores de $0,0005 \text{ mg} / \text{L}$ relativo a cipermetrina.

- Para o princípio ativo malathion, na tríplice lavagem constatou-se os valores:
1ª lavagem = $25,976 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion;
2ª lavagem = $11,247 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion;
3ª lavagem = $2,836 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion;
Tríplice lavagem (efluente homogeneizado) = $21,772 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion;
Efluente tratado = $1,122 \text{ mg} / \text{L}$ de malathion.

Conclui-se que embora o valor do efluente tratado para o malathion não atenda ao valor permitido conforme a legislação citada, houve uma redução do valor da tríplice lavagem (efluente homogeneizado), em relação ao efluente tratado por eletrólise, na ordem de 94,85 %, considerado uma redução significativa.

A estrutura molecular do malathion pode ter impactado nos resultados obtidos, o que demanda maior aprofundamento em trabalhos futuros.

- O tempo de desgaste do eletrodo de ferro para o princípio ativo cipermetrina foi de aproximadamente 52 dias, e para o alumínio de 48 dias.
Para malathion, o tempo de desgaste para o eletrodo de ferro foi de aproximadamente 36 dias e para alumínio 33 dias.
O eletrodo de alumínio, por ser o eletrodo de sacrifício justifica ter um tempo de desgaste menor, sofrendo maior corrosão.
- O aumento da concentração de sólidos suspensos durante a eletrólise é resultado da desestabilização da emulsão constituinte com o princípio ativo em ambos os casos.

- O volume de lodo (lodo sedimentado ou flotado) se refere aos sólidos suspensos coloidais desestabilizados até o fim do ensaio. A desestabilização dos sólidos suspensos é uma das formas de confirmação da eficácia do tratamento eletrolítico.
- A concentração final de sólidos em suspensão permite a quantificação da matéria sólida gerada no tratamento para destinação final.
- O Volume do Lodo seco (base seca) para a cipermetrina foi de 10,98 Kg lodo / ano / empresa. Já para o princípio ativo malathion, esta quantidade foi de 6,19 Kg Lodo / ano / empresa.
- Observado uma diminuição no consumo de energia para o tratamento eletrolítico do princípio ativo malathion (1,27 Wh / L) em aproximadamente 30 % em detrimento à cipermetrina (1,81 em Wh / L), podendo estar associado à redução de aproximadamente 44 % na quantidade de lodo seco do malathion (6,19 Kg Lodo / ano) também em detrimento à cipermetrina.
- Os experimentos revelaram que houve uma redução da DQO da calda de aplicação de ambos os produtos, para os valores das 3 lavagens (tríplice lavagem), bem como igualmente dos efluentes tratados, o que era esperado. Entretanto, os valores deste parâmetro para a tríplice lavagem e o efluente tratado, ambos estão dentro do limite legal e, portanto, não havendo diferença significativa com apelo legal entre tais valores, lembrando que o efluente gerado foi originado de uma aplicação deste inseticida, para uma determinada praga e uma determinada concentração, conforme detalhado no item 5 deste trabalho.

8. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que seja continuado este trabalho, usando mais produtos comerciais com grupos químicos e princípios ativos distintos, utilizando a maior diluição possível para uma determinada praga, conforme orientação do fabricante, objetivando usar um cenário de maior possibilidade de concentração destes princípios ativos na calda de tríplice lavagem.

Uma maior variação do tempo de retenção do efluente no processo eletrolítico deve ser explorado em trabalhos posteriores, comparando com os parâmetros físico-químicos a tais variações de tempo.

Em trabalhos futuros a utilização de parâmetros ecotoxicológicos seria relevante, podendo aumentar a discussão sobre o tema, bem como o lastro de informação para análise da eficácia do tratamento eletrolítico para este tipo de efluente.

Igualmente considerar em trabalhos futuros a influência da estrutura molecular dos inseticidas, observando sua importância sobre os resultados obtidos oriundos do processo eletrolítico.

Apesar de haver legislações para destinação de efluentes para o segmento de controle de pragas e vetores em ambiente urbano, além de norma para a tríplice lavagem de embalagens de pesticidas, recomenda-se que tais legislações que dizem respeito ao tratamento, ou destinação destes efluentes, que sejam baseados em estudos científicos que comprovem a eficácia destes tratamentos, e que permitam o descarte destes, sem riscos ambientais e de saúde públicas, conforme análises de parâmetros físicos, químicos e ecotoxicológicos, de acordo com a legislação específica.

Recomenda-se que após o tratamento eletrolítico, sendo considerado para este estudo o tratamento principal, necessário uma nova fase do tratamento deste efluente, como a sedimentação, objetivando reduzir alguns parâmetros como ferro e alumínio, fundamentalmente o alumínio por ter sido o eletrodo de sacrifício no processo eletrolítico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *NBR 13968: embalagem rígida vazia de agrotóxico: procedimentos de lavagem*. Rio de Janeiro, 1997.

ABDEL-GAWAD, S. A.; BARAKA, A. M.; OMRAM K. A.; MOKHTAR M. M. *Removal of Some Pesticides from the Simulated Waste Water by Electrocoagulation Method Using Iron Electrodes*. Revista International Journal of Electrochemical Science. n. 7, p. 6654-6665, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22st ed., Washington: APHA, 2012.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada-RDC nº 52, de 22 de outubro de 2009. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0052_29_09_2014.pdf/c05fbae-fa2c-4a34-a062-47123c6aebb9> Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

BABU B. R.; MEERA K. M. S.; VENKATESAN P. *Removal of pesticides from wastewater by electrochemical methods a comparative approach*. Revista Sustainable Environment Research. n. 21, p. 401-406, 2011.

BARRERA-DÍAS, C.; MORALES, G. R.; CÓRDOBA, L. A.; SILVA, T. P.; BILYEU, B. *Electrochemical treatment applied to food-processing industrial wastewater*. Ind. Eng. Chem. Res., v.45, p.34-38. 2006.

BECK, E. C.; GIANNINI, A. P.; RAMIREZ, E. R. *Electrocoagulation clarifies food wastewater*. Food Technology. USA, p. 18-22, Feb. 1974.

BILA, D. M.; *Controle de efluentes líquidos e emissões atmosféricas*. Rio de Janeiro: Mestrado profissionalizante em engenharia ambiental. UERJ - Universidade Estadual do Estado do Rio de Janeiro, 2015. FEN 077357. Notas de aula.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

BRASIL. Decreto dos Agrotóxicos. Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm> Acesso em 04 de março de 2017.

CÂMARA NETO, H. F. *Condições sanitárias do ambiente urbano e o uso de pesticida doméstico: implicações para a saúde*. 2000. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), NESC/CPqAM/Fiocruz/MS.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem*. 2009. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2017.

CONNELY, P. *Environmental fate of fipronil*. 2001. Disponível em: http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/enfate_archive/fipronil.pdf. Acesso em: 05 de Maio de 2017.

Cardona S. C. J. *Toxicidad de organofosforados y carbamatos*. Disponível em: <http://www.monografias.com/trabajos107/toxicidad-organofosforados-y-carbamatos/toxicidad-organofosforados-y-carbamatos.shtml>. Acesso em: 27 de agosto de 2017.

COSTA. L. M. *Avaliação dos efeitos associados dos inseticidas fipronil e imidacloprido sobre a mortalidade da abelha nativa Meliponascutellaris (LATREILLE, 1811)*. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Agricultura e Meio Ambiente) Universidade Federal de São Carlos, RS, 2015.

COUTINHO, et al. *Pesticidas: mecanismos de ação, degradação e toxidez*. Revista de ecotoxicologia e meio ambiente, Curitiba, PR, v. 15, p. 65-72. 2005. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/4469>> Acesso em: 12 de fevereiro de 2017.

DA SILVA, A. C. S.; VILELA, F. P.; BRANDÃO, C. M. O. N. *Intoxicação exógena por “chumbinho” como forma de autoextermínio no estado de Goiás*. 2003 – 2007. Revista eletrônica de enfermagem. v. 12, n. 4, p. 686-691, 2010. Disponível em: <https://www.fen.ufg.br/fen_revista/v12/n4/v12n4a13.htm> Acesso em: 12 de fevereiro de 2017.

DANESHVAR, N.; SORKHABI, H.; KASIRI, M. *Decolorization of C. I. Acid Yellow 23 solution by electrocoagulation process: Investigation of operational parameters and evaluation of specific electrical energy consumption (SEEC)*. Journal of Hazardous Materials. v. 148, i. 3, p. 556-572. 2007.

DELGADILLO, S.A.M., *Tratamento eletrolítico de efluentes de refinaria e petróleo*. Campinas – SP, 1991. 191p. Tese: Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, 1991.

DETWEILER, M. B. *Organophosphate intermediate syndrome with neurological complications of extrapyramidal symptoms in clinical practice*. Journal of Neurosciences in Rural Practices. v. 5, i. 3, p. 298-301. 2014.

EPA. *Types of Pesticides*. Jan. 2009. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>>. Acesso em 04 mar. 2016.

FARADAY, M. *Experimental Researches in Electricity*. Seventh Series. Royal Society, London, UK. Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1834 124, 77-122, published 1 January 1834.

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. International code of conduct on the distribution and use of pesticides. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/y4544e/y4544e02.htm#bm2.2>>. Acesso em: 04 mar. 2016.

FERREIRA, D. S. *Estudo comparativo da coagulação/floculação e eletrocoagulação no tratamento de lixiviado de aterro*. 2013. Dissertação (Programa de pós-graduação em tecnologia de processos químicos e bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 126. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufri.br/download/coagulacao-floculacao-e-eletrocoagulacao-no-tratamento-de-lixiviado.pdf>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2017.

FERREIRA, L. H. *Remoção de sólidos em suspensão de efluente da indústria de papel por eletroflotação*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. p. 99.

FIGUEIREDO, R. F.; FADINI, P. S.; NETO, N. L. C. *A Eletrólise e o Tratamento de Esgotos*. *Engenharia Sanitária Ambiental*, ano II, n. 4. p. 59-63. 1993.

FIGUEIREDO, C. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Library of Alexandra. p. 3052. 1937.

FREIRE, R. S.; PELEGRINI, R.; KUBOTA, L. T.; DURAN, N.; PERATA-ZAMORA, P. *Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organoclorados*. *Revista Química Nova*. n.23, ano 4, p.504-511, 2000.

FURTADO, R. D. *Tratamento de efluentes gerados pela lavagem de aeronaves agrícolas e pelo descarte das aplicações aéreas de agrotóxico*. 2012. Tese (Programa de pós-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. p. 206.

FAGUNDES, G. *Tabela de densidade dos materiais*. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/101542267/Tabela-de-Densidade-Dos-Materiais>. Acesso em: 02 de setembro de 2017.

GIORDANO, G. *Análise e formulação de processos para tratamento dos chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos*. 2003. 257f. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, p. 115-136.

_____. *Apostila tratamento e controle de efluentes industriais. Cursos de graduação e pós-graduação em engenharia ambiental*. UERJ, Rio de Janeiro, 2006.

GIORDANO, G.; BARBOSA FILHO, O. *O processo eletrolítico aplicado ao saneamento ambiental de balneários*. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Rio Grande do Sul. Anais eletrônicos...[s.l.]: ABES 2000. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-047.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

GIORDANO, G.; SURERUS, V. *Efluentes industriais: estudo de tratabilidade*. Rio de Janeiro. Publit Soluções Editoriais, 2015. v. 1.

GILI, I. *Tratamento de efluente por eletrólise: Estudo de caso para efluentes têxteis*. 2015. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. p. 102.

HOLT, P. K. *Electrocoagulation: Unraveling and Synthesising the mechanisms behind a water treatment process*. 2002. Tese. (Faculty of Engineering). University of Sydney. Sidney, Australia. p. 221.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. NT-202.R-10 – Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos. Aprovada pela Deliberação CECA nº 1007, de 04 de dezembro de 1986. Disponível em: http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mda2/~edisp/inea_006744.pdf. Acesso em: 29 de julho de 2017.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **DZ-205. R-6** – *Diretriz de Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos de Origem Industrial*. Aprovada pela Deliberação CECA nº 4887, de 25 de setembro de 2007. Republicada no DOERJ de 08 de novembro de 2007. Disponível em: http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mda3/~edisp/inea_007148.pdf. Acesso em: 29 de julho de 2017.

JULIEN, A. Pastores e Agricultores. 2017. Disponível em: http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11272410032015Pre-Historia_aula_06.pdf. Acesso em 16 de outubro de 2017.

KIM, T. H.; PARCK, C.; LEE, J.; SHIN, E. B.; KIM, S. (2002). *Pilot scale treatment of textile wastewater by combined process*. (fluidized biofilm process-chemical coagulation/electrochemical oxidation). *Water Research* 36, p. 3979-3988.

KUMAR, P. R.; CHAUDHARI, S.; KHILAR, K. C.; MAHAJAN, S. P. *Removal of arsenic from water by electrocoagulation*. *Chemosphere*, n. 5. P. 1245-1252, 2004.

LUO, Y.; ZHANG, M. *Environmental Modeling and Exposure Assessment of Sediment – Associated Pyrethroids in an Agricultural Watershed*. PLOS ONE, published January 5, 2011.

MANSOUR, L. B. ; CHALBI, S. *Removal of oil from oil/water emulsions using electroflotation process*. *Journal of Applied Electrochemistry*. v. 36, i. 5, p. 577-581. 2006.

MARTINS, T. G.; CHIAPETTA, S. C.; CARVALHO, L. J.; CASSELLA, R. J. *Comparação da eficiência de diferentes técnicas (esgotamento e floculação) de fixação de permetrina em tecidos têxteis*. *Rev. Virtual Quim.*, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281496769_Comparison_of_the_Efficiency_of_Different_Techniques_Exhaustion_and_Padding_for_the_Fixation_of_Permethrin_in_Fabrics. Acesso em: 27 de agosto de 2017.

MATIAS, R. S. *Como agem os inseticidas nos insetos*. 2016. Disponível em: <https://www.pragaseeventos.com.br/saude-ambiental/como-agem-os-inseticidas-nos-insetos/>. Acesso em 05 de maio de 2017.

MATIAS, R. S. História dos inseticidas. 2011. Disponível em: <<http://matiassinantropicos.blogspot.com.br/2011/08/historia-dos-inseticidas.html>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

MEZZARI, I. A. *Utilização de carvões adsorventes para o tratamento de efluentes contendo pesticidas*. 2002. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. p.117.

MOHAMMAD, Y. A.; MOLLAH, P. M.; JEWEL A. G. G.; MEHMET, K. PARGA, J.; COCKE, D. L. *Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation*. *Journal of hazardous Materials*. v. 114, i. 1-3, p. 199-210. 2004.

MOLLAH, M. Y., SCHENNACH, R., PARGA, J., COCKE, D. L. *Electrocoagulation – science and applications*. *Journal of hazardous Materials*. b. 84, p. 29-41, 2001.

MORI, M. N.; OIKAWA, H.; SAMPA, M. H. de O.; DUARTE, C. L. *Descontaminação de embalagens de clorpirifós utilizando radiação ionizante*. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEM SP). International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2005. p. 5, 2005.

NAVARRO, R.F. A evolução dos materiais. Parte 1: da pré-história ao início da era moderna. *Revista eletrônica de Materiais e Processos*. V. 1, 1, p. 01-11. 2006

NETTO, J. B. P.; NOGUEIRA, W. A.; RAMOS, W. *Experiência capixaba na aplicação do processo de coagulação elétrica*. In: 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió. Anais. Editora ABES, Rio de Janeiro, 1985, Tema: água, p. 1-23.

PELLEGRINI, R. T.; BERTAZZOLI, R. *Processos eletroquímicos para redução da poluição de efluentes originados nas etapas de branqueamento de polpa de celulose*. 2002. (Repositório de Produção Científica e Intelectual da UNICAMP) Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/85118>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

PEREIRA, A. M.; *Efeitos dos inseticidas na sobrevivência e no comportamento de abelhas*. 2010. Doutorado (Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Zoologia) Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. Disponível: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/106530>>. Acesso: 29 de março de 2017.

PHCFOCO. Pesquisa análise setorial. Disponível em: <<http://phcfoco.com.br>>. Acesso em 12 de junho de 2017.

RIBEIRO, M. L.; LOURENCETTI, C.; PEREIRA, S. Y.; DE MARCHI. M. R. R. *Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar*. *Revista Química Nova*. v. 30, n. 3, p. 688-694. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300031>. Acesso em: 18 de março de 2017.

RODRIGUEZ, C. J. M., 2008. *Tratamento de efluentes líquidos na estação Antártica Comandante Ferraz (EACF): Avaliação da aplicabilidade do processo eletrolítico*. 2008. Dissertação (Programa de pós-graduação em engenharia ambiental) Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. p. 253.

SANTOS, M. A. T.; ÁREAS, M. A.; REYES, F. G. R. *Piretróides- Uma visão geral. Alimento e nutrição* – Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 18, n. 3, p. 339-349, Jul./Set. 2007.

SHEN, F.; CHEN, X.; GAO, P.; CHEN, G. *Electrochemical removal of fluoride ions from industrial wastewater*. Chem. Eng. Sci., n. 58, p. 987-993, 2003.

SIMON-DELSO, N. et al. *Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites* – Environmental Science and Pollution Research. v. 22, i. 1, p. 5-34. 2015.

SINOTI, A. L. P. *Processo eletrolítico no tratamento de esgotos sanitários: estudo da sua aplicabilidade e mecanismos associados*. 2004. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília. Brasília, DF. p. 188. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp095424.pdf>. Acesso em: 02 de abril de 2017.

SOBRINHO, P. A. e Zimbardi, W. *Tratamento de esgotos de áreas litorâneas por processo eletrolítico*. 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo. Anais Editora ABES, Rio de Janeiro, 1987. v. 2, tomo I, p.136-155. 1987.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. *Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptor*– Annual Review of Entomolog, January. v. 48, p. 339–364. 2003.

TOFFLER, A. *A terceira onda*. 3ª ed. São Paulo. Editora Record. p. 491, 1980.

TROVÓ, A. G.; VILLA, R. D.; NOGUEIRA, R. F. P. *Utilização de reações foton-fenton na prevenção de contaminações agrícolas*. Revista Química Nova. v. 28, n. 5, p. 847-851, publicado na WEB em 30 de junho de 2005.

VACONDIO, B. *Biodegradação do pesticida Pentaclorofenol por uma linhagem do fungo marinho isolado na Ascídia Didemnum ligulum*. 2014. Dissertação. (Programa de Pós-graduação em ecologia e recursos naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP. p. 94. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2102/5793.pdf?sequence=1>. Acesso em: 08 de abril de 2017.

WIENDL, W. G. *Processo eletrolítico no tratamento de esgotos sanitários*. Revista ABES. p. 25-26. 1998.

_____. *Processo eletrolítico no tratamento de esgotos sanitários*. Revista ABES. p. 112. 1998.

_____. *Processo eletrolítico*. Revista DAE, São Paulo, v. 45, p. 142-143. 1985.

APÊNDICE A1 – Ensaio de processo eletrolítico, em escala de laboratório, para o princípio ativo cipermetrina, além dos gráficos respectivos da evolução da diferença de potencial (V) e a intensidade de corrente (A)

Tabela A1.1 – Amostra 1 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 25/01/2017		Princípio Ativo: Cipermetrina		Amostra: 01	
PARÂMETROS					
pH Inicial	6,55				
Condutividade inicial (µS/cm)	1363				
Coagulante utilizado	KCl				
Concentração do coagulante utilizado	30,00%				
Tempo de residência (min)	15				
Intensidade da corrente média (A)	4,99				
Diferença de Potencial média (V)	6,03				
pH final	8,36				
Condutividade final (µS/cm)	1297				
Material das placas	Ferro / alumínio				
Área molhada das placas (cm ²)	14,75 x 10,0				
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0				
Volume da amostra (L)	4,0				
Volume do lodo (ml)					
() flotado (x) sdimentado	250,0				
Temperatura Inicial (Celsius)	28,1				
Temperatura Final (Celsius)	33,7				
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0				

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
09:28	6,0	4,3
09:29	6,0	4,5
09:30	6,0	4,6
09:31	6,0	4,8
09:32	6,1	4,8
09:33	6,0	4,7
09:34	5,9	5,0
09:35	6,0	4,9
09:36	5,9	5,1
09:37	6,0	5,1
09:38	6,0	5,1
09:39	6,0	5,2
09:40	6,3	5,5
09:41	6,2	5,5
09:42	6,1	5,7
Média	6,03	4,99

Gráfico A1.1 – Amostra 1 - Cipermetrina

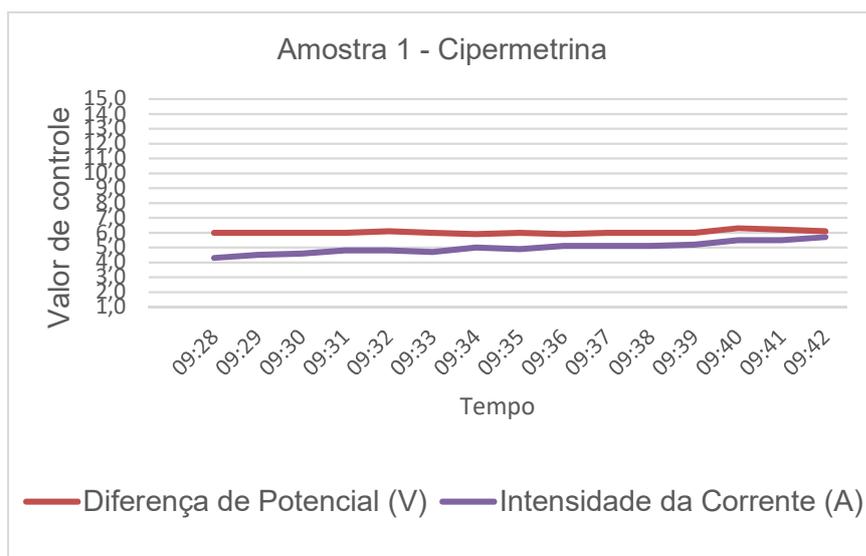


Tabela A1.2 – Amostra 2 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 25/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 02

PARÂMETROS	
pH Inicial	7
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1429
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	5,15
Diferença de Potencial média (V)	5,92
pH final	8,55
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1366
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 180,0
(X) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 170,0
Temperatura Inicial (Celsius)	30,2
Temperatura Final (Celsius)	32,3
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
10:36	6,0	4,1
10:37	5,8	4,8
10:38	5,9	5,0
10:39	5,9	5,1
10:40	5,9	5,1
10:41	5,8	5,0
10:42	5,8	5,1
10:43	6,0	5,3
10:44	6,0	5,4
10:45	6,0	5,3
10:46	5,9	5,4
10:47	6,0	5,4
10:48	5,9	5,4
10:49	6,0	5,5
10:50	5,9	5,3
Média	5,92	5,15

Gráfico A1.2 – Amostra 2 - Cipermetrina

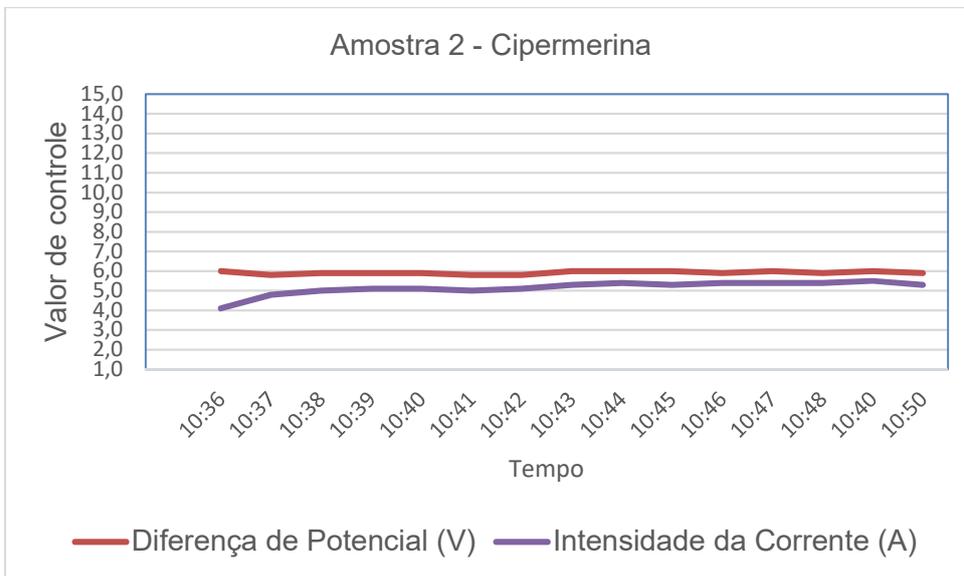


Tabela A1.3 – Amostra 3 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 25/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 03

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,1
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1387
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	5,31
Diferença de Potencial média (V)	5,99
pH final	8,5
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1313
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 120,0
(X) flotado (x) sdimentado	Sedimentado = 160,0
Temperatura Inicial (Celsius)	31,1
Temperatura Final (Celsius)	32,9
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
11:39	6,1	4,5
11:40	6,0	5,0
11:41	5,9	5,2
11:42	6,0	5,2
11:43	6,0	5,3
11:44	6,0	5,3
11:45	6,0	5,3
11:46	6,0	5,4
11:47	5,9	5,4
11:48	6,0	5,5
11:49	6,0	5,5
11:50	6,0	5,5
11:51	6,0	5,5
11:52	5,9	5,5
11:53	6,0	5,5
Média	5,99	5,31

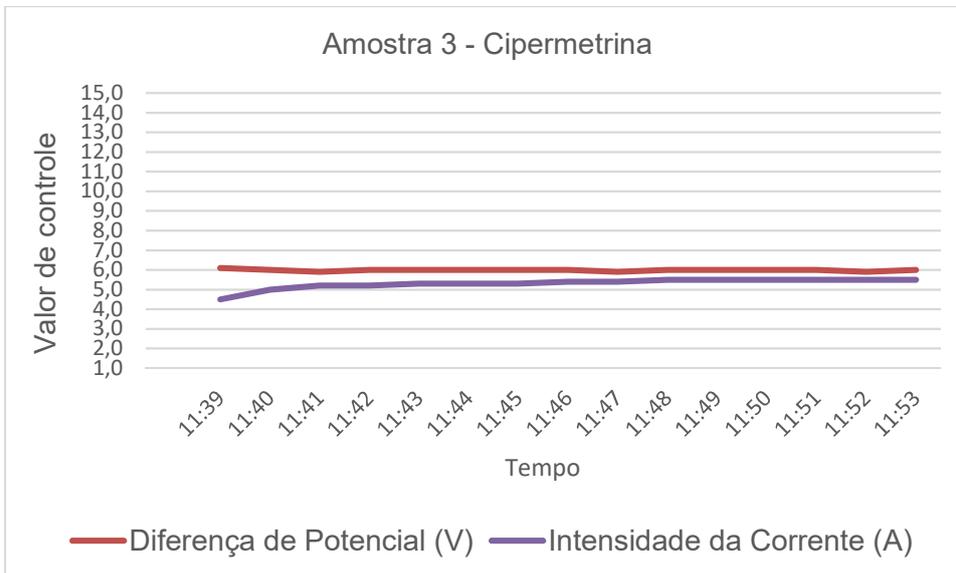
Gráfico A1.3 – Amostra 3 - Cipermetrina

Tabela A1.4 – Amostra 4 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 26/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 04

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,7
Condutividade inicial (µS/cm)	1290
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	4,54
Diferença de Potencial média (V)	5,78
pH final	8,55
Condutividade final (µS/cm)	1246
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm ²)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	130,0
() flotado (x) sedimentado	
Temperatura Inicial (Celsius)	33,0
Temperatura Final (Celsius)	36,2
Temperatura Ambiente (Celsius)	32,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
08:48	6,0	3,4
08:49	5,9	4,1
08:50	5,8	4,3
08:51	5,8	4,5
08:52	5,8	4,5
08:53	5,8	4,6
08:54	5,8	4,6
08:55	5,7	4,7
08:56	5,7	4,7
08:57	5,8	4,7
08:58	5,7	4,7
08:59	5,7	4,7
09:00	5,8	4,8
09:01	5,7	4,9
09:02	5,7	4,9
Média	5,78	4,54

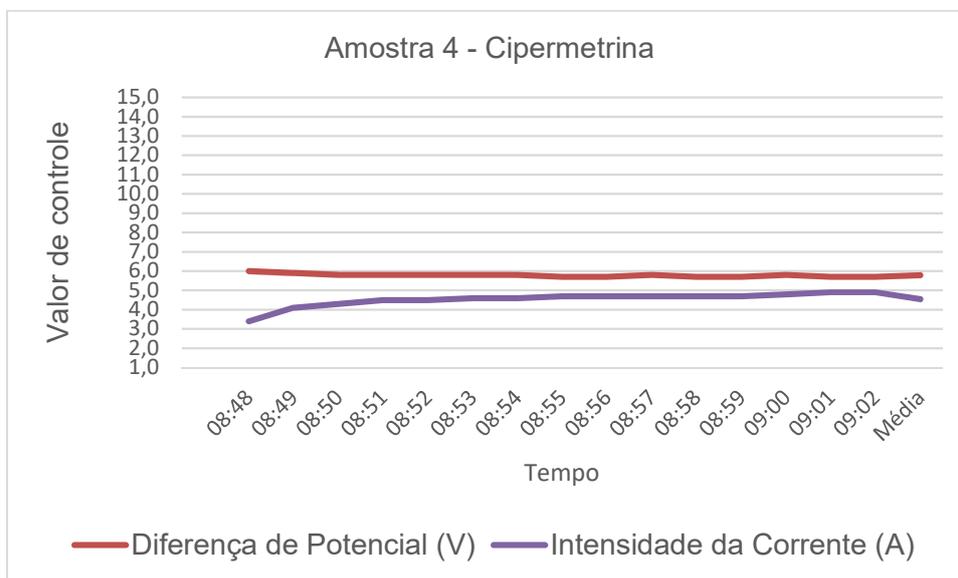
Gráfico A1.4 – Amostra 4 - Cipermetrina

Tabela A1.5 – Amostra 5 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 26/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 05

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,2
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1382
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	4,98
Diferença de Potencial média (V)	5,94
pH final	8,2
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1309
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	230,0
Temperatura Inicial (Celsius)	33,0
Temperatura Final (Celsius)	34,5
Temperatura Ambiente (Celsius)	32,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
09:52	6,0	4,4
09:53	6,0	4,7
09:54	6,0	4,7
09:55	6,0	4,9
09:56	5,9	4,9
09:57	5,9	5,1
09:58	5,9	5,1
09:59	5,9	5,1
10:00	6,0	5,1
10:01	5,9	5,1
10:02	5,9	5,1
10:03	5,9	5,1
10:04	5,9	5,1
10:05	5,9	5,1
10:06	6,0	5,2
Média	5,94	4,98

Gráfico A1.5 – Amostra 5 - Cipermetrina

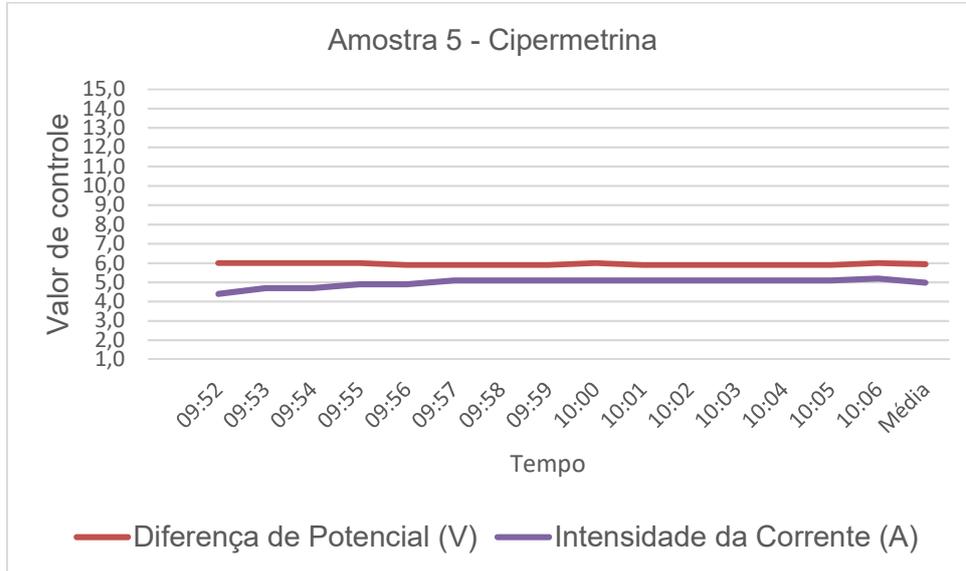


Tabela A1.6 – Amostra 6 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 26/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 06

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,2
Condutividade inicial (µS/cm)	1356
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	5,16
Diferença de Potencial média (V)	6,01
pH final	8,3
Condutividade final (µS/cm)	1240
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	250,0
Temperatura Inicial (Celsius)	33,8
Temperatura Final (Celsius)	35,5
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
10:57	6,0	4,4
10:58	6,0	5,1
10:59	6,0	5,3
11:00	6,0	5,3
11:01	6,1	5,3
11:02	6,1	5,2
11:03	6,0	5,2
11:04	6,0	5,2
11:05	6,1	5,3
11:06	6,0	5,3
11:07	6,0	5,2
11:08	6,0	5,2
11:09	5,9	5,1
11:10	6,0	5,2
11:11	6,0	5,1
Média	6,01	5,16

Gráfico A1.6 – Amostra 6 - Cipermetrina

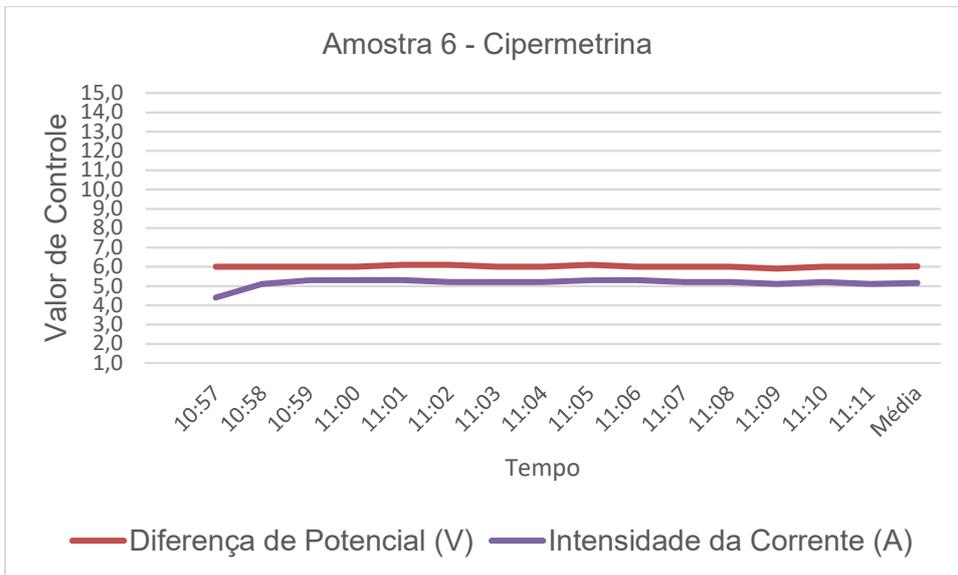


Tabela A1.7 – Amostra 7 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 27/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 07

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,5
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1397
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	4,33
Diferença de Potencial média (V)	5,95
pH final	8,4
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1289
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	130,0
() flotado (x) sedimentado	
Temperatura Inicial (Celsius)	29,3
Temperatura Final (Celsius)	32,7
Temperatura Ambiente (Celsius)	32,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
08:54	6,1	3,2
08:55	6,1	3,8
08:56	6,0	4,1
08:57	5,9	4,3
08:58	6,0	4,2
08:59	6,0	4,4
09:00	6,0	4,5
09:01	5,9	4,5
09:02	5,9	4,5
09:03	5,9	4,5
09:04	5,9	4,5
09:05	5,9	4,5
09:06	5,9	4,6
09:07	5,9	4,7
09:08	5,8	4,7
Média	5,95	4,33

Gráfico A1.7 – Amostra 7 - Cipermetrina

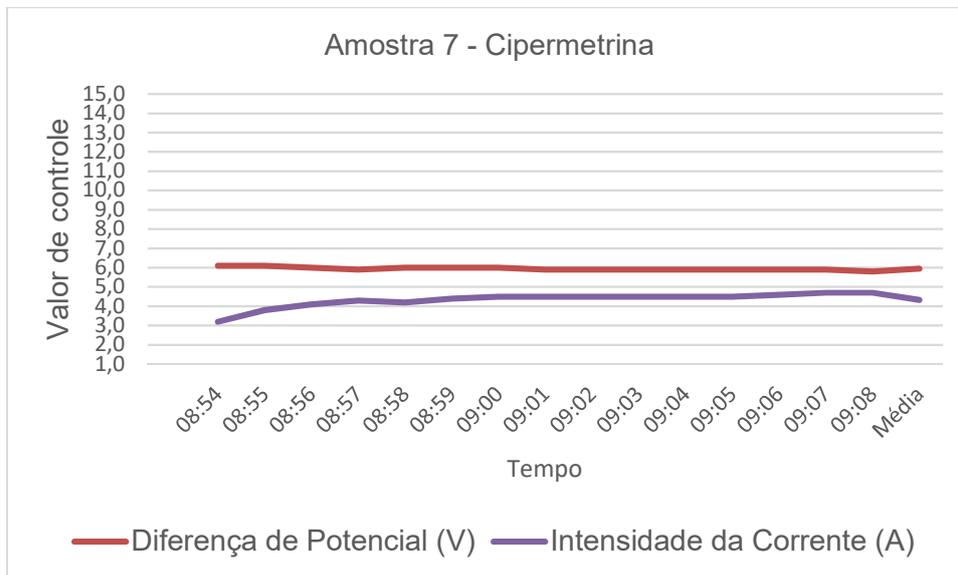


Tabela A1.8 – Amostra 8 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 27/01/2017

Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 08

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,3
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1361
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	4,69
Diferença de Potencial média (V)	5,99
pH final	8,3
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1304
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	180,0
Temperatura Inicial (Celsius)	30,5
Temperatura Final (Celsius)	32,3
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
09:59	6,0	4,1
10:00	6,0	4,5
10:01	6,0	4,5
10:02	6,0	4,6
10:03	6,0	4,7
10:04	6,0	4,6
10:05	6,0	4,6
10:06	6,0	4,8
10:07	6,0	4,7
10:08	5,9	4,7
10:09	6,0	4,9
10:10	6,0	4,9
10:11	6,0	4,9
10:12	6,0	4,9
10:13	6,0	4,9
Média	5,99	4,69

Gráfico A1.8 – Amostra 8 - Cipermetrina

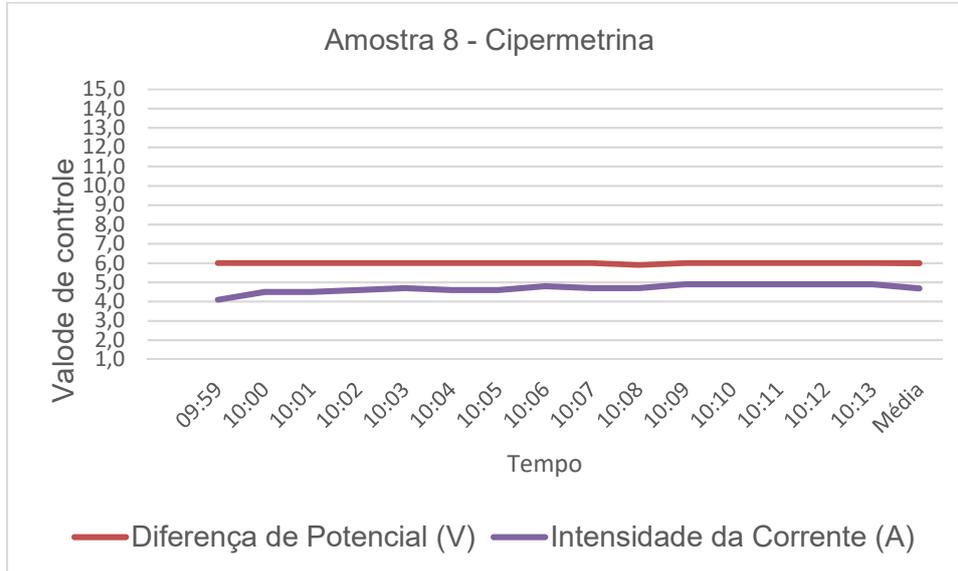


Tabela A1.9 – Amostra 9 – Princípio ativo cipermetrina

Data: 27/01/2017

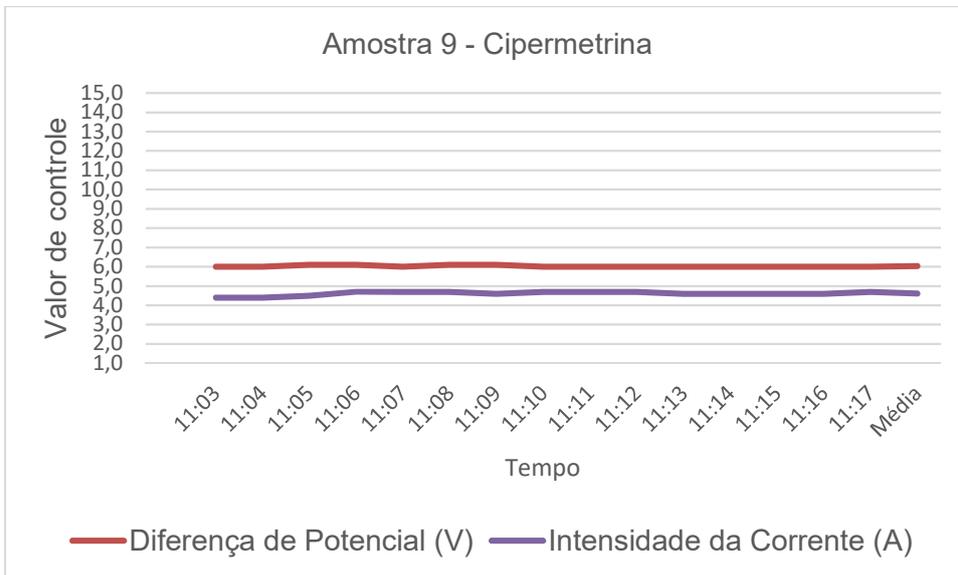
Princípio Ativo: Cipermetrina

Amostra: 09

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,25
Condutividade inicial (µS/cm)	1350
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	4,61
Diferença de Potencial média (V)	6,03
pH final	8,35
Condutividade final (µS/cm)	1315
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	200,0
Temperatura Inicial (Celsius)	30,6
Temperatura Final (Celsius)	31,9
Temperatura Ambiente (Celsius)	31,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
11:03	6,0	4,4
11:04	6,0	4,4
11:05	6,1	4,5
11:06	6,1	4,7
11:07	6,0	4,7
11:08	6,1	4,7
11:09	6,1	4,6
11:10	6,0	4,7
11:11	6,0	4,7
11:12	6,0	4,7
11:13	6,0	4,6
11:14	6,0	4,6
11:15	6,0	4,6
11:16	6,0	4,6
11:17	6,0	4,7
Média	6,03	4,61

Gráfico A1.9 – Amostra 9 – Cipermetrina



APÊNDICE A2 – Ensaio de processo eletrolítico, em escala de laboratório, para o princípio ativo malathion, além dos gráficos respectivos da evolução da diferença de potencial (V) e a intensidade de corrente (A).

Tabela A2.1 – Amostra 1 – Princípio ativo malathion

Data: 31/05/2017		Princípio Ativo: Malathion		Amostra: 01	
PARÂMETROS					
pH Inicial	7,8				
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1311				
Coagulante utilizado	KCl				
Concentração do coagulante utilizado	30,00%				
Tempo de residencia (min)	15				
Intensidade da corrente média (A)	2,73				
Diferença de Potencial média (V)	5,61				
pH final	8,87				
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1303				
Material das placas	Ferro / alumínio				
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0				
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0				
Volume da amostra (L)	4,0				
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	110,0				
Temperatura Inicial (Celsius)	22,0				
Temperatura Final (Celsius)	23,8				
Temperatura Ambiente (Celsius)	26,0				
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	127,5				

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
10:41	6,0	1,3
10:42	5,9	1,7
10:43	5,6	2,1
10:44	5,6	2,4
10:45	5,6	2,6
10:46	5,6	2,7
10:47	5,6	2,9
10:48	5,6	3,0
10:49	5,6	3,1
10:50	5,6	3,2
10:51	5,6	3,2
10:52	5,5	3,2
10:53	5,5	3,2
10:54	5,4	3,1
10:55	5,5	3,2
Média	5,61	2,73

Gráfico A2.1 – Amostra 1 – malathion

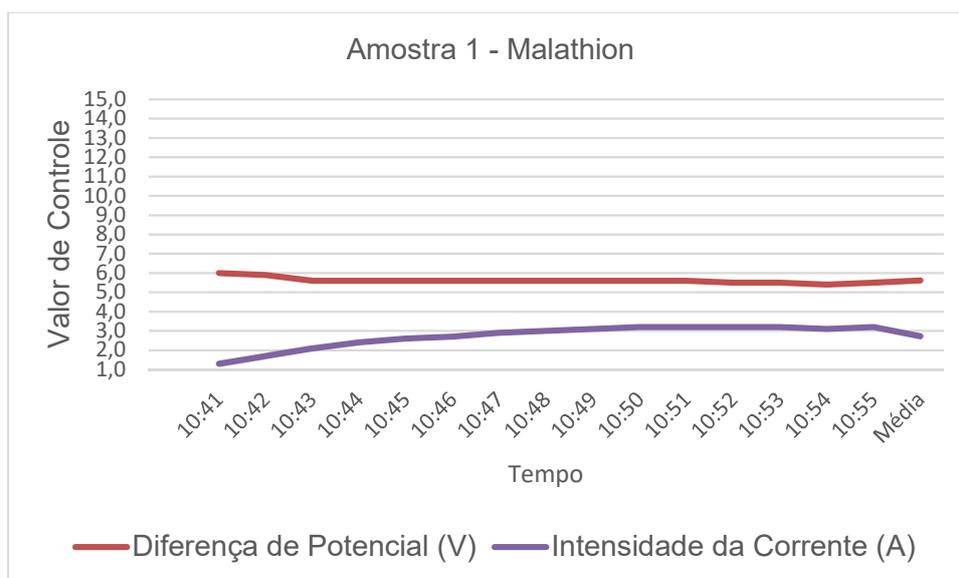


Tabela A2.2 – Amostra 2 – Princípio ativo malathion

Data: 31/05/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 02

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,69
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1387
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,45
Diferença de Potencial média (V)	5,99
pH final	9,02
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1350
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 40,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 110,0
Temperatura Inicial (Celsius)	23,3
Temperatura Final (Celsius)	24,7
Temperatura Ambiente (Celsius)	26,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	126,0

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
11:46	6,0	3,0
11:47	6,1	3,2
11:48	6,0	3,3
11:49	6,0	3,3
11:50	5,9	3,3
11:51	6,0	3,4
11:52	6,0	3,4
11:53	6,0	3,5
11:54	6,0	3,6
11:55	6,0	3,6
11:56	6,0	3,5
11:57	5,9	3,6
11:58	6,0	3,7
11:59	6,0	3,7
12:00	6,0	3,7
Média	5,99	3,45

Gráfico A2.2 – Amostra 2 – Malathion

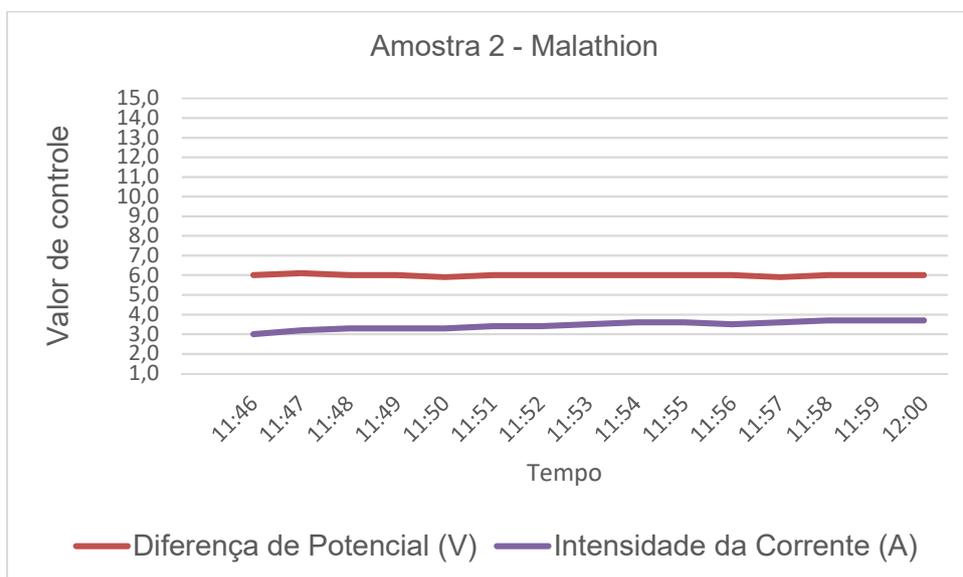


Tabela A2.3 – Amostra 3 – Princípio ativo malathion

Data: 31/05/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 03

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,4
Condutividade inicial (µS/cm)	1384
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,53
Diferença de Potencial média (V)	5,99
pH final	9,1
Condutividade final (µS/cm)	1331
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 20,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 130,0
Temperatura Inicial (Celsius)	23,4
Temperatura Final (Celsius)	24,7
Temperatura Ambiente (Celsius)	26,0
Condutividade antes da adição KCl (µS/cm)	124,5

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
12:43	5,9	3,1
12:44	6,0	3,3
12:45	6,0	3,4
12:46	6,0	3,5
12:47	6,0	3,5
12:48	6,0	3,6
12:49	6,0	3,5
12:50	6,0	3,6
12:51	6,0	3,6
12:52	6,0	3,5
12:53	5,9	3,6
12:54	6,0	3,7
12:55	6,0	3,7
12:56	6,0	3,7
12:57	6,1	3,7
Média	5,99	3,53

Gráfico A2.3 – Amostra 3 – Malathion

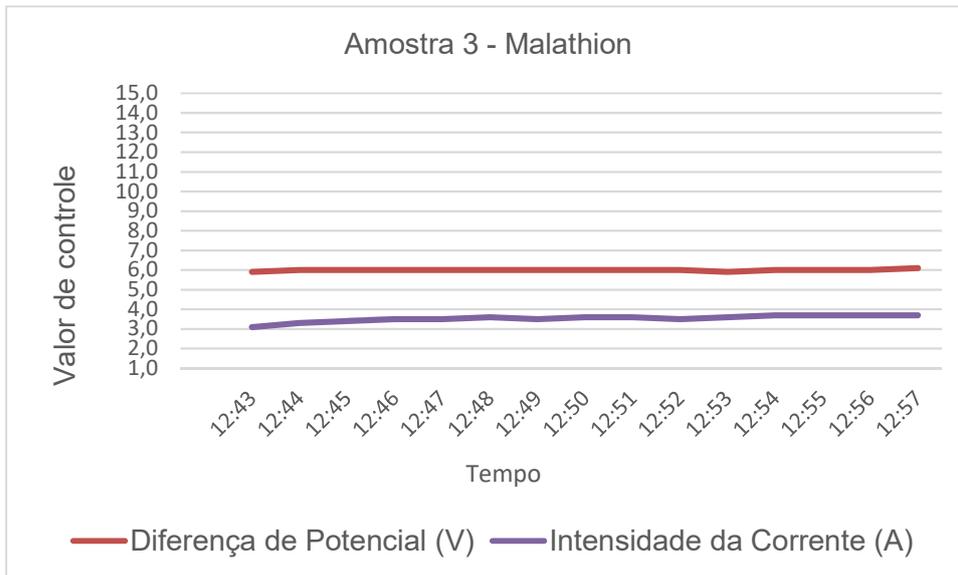


Tabela A2.4 – Amostra 4 – Princípio ativo malathion

Data: 01/06/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 04

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,39
Condutividade inicial (µS/cm)	1325
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,13
Diferença de Potencial média (V)	6,02
pH final	8,89
Condutividade final (µS/cm)	1341
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm ²)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 30,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 70,0
Temperatura Inicial (Celsius)	21,5
Temperatura Final (Celsius)	22,9
Temperatura Ambiente (Celsius)	23,0
Condutividade antes da adição KCl (µS/cm)	128,5

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
08:54	6,1	2,0
08:55	6,0	2,5
08:56	6,1	2,8
08:57	6,0	2,9
08:58	6,1	3,1
08:59	6,0	3,1
09:00	6,0	3,3
09:01	6,0	3,4
09:02	6,0	3,3
09:03	6,1	3,4
09:04	6,0	3,4
09:05	6,0	3,4
09:06	5,9	3,4
09:07	6,0	3,4
09:08	6,0	3,5
Média	6,02	3,13

Gráfico A2.4 – Amostra 4 – Malathion

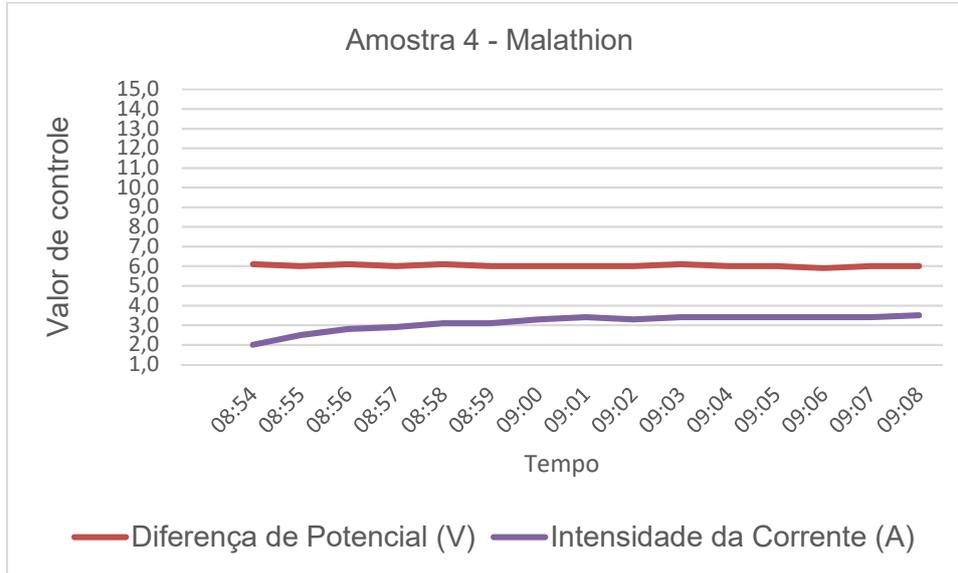


Tabela A2.5 – Amostra 5 – Princípio ativo malathion

Data: 01/06/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 05

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,06
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1379
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,41
Diferença de Potencial média (V)	6,05
pH final	9,01
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1343
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 30,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 110,0
Temperatura Inicial (Celsius)	21,9
Temperatura Final (Celsius)	23,4
Temperatura Ambiente (Celsius)	24,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	128,2

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
10:02	6,1	3,4
10:03	6,1	3,4
10:04	6,1	3,5
10:05	6,1	3,5
10:06	6,0	2,4
10:07	6,0	2,5
10:08	6,1	3,6
10:09	6,1	3,5
10:10	6,0	3,6
10:11	6,0	3,7
10:12	6,0	3,5
10:13	6,1	3,6
10:14	6,0	3,6
10:15	6,0	3,6
10:16	6,1	3,7
Média	6,05	3,41

Gráfico A2.5 – Amostra 5 – Malathion

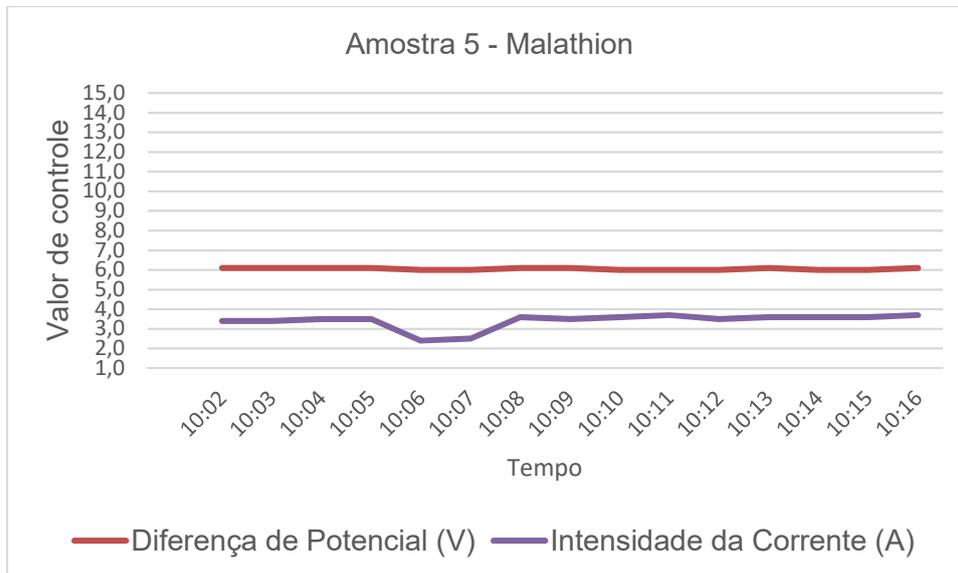


Tabela A2.6 – Amostra 6 – Princípio ativo malathion

Data: 01/06/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 06

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,15
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1377
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,62
Diferença de Potencial média (V)	6,13
pH final	8,76
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1395
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml) () flotado (x) sedimentado	110,0
Temperatura Inicial (Celsius)	22,6
Temperatura Final (Celsius)	24,3
Temperatura Ambiente (Celsius)	24,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	133,5

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
11:17	6,1	3,5
11:18	6,1	3,3
11:19	6,2	3,3
11:20	6,2	3,5
11:21	6,2	3,6
11:22	6,2	3,7
11:23	6,2	3,7
11:24	6,1	3,7
11:25	6,0	3,6
11:26	6,1	3,7
11:27	6,2	3,8
11:28	6,2	3,7
11:29	6,1	3,7
11:30	6,0	3,7
11:31	6,1	3,8
Média	6,13	3,62

Gráfico A2.6 – Amostra 6 – Malathion

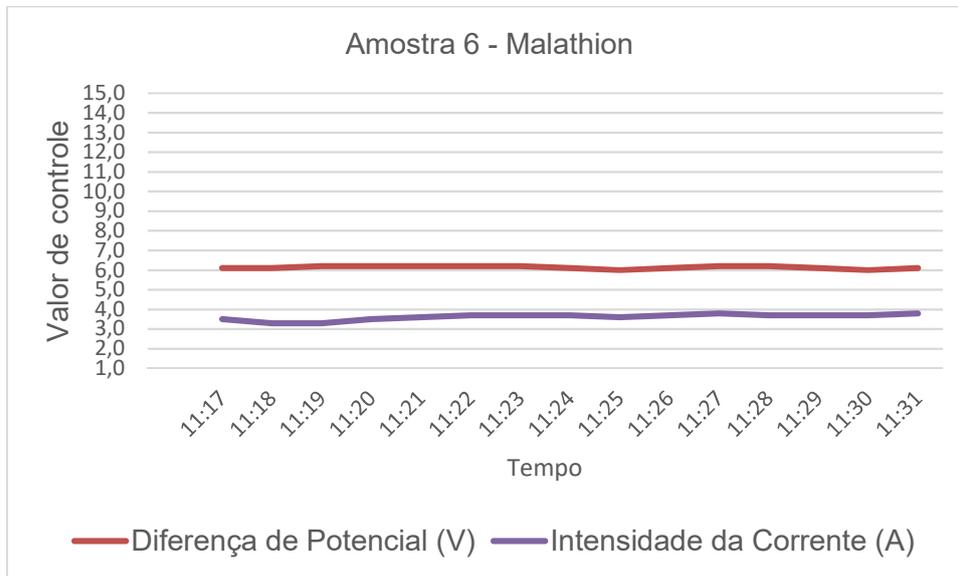


Tabela A2.7 – Amostra 7 – Princípio ativo malathion

Data: 02/06/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 07

PARÂMETROS	
pH Inicial	6,84
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1303
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,60
Diferença de Potencial média (V)	6,11
pH final	8,54
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1270
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 30,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 90,0
Temperatura Inicial (Celsius)	23,9
Temperatura Final (Celsius)	24,6
Temperatura Ambiente (Celsius)	23,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	141,3

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
08:46	6,1	2,8
08:47	6,2	3,1
08:48	6,1	3,3
08:49	6,1	3,4
08:50	6,1	3,5
08:51	6,1	3,6
08:52	6,1	3,6
08:53	6,0	3,6
08:54	6,0	3,7
08:55	6,2	3,8
08:56	6,2	3,9
08:57	6,2	3,9
08:58	6,1	3,9
08:59	6,1	4,0
09:00	6,0	3,9
Média	6,11	3,60

Gráfico A2.7 – Amostra 7 – Malathion

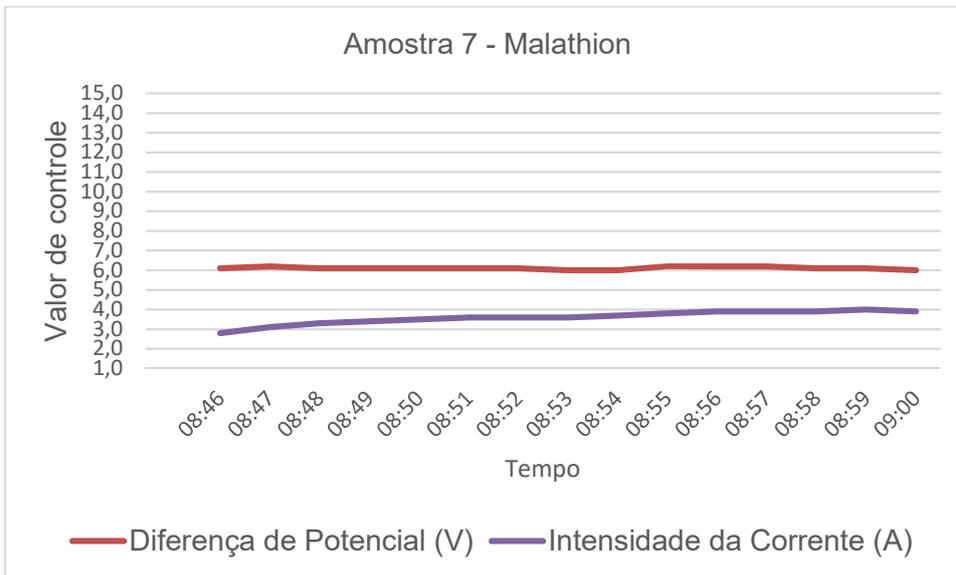


Tabela A2.8 – Amostra 8 – Princípio ativo malathion

Data: 02/06/2017

Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 08

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,45
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1367
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residencia (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,49
Diferença de Potencial média (V)	6,08
pH final	8,37
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1311
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 50,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 90,0
Temperatura Inicial (Celsius)	24,0
Temperatura Final (Celsius)	24,6
Temperatura Ambiente (Celsius)	24,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	144,5

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
09:52	6,0	3,4
09:53	6,1	3,4
09:54	6,1	3,5
09:55	6,0	3,4
09:56	6,1	3,4
09:57	6,2	3,4
09:58	6,1	3,4
09:59	6,1	3,3
10:00	6,1	3,4
10:01	6,1	3,5
10:02	6,1	3,6
10:03	6,1	3,7
10:04	6,0	3,6
10:05	6,0	3,6
10:06	6,1	3,7
Média	6,08	3,49

Gráfico A2.8 – Amostra 8 – Malathion

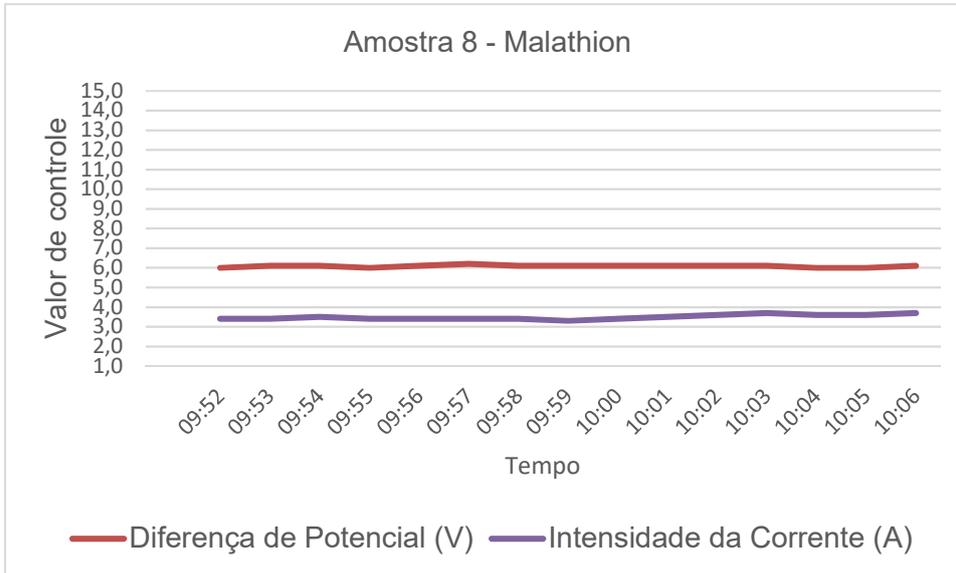


Tabela A2.9 – Amostra 9 – Princípio ativo malathion

Data: 02/06/2017

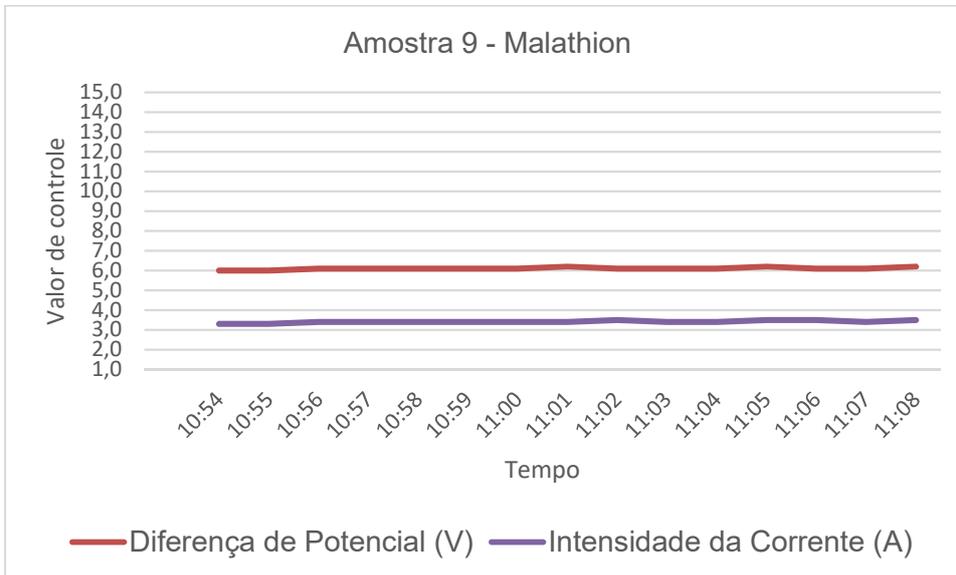
Princípio Ativo: Malathion

Amostra: 09

PARÂMETROS	
pH Inicial	7,39
Condutividade inicial ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1356
Coagulante utilizado	KCl
Concentração do coagulante utilizado	30,00%
Tempo de residência (min)	15
Intensidade da corrente média (A)	3,41
Diferença de Potencial média (V)	6,11
pH final	8,63
Condutividade final ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1293
Material das placas	Ferro / alumínio
Área molhada das placas (cm^2)	14,75 x 10,0
Espaçamento entre as placas (cm)	2,0
Volume da amostra (L)	4,0
Volume do lodo (ml)	Flotado = 30,0
(x) flotado (x) sedimentado	Sedimentado = 80,0
Temperatura Inicial (Celsius)	24,1
Temperatura Final (Celsius)	24,9
Temperatura Ambiente (Celsius)	25,0
Condutividade antes da adição KCl ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	145,6

Tempo	Diferença de Potencial (V)	Intensidade da Corrente (A)
10:54	6,0	3,3
10:55	6,0	3,3
10:56	6,1	3,4
10:57	6,1	3,4
10:58	6,1	3,4
10:59	6,1	3,4
11:00	6,1	3,4
11:01	6,2	3,4
11:02	6,1	3,5
11:03	6,1	3,4
11:04	6,1	3,4
11:05	6,2	3,5
11:06	6,1	3,5
11:07	6,1	3,4
11:08	6,2	3,5
Média	6,11	3,41

Gráfico A2.9 – Amostra 9 – Malathion



APÊNDICE B1: Relatório de análise de efluente tratado para sólidos suspensos nos pontos 1, 2 e 3, para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogério Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 558A/2017

Data de coleta: 31/05/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, nº 120, BL3 apto 204, Jacarepaguá- RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 1, (Amostra2) Ponto 2, (Amostra3) Ponto 3
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	[LP]
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	12/06/2017	291	467	468	-
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/06/2017	52	74	65	-

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informada
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informada
Temperatura da Amostra em Campo: Não informada
Temperatura do ar: Não informada
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informada
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Testes realizados com reator eletrolítico a partir do efluente gerado na tríplex lavagem do produto com princípio ativo de Malathion.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

Engo. Olegário Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R. 03314664
Engo. Químico

Aprovação

Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3ª R. 03311229
Diretor

APÊNDICE B2: Relatório de análise de efluente tratado para sólidos suspensos nos pontos 4, 5 e 6, para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 559A/2017

Data de coleta: 01/06/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, nº 120, BL3 apto 204, Jacarepaguá- RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 4, (Amostra2) Ponto 5, (Amostra3) Ponto 6
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	[LP]
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	12/06/2017	379	450	458	-
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/06/2017	65	73	65	-

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP] Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

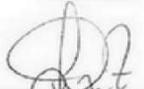
No. Plano de Amostragem: Não informada
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informada
Temperatura da Amostra em Campo: Não informada
Temperatura do ar: Não informada
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informada
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

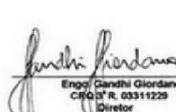
Testes realizados com reator eletrolítico a partir do efluente gerado na tríplice lavagem do produto com princípio ativo de Malathion.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Eng. Olegário Fernandes Vieira Neto
CRQ 3º R 03346664
Eng. Químico

Aprovação


Eng. Gandhi Giordano
CRQ 3º R 03311229
Diretor

APÊNDICE B3: Relatório de análise de efluente tratado para sólidos suspensos nos pontos 7, 8 e 9, para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 3 de Julho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 560A/2017

Data de coleta: 02/06/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, nº 120, BL3 apto 204, Jacarepaguá- RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 7, (Amostra2) Ponto 8, (Amostra3) Ponto 9
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

PARÂMETROS	RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS				
	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	[LP]
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	12/06/2017	387	490	1232	-
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/06/2017	53	81	77	-

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP] Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Amostras de Lodo Físico-Químico

Testes realizados em reator eletrolítico a partir do efluente gerado na triplíce lavagem do produto com princípio ativo de Malathion.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

Engo. Olegário Fernandes Vieira Neto
CRQ 3º R 63314664
Engo. Químico

Aprovação

Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3º R 63311229
Diretor

ORDEM DE SERVIÇO: 058/17/10 Rev 00 RE emitido em 03/07/2017 Página 1

APÊNDICE B4: Relatório de análise de efluente tratado para DQO, alumínio e ferro nos pontos 4, 5 e 6, para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 20 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 559/2017

Data de coleta: 01/06/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, nº 120, BL3 apto 204, Jacarepaguá- RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 4, (Amostra2) Ponto 5, (Amostra3) Ponto 6
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	[LP]
Alumínio, mg/L Al	07/06/2017	7,7	10	9,5	-
DQO, mg/L O ₂	13/06/2017	50	50	75	-
Ferro Total, mg/L Fe	07/06/2017	9,3	8,7	6,3	15

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP] Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Ponto 4: Sobrenadante (Tratado)

Ponto 5: Sobrenadante (Tratado)

Ponto 6: Sobrenadante (Tratado)

Testes realizados com reator eletrolítico a partir do efluente gerado na tríplice lavagem do produto com princípio ativo de Malathion.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

Eng. Olegário Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R 03314664
Eng. Químico

Aprovação

Eng. Gandhi Giordano
CRQ 3ª R. 03311229
Diretor

APÊNDICE B5: Relatório de análise de efluente tratado para DQO, alumínio e ferro nos pontos 7, 8 e 9, para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 20 de Junho de 2017
Rogério Catharino Fernandez
 Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
 Rio de Janeiro - RJ
 Telefone: (21)986367-4864 Fax:
 A/C.: Sr. Rogério Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 560/2017

Data de coleta: 02/06/2017
 Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
 Local de coleta: Estrada do Camorim, nº 120, BL3 apto 204, Jacarepaguá- RJ
 Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 7, (Amostra2) Ponto 8, (Amostra3) Ponto 9
 Origem da amostra: Efluente Industrial
 Amostra coletada por: Cliente
 Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

PARÂMETROS	RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS				
	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	[LP]
Alumínio, mg/L Al	07/06/2017	9,6	6,3	11	-
DQO, mg/L O ₂	07/06/2017	170	150	130	-
Ferro Total, mg/L Fe	07/06/2017	9,6	7,9	9,8	15

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
 Tipo de Amostragem: Simples
 Horário da Coleta: Não informado
 Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
 Temperatura do ar: Não informado
 Condição Operacional da Indústria: Não Informado
 Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
 Condições Ambientais: Não informado
 Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
 Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
 Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Ponto 7: Sobrenadante (Tratado)

Ponto 8: Sobrenadante (Tratado)

Ponto 9: Sobrenadante (Tratado)

Testes realizados em reator eletrolítico a partir do efluente gerado na tríplex lavagem do produto com princípio ativo de Malathion.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

 Engo. Cláudio Fernandes Vieira Neto
 CRQ 3ª R 63314664
 Engo. Químico

Aprovação

 Engo. Gandhi Giordano
 CRQ 3ª R. 63311229
 Diretor

ORDEM DE SERVIÇO: 058/17/10 Rev 00 RE emitido em 20/06/2017 Página 1

APÊNDICE B6: Relatório de análise da calda de aplicação e da 1ª, 2ª e 3ª lavagens para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017
Rogério Catharino Fernandez
 Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
 Rio de Janeiro - RJ
 Telefone: (21)986367-4864 Fax:
 A/C.: Sr. Rogério Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 562/2017

Data de coleta: 31/05/2017
 Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
 Local de coleta: Estrada do Camorim, 120, Bl 03 AP 204 - Jacarepaguá RJ
 Pontos de coleta: (Amostra1) Calda de Aplicação, (Amostra2) 1ª Lavagem, (Amostra3) 2ª Lavagem, (Amostra4) 3ª Lavagem
 Origem da amostra: Efluente Industrial
 Amostra coletada por: Cliente
 Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	[LP]
DQO, mg/L O ₂	13/06/2017	8939	379	58	28	-

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
 Tipo de Amostragem: Simples
 Horário da Coleta: Não informado
 Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
 Temperatura do ar: Não informado
 Condição Operacional da Indústria: Não Informado
 Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
 Condições Ambientais: Não informado
 Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
 Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
 Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Ponto 1: Calda de Aplicação

Ponto 2: 1ª Lavagem

Ponto 3: 2ª Lavagem

Ponto 4: 3ª Lavagem

Efluente com princípio ativo de Malathion

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

Engo. Rogério Catharino Fernandez Neto
 CRQ 3ª R 03344664
 Engo. Químico

Aprovação

Engo. Gandhi Giordano
 CRQ 3ª R 03311229
 Diretor

APÊNDICE B7: Relatório de análise da calda de tríplice lavagem (homogeneizado) para o princípio ativo malathion.



Rio de Janeiro, 30 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogério Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 562A/2017 Revisão 1

Data de coleta: 31/05/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, 120, Bl 03 AP 204 - Jacarepaguá RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Tríplex Lavagem
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Conama 357/05 - Art. 34 e Conama 397/08

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	[LP]
DQO, mg/L O ₂	23/06/2017	79	-

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP] Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Ponto 5: Tríplex Lavagem

Efluente com princípio ativo de Malathion

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Otávia Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R. 033-14664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Ganthi Giordano
CRQ 3ª R. 03311229
Diretor

ORDEM DE SERVIÇO: 058/17/10 Rev 00 RE emitido em 30/06/2017 Página 1

APÊNDICE B8: Relatório de análise da calda de aplicação e da 1ª lavagem para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 561/2017

Data de coleta: 31/05/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, 120 BL 03 AP 204 Jacarepaguá - RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Calda de Aplicação , (Amostra2) 1ª Lavagem
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	[LP]
DQO, mg/L O ₂	07/06/2017	1781	30	-

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

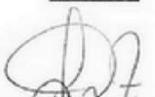
No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Efluente com princípio ativo de Cipermetrina.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Rogério Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R 03314664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3ª R. 03311229
Diretor

APÊNDICE B9: Relatório de análise da 2ª e 3ª lavagens para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 561A/2017

Data de coleta: 31/05/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, 120 BL 03 AP 204 Jacarepaguá - RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) 2ª Lavagem, (Amostra2) 3ª Lavagem
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	[LP]
DQO, mg/L O ₂	13/06/2017	<15	<15	-

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Efluente com princípio ativo de Cipermetrina.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Rogério Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R 033 14664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3ª R. 03311228
Diretor

APÊNDICE B10: Relatório de análise da calda de tríplice lavagem (homogeneizado) e do efluente tratado para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 19 de Junho de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 561B/2017

Data de coleta: 31/05/2017
Data de entrada no laboratório: 07/06/2017
Local de coleta: Estrada do Camorim, 120 BL 03 AP 204 Jacarepaguá - RJ
Pontos de coleta: (Amostra1) Tríplice lavagem, (Amostra2) Tratado
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente
Legislação Pertinente: Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	[LP]
DQO, mg/L O ₂	13/06/2017	<15	<15	-

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

[LP]Limite permitido pela legislação em vigor.

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: Não informado
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Não informado
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Informado
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Informado
Condições Ambientais: Não informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 13:20 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: IT.058 - Amostragem de Esgoto e Efluentes Industriais rev07

Observação

Efluente com princípio ativo de Cipermetrina.

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração

Engo. Olegário Fernandes Vieira Neto
CRQ 3ª R. 03314664
Engo. Químico

Aprovação

Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3ª R. 03311229
Diretor

APÊNDICE B11: Relatório de análise de efluente tratado dos pontos 1, 2 e 3 para DQO, alumínio, sólido suspenso total e volátil, para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 20 de Fevereiro de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 84/2017

Data de coleta: 25/01/2017
Data de entrada no laboratório: 27/01/2017
Local de coleta: TECMA
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 1, (Amostra2) Ponto 2, (Amostra3) Ponto 3
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3
Alumínio, mg/L Al	30/01/2017	2,5	11	14
DQO, mg/L O ₂	01/02/2017	33	<15	<15
Ferro Total, mg/L Fe	30/01/2017	3,1	7,3	8,0
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	10/02/2017	631	704	709
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/02/2017	124	119	128

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

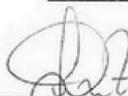
Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: -
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Hora Inicial: 10:00 h
Temperatura da Amostra em Campo: Não Informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Aplicável
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Aplicável
Condições Ambientais: Não aplicável
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 14:15 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: Responsabilidade do Cliente

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Otávio Fernandes Vieira Neto
CRQ 3º R 63314664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3º R 63311229
Diretor

APÊNDICE B12: Relatório de análise de efluente tratado dos pontos 4, 5 e 6 para DQO, alumínio, sólido suspenso total e volátil, para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 20 de Fevereiro de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 85/2017

Data de coleta: 26/01/2017
Data de entrada no laboratório: 27/01/2017
Local de coleta: TECMA
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 4, (Amostra2) Ponto 5, (Amostra3) Ponto 6
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3
Alumínio, mg/L Al	30/01/2017	8,7	7,4	10,0
DQO, mg/L O ₂	01/02/2017	17	16	<15
Ferro Total, mg/L Fe	30/01/2017	3,0	1,6	1,2
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	10/02/2017	591	731	754
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/02/2017	107	123	131

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

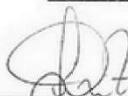
Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: -
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Hora Inicial: 10:00 h
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não Informado
Condição Operacional da Indústria: Não Aplicável
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Aplicável
Condições Ambientais: Não Informado
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 09:10 h Temp. Ambiente
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: Responsabilidade do Cliente

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Otávio Fernandes Vieira Neto
CRQ 3º R 63314664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3º R 63311229
Diretor

APÊNDICE B13: Relatório de análise de efluente tratado dos pontos 7, 8 e 9 para DQO, alumínio, sólido suspenso total e volátil, para o princípio ativo cipermetrina.



Rio de Janeiro, 20 de Fevereiro de 2017

Rogério Catharino Fernandez
Estrada do Camorim, 120 - Bloco 3 Apto 2
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21)986367-4864 Fax:
A/C.: Sr. Rogerio Catharino Fernandez



RELATÓRIO DE ENSAIO No. 86/2017

Data de coleta: 27/01/2017
Data de entrada no laboratório: 27/01/2017
Local de coleta: TECMA
Pontos de coleta: (Amostra1) Ponto 7, (Amostra2) Ponto 8, (Amostra3) Ponto 9
Origem da amostra: Efluente Industrial
Amostra coletada por: Cliente

RESULTADOS DE ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	Data Início	Amostra1	Amostra2	Amostra3
Alumínio, mg/L Al	30/01/2017	3,0	8,0	5,0
DQO, mg/L O ₂	08/02/2017	15	<15	<15
Ferro Total, mg/L Fe	30/01/2017	<1,0	<1,0	1,9
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	10/02/2017	612	657	613
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	13/02/2017	99	117	109

"As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório". O presente relatório de ensaio só pode ser reproduzido integralmente.

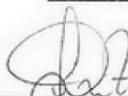
Este(s) resultado(s) se refere(m) somente ao(s) item(s) ensaiado(s)

Dados da Amostragem:

No. Plano de Amostragem: -
Tipo de Amostragem: Simples
Horário da Coleta: Hora Inicial: 10:00 h
Temperatura da Amostra em Campo: Não informado
Temperatura do ar: Não informado
Condição Operacional da Indústria: Não Aplicável
Condição Operacional da Estação de Tratamento: Não Aplicável
Condições Ambientais: Não aplicável
Horário de Recebimento da(s) Amostra(s) e acondicionamento: 14:00 h Refrigerada(s)
Método da Coleta e Preservação da Amostra: SM 1060
Instrução de Trabalho: Responsabilidade do Cliente

As incertezas dos resultados deste RE encontram-se em anexo.

Elaboração


Engo. Otávio Fernandes Vieira Neto
CRQ 3º R 63314664
Engo. Químico

Aprovação


Engo. Gandhi Giordano
CRQ 3º R 63311229
Diretor

APÊNDICE B14: Relatório de ensaio de cromatografia da calda de aplicação, 1ª, 2ª e 3ª lavagens, tríplice lavagem (homogeneizado) e efluente tratado para o princípio ativo cipermetrina.



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0

Cliente

TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA

SGS E-Data
Understanding your Environment
<https://edata.sgs.com>

SGS - ENGAGE
JUST IN TIME INFO ON YOUR RESULTS AVAILABLE ON THE WEB
<https://engage.sgs.com>



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



Primeira Página

DETALHES DO CLIENTE		DETALHES DO LABORATORIO	
Cliente	TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA	Gerente	Leandro Anido
Endereço	Rua Riviera, 28 - CEP 20.975-050 Jacaré, Rio de Janeiro - RJ Rio de Janeiro - RJ Rio de Janeiro - RJ	Laboratório	SGS Cronolab Ltda
Contato		Endereço	Rua Roberval Cordeiro de Farias, 310 - Recreio - CEP 22795-325 Rio de Janeiro RJ 22795-325
Telefone		Telefone	(55) 21 2487 4477
Fax		Fax	
Email		Email	leandro.anido@sgs.com
Projeto		Referência SGS	RJ1701420
Nº da Proposta	(Not specified)	Recebido	19/06/2017
Matriz/ Amostra	Efluente(6)	Aprovado	13/07/2017
		Iniciado em	10/07/2017
		Finalizado em	13/07/2017
		Relatório Nº	RJ1701420 R0
		Data do Relatório	13/07/2017

COMENTÁRIOS

Ver complemento do Relatório de Ensaios com a mesma referência para as análises não acreditadas.

A incerteza de medição expandida é expressa como valor absoluto próximo ao resultado; com o nível de confiança de 95 % e fator de expansão de K = 2.

Os resultados são reportados como valor absoluto \pm a incerteza de medição absoluta estimada pelo laboratório.

ASSINATURAS

Leandro Anido Noronha
Gerente de Laboratório
CRQIII:03212779



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



CONTEÚDO DA TABELA

Primeira Página.....	1
Índice.....	2
Lista das amostras.....	3
Resultados.....	4-5
Legenda.....	6



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



Identificação das amostras

			Compositos Orgânicos Semelhantes CO/MS
RJ1701420	001	561C-1 Calda de Aplicação	X
	002	561C-2 1ª Lavagem	X
	003	561C-3 2ª Lavagem	X
	004	561C-4 3ª Lavagem	X
	005	561D-1 Tríplice Lavagem	X
	006	561D-2 Tratado	X



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



RESULTADOS

	Nº da Amostra	RJ1701420.001	RJ1701420.002	RJ1701420.003	RJ1701420.004	RJ1701420.005
	Id. da amostra	561C-1 Calda de	561C-2 1°	561C-3 2°	561C-4 3°	561D-1 Tríplíce
	Matriz da amostra	Aplicação	Lavagem	Lavagem	Lavagem	Lavagem
	Data da amostra	Efluente	Efluente	Efluente	Efluente	Efluente
		14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017
Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado

Laboratório Orgânico

Compostos Orgânicos Semivoláteis CG/MS [PA 5.4.7-07CR - Análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis por CG/MS]

Cipermetrina	µg/L	0,5	1209,40 ±2,78	18,24 ±0,04	<0,50	<0,50	<0,50
2,4,6-Tribromofenol (Surrogate)	%	-	52	59	84	78	99
2-Flúor Bifenila (Surrogate)	%	-	58	53	97	98	100
Fenol-d5 (Surrogate)	%	-	79	70	51	59	64
Nitrobenzeno-d5 (Surrogate)	%	-	56	67	89	79	98
p-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	-	73	62	79	84	82



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



RESULTADOS

	Nº da Amostra	RJ1701420.006		
	Id. da amostra	561D-2 Tratado		
	Matriz da amostra	Efluente		
	Data da amostra	14/06/2017		
Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	

Laboratório Orgânico

Compostos Orgânicos Semivoláteis CG/MS [PA 5.4.7-07CR - Análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis por CG/MS]

Cipermetrina	µg/L	0,5	<0,50
2,4,6-Tribromofenol (Surrogate)	%	-	87
2-Fluor Bifenila (Surrogate)	%	-	90
Fenol-d5 (Surrogate)	%	-	62
Nitrobenzeno-d5 (Surrogate)	%	-	100
p-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	-	85



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



LEGENDA

NOTAS DE RODAPÉ

^	Realizado por laboratório subcontratado.	IS	Amostra insuficiente para análise.
LQ	Limite de Quantificação.	LNR	Amostra listada, porém não recebida.
↑	Limite de quantificação alterado (aumentado).	NA	Não analisado.
↓	Limite de quantificação alterado (reduzido).	NVL	Análise em andamento.
		TBA	Parâmetro ainda não analisado.
		BR	Branco de Reagente.
		AP	Amostra Padrão.
		MF	Matriz Fortificada.
		DMF	Duplicata Matriz Fortificada.

NOTAS DA ACREDITAÇÃO

As amostras foram analisadas como recebidas.
Amostras sólidas, resultados expressos na base seca.

Os critérios de QC estão de acordo com o plano SGS QAQC e podem ser fornecidos quando solicitado pelo cliente.

Este documento é emitido, pela Companhia, em nome do Cliente, baseado nas condições gerais de serviço disponível mediante pedido e acessível em http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Chama-se a atenção do cliente para as questões de limitação de responsabilidade, indenização e de competência definidas nesse documento.

O portador do presente documento é advertido de que as informações nele contidas refletem as constatações da Companhia exclusivamente no momento de sua intervenção e dentro dos limites das instruções do Cliente, caso exista alguma. A Empresa se responsabiliza exclusivamente com seus clientes e o presente documento não desobriga as partes de uma transação de exercerem seus direitos e obrigações em conformidade com os documentos da transação.

Este relatório não pode ser reproduzido, somente se for na íntegra.
FOR5.10.1-10CR (24/04/2017)

--- Final do relatório analítico ---

APÊNDICE B15: Relatório de ensaio de cromatografia da calda de aplicação, 1ª, 2ª e 3ª lavagens, tríplex lavagem (homogeneizado) e efluente tratado para o princípio ativo Malathion.



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0

Cliente

TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA

SGS E-Data
Understanding your Environment
<https://edata.sgs.com>

SGS - ENGAGE
JUST IN TIME INFO ON YOUR
RESULTS AVAILABLE ON THE WEB
<https://engage.sgs.com>



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



Primeira Página

DETALHES DO CLIENTE		DETALHES DO LABORATORIO	
Ciente	TECMA Tecnologia em Meio Ambiente LTDA	Gerente	Leandro Anido
Endereço	Rua Riviera, 28 - CEP 20.975-050 Jacaré, Rio de Janeiro - RJ Rio de Janeiro - RJ Rio de Janeiro - RJ	Laboratório	SGS Cronolab Ltda
Contato		Endereço	Rua Roberval Cordeiro de Farias, 310 - Recreio - CEP 22795-325 Rio de Janeiro RJ 22795-325
Telefone		Telefone	(55) 21 2487 4477
Fax		Fax	
Email		Email	leandro.anido@sgs.com
Projeto		Referência SGS	RJ1701420
N° da Proposta	(Not specified)	Recebido	19/06/2017
Matriz/ Amostra	Efluente(6)	Aprovado	13/07/2017
		Iniciado em	10/07/2017
		Finalizado em	13/07/2017
		Relatório N°	RJ1701420 R0
		Data do Relatório	13/07/2017

COMENTÁRIOS

A incerteza de medição expandida é expressa como valor absoluto próximo ao resultado; com o nível de confiança de 95 % e fator de expansão de $K = 2$.

Os resultados são reportados como valor absoluto \pm a incerteza de medição absoluta estimada pelo laboratório.

ASSINATURAS

Leandro Anido Noronha
Gerente de Laboratório
CRQIII:03212779



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



CONTEÚDO DA TABELA

Primeira Página.....	1
Índice.....	2
Lista das amostras.....	3
Resultados.....	4-5
Legenda.....	6



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



Identificação das amostras

		Compostos Orgânicos Semivoláteis COVMS
RJ1701420	007 562B-1 Calda de Aplicação	X
	008 562B-2 1ª Lavagem	X
	009 562B-3 2ª Lavagem	X
	010 562B-4 3ª Lavagem	X
	011 562C-1 Triplíce Lavagem	X
	012 562C-2 Tratado	X



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



RESULTADOS

	Nº da Amostra	RJ1701420.007	RJ1701420.008	RJ1701420.009	RJ1701420.010	RJ1701420.011
Id. da amostra	562B-1 Calda de	562B-2 1°	562B-3 2°	562B-4 3°	562C-1 Tríplice	
Matriz da amostra	Aplicação	Lavagem	Lavagem	Lavagem	Lavagem	Lavagem
Data da amostra	Efluente	Efluente	Efluente	Efluente	Efluente	Efluente
	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017	14/06/2017
Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado

Laboratório Orgânico

Compostos Orgânicos Semivoláteis CG/MS [PA 5.4.7-07CR - Análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis por CG/MS]

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Malation	µg/L	0,5	1252044,00 ±29798,64720	25976,40 ±618,23832	11247,32 ±267,68622	2836,50 ±67,50870	21772,40 ±518,18312
2,4,6-Tribromofenol (Surrogate)	%	-	86	81	64	89	79
2-Flúor Bifenila (Surrogate)	%	-	71	55	64	63	81
Fenol-d5 (Surrogate)	%	-	76	57	62	60	55
Nitrobenzeno-d5 (Surrogate)	%	-	58	68	76	90	94
p-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	-	64	59	58	56	89



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



RESULTADOS

	Nº da Amostra	RJ1701420.012		
	Id. da amostra	562C-2 Tratado		
	Matriz da amostra	Efluente		
	Data da amostra	14/06/2017		
Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	

Laboratório Orgânico

Compostos Orgânicos Semivoláteis CG/MS [PA 5.4.7-07CR - Análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis por CG/MS]

Malation	µg/L	0,5	1122,96 ±26,72645
2,4,6-Tribromofenol (Surrogate)	%	-	86
2-Flúor Bifenila (Surrogate)	%	-	62
Fenol-d5 (Surrogate)	%	-	73
Nitrobenzeno-d5 (Surrogate)	%	-	81
p-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	-	67



RELATÓRIO DE ENSAIOS

RJ1701420 R0



LEGENDA

NOTAS DE RODAPÉ

^	Realizado por laboratório subcontratado.	IS	Amostra insuficiente para análise.
LQ	Limite de Quantificação.	LNR	Amostra listada, porém não recebida.
↑	Limite de quantificação alterado (aumentado).	NA	Não analisado.
↓	Limite de quantificação alterado (reduzido).	NVL	Análise em andamento.
		TBA	Parâmetro ainda não analisado.
		BR	Branco de Reagente.
		AP	Amostra Padrão.
		MF	Matriz Fortificada.
		DMF	Duplicata Matriz Fortificada.

NOTAS DA ACREDITAÇÃO

As amostras foram analisadas como recebidas.
Amostras sólidas, resultados expressos na base seca.

Os critérios de QC estão de acordo com o plano SGS QAQC e podem ser fornecidos quando solicitado pelo cliente.

Este documento é emitido, pela Companhia, em nome do Cliente, baseado nas condições gerais de serviço disponível mediante pedido e acessível em http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Chama-se a atenção do cliente para as questões de limitação de responsabilidade, indenização e de competência definidas nesse documento.

O portador do presente documento é advertido de que as informações nele contidas refletem as constatações da Companhia exclusivamente no momento de sua intervenção e dentro dos limites das instruções do Cliente, caso exista alguma. A Empresa se responsabiliza exclusivamente com seus clientes e o presente documento não desobriga as partes de uma transação de exercerem seus direitos e obrigações em conformidade com os documentos da transação.

Este relatório não pode ser reproduzido, somente se for na íntegra.
FOR5.10.1-10CR (24/04/2017)

— Final do relatório analítico —