

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

SIMULAÇÃO DA CODISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE MANZATE® 800
COM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DURANTE A FASE METANOGENICA

ANE LOURDES MARQUES DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Porto Alegre, abril de 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

SIMULAÇÃO DA CODISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE MANZATE[®] 800
COM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DURANTE A FASE METANOGENÉTICA

ANE LOURDES MARQUES DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ricardo Andrade Bidone

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gino Roberto Gehling IPH/UFRGS

Prof. Dr. David Manuel Lelinho Motta Marques IPH/UFRGS

Prof^ª. Dr^ª. Ruth Hinrichs IG/UFRGS

Porto Alegre, abril de 2002.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Prof. Francisco Ricardo Andrade Bidone da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Francisco Ricardo Andrade Bidone pela dedicada orientação, amizade e confiança, além das valiosas contribuições acadêmicas e profissionais.

A todos os bolsistas que passaram pela equipe durante a realização dessa pesquisa e que muito contribuíram com seu trabalho, solidariedade e entusiasmo.

Aos técnicos do Laboratório de Saneamento do IPH pelo apoio nas análises.

Às funcionárias da Biblioteca do IPH pelo empenho em ajudar sempre que solicitadas.

À Professora Ruth Hinrichs, pela receptividade e pelas análises realizadas no Laboratório de Geoquímica da UFRGS.

Ao Professor Clarke, pelas contribuições nas análises estatísticas do experimento.

Ao Eng. Agrônomo Vinícius Frizzo Pasquotto pelo auxílio nas pesquisas sobre agrotóxicos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou meu programa de mestrado.

Ao DMLU, pelo fornecimento do RSU utilizado no experimento.

À FEPAM pela colaboração e fornecimento dos relatórios referentes ao agrotóxico utilizado.

A todos os colegas do IPH, pela amizade e pelo esforço em auxiliar sempre que necessário.

Especialmente às colegas Luciane Felipe de Souza e Ana Paula da Silva, as quais me receberam na equipe de Resíduos Sólidos com carinho e motivação e à colega Beatriz Stoll Moraes, cujo apoio e incentivo foram imprescindíveis na elaboração dessa dissertação.

Aos meus pais Zélio Toledo de Oliveira e Lazi Marques de Oliveira, meus irmãos Lizele Marques de Oliveira e Paulo Roberto Marques de Oliveira e meu noivo Róger Jaworowski, pelo amor e compreensão incondicionais e pelo auxílio inestimável.

RESUMO

Para tentar elucidar os efeitos da codisposição de embalagens de agrotóxico no âmbito de um aterro sanitário, foram monitoradas oito células de aterro, em tamanho reduzido. O resíduo sólido urbano utilizado nas oito células foi proveniente do município de Porto Alegre, tendo sido caracterizado antes da montagem do experimento. Os reatores foram submetidos a regas semanais por água, simulando uma situação média de chuva para a região. Acompanhou-se a degradação do RSU através de análises do percolado até a fase de fermentação metanogênica. A partir do 250º dia, passou-se a introduzir diferentes doses do agrotóxico Manzate[®] 800, sendo três diferentes concentrações em duplicata e dois brancos. O acompanhamento estendeu-se então até os 460 dias.

Os resultados de análises do percolado das oito células não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, antes e depois da aplicação do agrotóxico. Também não foram constatadas mudanças no comportamento da degradação anaeróbia do resíduo ao longo do tempo. As análises de metais realizadas no material sólido coletado ao final do experimento mostraram uma maior concentração de manganês e zinco, metais constituintes do agrotóxico utilizado, nas amostras provenientes dos reatores que receberam cargas do mesmo.

Adicionalmente ao experimento, testou-se a influência do Manzate[®] 800 em percolado proveniente de célula de aterro sanitário de escala real, também de caráter experimental, contendo apenas RSU. Os testes foram feitos em bateladas, com quatro concentrações diferentes do agrotóxico e um branco e compararam-se as concentrações de DBO₅. Os valores obtidos apresentaram diferenças estatísticas significativas, sendo maiores as concentrações de DBO₅ das amostras com maior concentração de Manzate[®] 800. Tais resultados evidenciam a degradação do agrotóxico pelos microrganismos presentes no percolado.

Palavras-chave: agrotóxicos, aterro sanitário, codisposição, resíduo sólido urbano, resíduo sólido perigoso.

ABSTRACT

To try to elucidate the effects of the codisposal of pesticides wastes in the scope of a landfill, eight pilot-scale landfill cells were monitored. The urban solid waste used in the eight cells was originated from the city of Porto Alegre, having been characterized before the assembly of the experiment. The reactors had been submitted to weekly irrigations by tap water, simulating an average rain situation for the region. The urban solid waste degradation was accompanied through leachate analyses until methane fermentation phase. From the 250th day, different loadings of the pesticide Manzate[®] 800 were introduced, three different concentrations in duplicate and two controls. The accompaniment was extended until the 460 days.

The eight cells leachate analysis results did not present significant statistical differences, before and after the pesticide introduction. Changes in the waste anaerobic degradation behavior were also not verified. The metal analyses realized in the collected solid material, in the end of the experiment, showed increased manganese and zinc concentration, pesticide constituent metals, in the samples originated from the reactors that received Manzate[®] 800 loads.

Additionally to the experiment, the influence of Manzate[®] 800 in leachate proceeding from real scale landfill cell was tested. The landfill also was also was containing only urban solid waste. The tests were made in batches, with four different pesticide loadings and a control, it were compared the BOD₅ concentrations. The values obtained presented significant statistical differences, being higher the BOD₅ concentrations of the Manzate[®] 800 higher loadings samples. Such results evidence the pesticide degradation by the microorganisms present in the leachate.

Keywords : pesticides, landfill, codisposal, urban solid waste, hazardous solid waste.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	iii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT.....	v
SUMÁRIO	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	xiii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – OBJETIVOS.....	3
2.1 – Objetivo geral.....	3
2.2 – Objetivos específicos	3
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 – Conceitos básicos.....	4
3.1.1 – Resíduo sólido.....	4
3.1.2 - Resíduo sólido urbano	5
3.1.3 – Resíduo sólido perigoso.....	5
3.1.4 - Agrotóxico	6
3.1.5 - Fungicidas.....	8
3.2 – Avaliação toxicológica.....	8
3.2.1 - Toxicidade aguda.....	9
3.2.2 - Toxicidade crônica.....	11
3.2.3 - Efeitos neurotóxicos	11
3.2.4 - Efeitos carcinogênicos.....	12
3.2.5 - Efeitos mutagênicos.....	12
3.2.6 - Efeitos teratogênicos.....	13
3.3 –Manzate [®] 800 e seus componentes.....	13
3.3.1 - Etileno Bis Ditiocarbamatos (Compostos EBDC) - Mancozeb.....	14
3.3.2 - Mancozeb.....	15
3.3.3 - Manzate [®] 800	16
3.4 – Destinação dos resíduos de agrotóxicos	22
3.4.1 – Alternativas de disposição/tratamento dos resíduos de agrotóxicos.....	22
3.4.1.1 - Dessorção térmica a baixas temperaturas.....	22
3.4.1.2 - Incineração.....	23
3.4.1.3 - Biorremediação.....	23
3.4.1.4 - Fitorremediação	23
3.4.2 – Destinação dos resíduos de agrotóxicos no Brasil.....	24
3.4.2.1 - Legislação vigente no Brasil.....	26
3.5 - A codisposição em aterros sanitários como alternativa de tratamento de resíduos sólidos perigosos	28
3.5.1 – Digestão anaeróbia em aterros sanitários.....	29

3.5.2 – Codisposição de resíduos sólidos perigosos em aterros sanitários	31
3.5.3 – Codisposição de embalagens de agrotóxicos em aterros sanitários.....	40
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1 – Caracterização do RSU.....	41
4.2 – Montagem dos reatores	46
4.3 –Etapa I.....	49
4.4 –Etapa II.....	52
4.5 – Descrição dos procedimentos de análises	54
4.5.1 – Método colorimétrico de refluxo fechado para determinação da concentração da DQO.....	54
4.5.2 – Método respirométrico para determinação da concentração da DBO ₅	55
4.5.3 - Cromatografia líquida.....	56
4.5.4 - Absorção atômica	56
4.5.5 - Fluorescência de raio X.....	57
4.5.6 – DQO das amostras sólidas	58
4.6– Aplicação do Manzate [®] 800 em percolado de aterro sanitário.....	58
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1 - Caracterização do RSU.....	59
5.2 –Carbamatos.....	60
5.3 – Demanda química de oxigênio.....	60
5.3.1 – Análise estatística dos dados obtidos para DQO	61
5.4 – Demanda bioquímica de oxigênio	63
5.5 – Alcalinidade	63
5.6 – pH.....	64
5.7 – Condutividade	66
5.8 – Potencial redox.....	67
5.9 – Turbidez e cor aparente.....	67
5.10 – NTK e amônia	69
5.11 – Ácidos orgânicos voláteis	71
5.12 – Sólidos totais e suspensos	73
5.13 – Metais.....	76
5.13.1– Micronutrientes (Cu, Fe, Na).....	76
5.13.2– Macronutrientes (Ca, K, Mg)	78
5.13.3– Metais pesados (Cr, Cd, Ni, Pb).....	80
5.13.4- Análises de Zn e Mn.....	83
5.14 – Gases	87
5.15 - Desempenho dos reatores	88
5.16 - Análises complementares	93
5.15.1 – Análises físico-químicas das soluções de Manzate [®] 800 aplicadas nos reatores	94
5.15.2 - Absorção atômica	95
5.15.3 -Fluorescência de raio-X.....	96
5.17 – Análise de DBO ₅ em amostras de percolado de célula de aterro sanitário e Manzate [®] 800	98
5.16.1 – Análise estatística dos dados de DBO ₅	99
6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	101
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

8 – ANEXOS	109
ANEXO A – Tabelas com os resultados.....	A
ANEXO B –Figuras com os resultados	B
ANEXO C – Laudos das análises de carbamatos	C

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Classificação de praguicidas em função dos valores de DL50 aguda	10
Tabela 3.2 - Classificação dos contaminantes ambientais em função do valor de CL50	10
Tabela 3.3 - Classificação dos agentes tóxicos em função dos valores de pT.	11
Tabela 3.4 - Culturas, doenças, doses, época e frequência das aplicações de Manzate [®] 800 ..	17
Tabela 3.5-Tecnologias disponíveis para o tratamento de solos contaminados por pesticidas	24
Tabela 3.6 - Embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil	25
Tabela 3.7 – Principais agrotóxicos utilizados na agricultura da BHCS	26
Tabela 3.8 – Distribuição, nos principais estados, das embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil.....	27
Tabela 4.1 – Variáveis físico-químicas analisadas no percolado dos reatores	51
Tabela 5.1-Fração mássica dos componentes da amostra de RSU (14/03/00), em base úmida	59
Tabela 5.2 - Fração mássica dos componentes do RSU de Porto Alegre, em base úmida	60
Tabela 5.3 – Análise de variância dos valores de DQO _{total} dos oito reatores	62
Tabela 5.4 - Íons de maior interesse na química do solo agrupados de acordo com suas principais características	85
Tabela 5.5 – Análises físico-químicas das soluções de Manzate [®] 800 utilizadas no experimento.....	94
Tabela 5.6 - Resultados de análise de absorção atômica no percolado dos reatores (02/10/2001).....	95
Tabela 5.7 – Concentrações de zinco e manganês em percolados de célula de aterro sanitário contendo RSU.....	96
Tabela 5.8-Análise de fluorescência de Raio-X no material sólido dos reatores (02/10/2001)	97
Tabela 5.9 – Análise de variância dos dados de DBO ₅	99
Tabela A.1 – Concentrações de DQOTotal no percolado dos reatores (mgO ₂ /L.....	A1
Tabela A.2 – Concentrações de DQOFiltrada no percolado dos reatores (mgO ₂ /L).....	A2
Tabela A.3 – Concentrações de DBO5 no percolado dos reatores (mgO ₂ /L).....	A3
Tabela A.4 – Concentrações de alcalinidade total no percolado dos reatores (mgCaCO ₃ /L)..	A4
Tabela A.5 – Valores de pH no percolado dos reatores.....	A5
Tabela A.6 – Valores de condutividade no percolado dos reatores (S/m).....	A6
Tabela A.7 – Valores de potencial redox no percolado dos reatores (mV).....	A7
Tabela A.8 – Valores de turbidez no percolado dos reatores (UNT).....	A8
Tabela A.9 – Valores de cor aparente no percolado dos reatores (mgPt/L).....	A9
Tabela A.10 – Concentrações de NTK no percolado dos reatores (mgNTK-N/L).....	A10
Tabela A.11 – Concentrações de amônia no percolado dos reatores (mgNH ₃ -N/L).....	A11
Tabela A.12 – Concentrações de ácido acético no percolado dos reatores (mg/L).....	A12
Tabela A.13 – Concentrações de ácido propiônico no percolado dos reatores (mg/L).....	A13
Tabela A.14 – Concentrações de ácido isobutírico no percolado dos reatores (mg/L).....	A14
Tabela A.15 – Concentrações de ácido butírico no percolado dos reatores (mg/L).....	A15
Tabela A.16 – Concentrações de ácido isovalérico no percolado dos reatores (mg/L).....	A16
Tabela A.17 – Concentrações de ácido valérico no percolado dos reatores (mg/L).....	A17
Tabela A.18 – Concentrações de AOV como ácido acético no percolado dos reatores (mg/L).....	A18
Tabela A.19 – Concentrações de sólidos totais no percolado dos reatores (mg/L).....	A19
Tabela A.20 – Concentrações de sólidos totais fixos no percolado dos reatores (mg/L).....	A20

Tabela A.21–Concentrações de sólidos totais voláteis no percolado dos reatores (mg/L)....	A21
Tabela A.22 Concentrações de sólidos suspensos totais no percolado dos reatores (mg/L)..	A22
Tabela A.23 Concentrações de sólidos suspensos fixos no percolado dos reatores (mg/L)..	A22
Tabela A.24 - Concentrações de sólidos suspensos voláteis no percolado dos reatores (mg/L).....	A23
Tabela A.25 – Concentrações de cobre no percolado dos reatores (mg/L).....	A24
Tabela A.26 – Concentrações de ferro no percolado dos reatores (mg/L).....	A25
Tabela A.27 – Concentrações de sódio no percolado dos reatores (mg/L).....	A26
Tabela A.28 – Concentrações de cálcio no percolado dos reatores (mg/L).....	A27
Tabela A.29 – Concentrações de potássio no percolado dos reatores (mg/L).....	A28
Tabela A.30 – Concentrações de magnésio no percolado dos reatores (mg/L).....	A29
Tabela A.31 – Concentrações de cromo no percolado dos reatores (mg/L).....	A30
Tabela A.32 – Concentrações de cádmio no percolado dos reatores (mg/L).....	A31
Tabela A.33 – Concentrações de níquel no percolado dos reatores (mg/L).....	A32
Tabela A.34 – Concentrações de chumbo no percolado dos reatores (mg/L).....	A33
Tabela A.35 – Concentrações de zinco no percolado dos reatores (mg/L).....	A34
Tabela A.36 – Concentrações de manganês no percolado dos reatores (mg/L).....	A35
Tabela A.37 – Fração mássica de CH ₄ nos gases reatores (%).....	A36
Tabela A.38 – Fração mássica de N ₂ nos gases reatores (%).....	A37
Tabela A.39 – Fração mássica de CO ₂ nos gases reatores (%).....	A38
Tabela A.40 – Percentuais de variáveis analisadas no R1 (%).....	A39
Tabela A.41 – Percentuais de variáveis analisadas no R2 (%).....	A40
Tabela A.42 – Percentuais de variáveis analisadas no R3 (%).....	A41
Tabela A.43 – Percentuais de variáveis analisadas no R4 (%).....	A42
Tabela A.44 – Percentuais de variáveis analisadas no R5 (%).....	A43
Tabela A.45 – Percentuais de variáveis analisadas no R6 (%).....	A44
Tabela A.46 – Percentuais de variáveis analisadas no R7 (%).....	A45
Tabela A.47 – Percentuais de variáveis analisadas no R8 (%).....	A46
Tabela A.48 – Concentrações de DBO ₅ em percolado de célula de aterro sanitário com doses de Manzate [®] 800 (mg/L).....	A47

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Manzate [®] 800 em sua embalagem original.....	14
Figura 3.2 - Mudanças nos parâmetros indicadores selecionados durante as fases da estabilização de aterros.	31
Figura 3.3 – Fluxograma do plano de ação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais.....	33
Figura 4.1 – Despejo do resíduo sólido urbano fornecido pelo DMLU	42
Figura 4.2 – Massa de resíduo fornecida pelo DMLU.....	42
Figura 4.3 - Início do quarteamento da massa de RSU.....	43
Figura 4.4 - Etapa final do quarteamento.....	43
Figura 4.5 – Amostra a ser caracterizada, resultante do quarteamento.....	44
Figura 4.6 – Materiais separados durante a caracterização.....	45
Figura 4.7- Pesagem dos materiais separados durante a caracterização.....	45
Figura 4.8 - Junção para entrada de líquido e saída de gases dos reatores	46
Figura 4.9 – Colocação da almofada de areia no interior do reator.....	47
Figura 4.10 – Corte esquemático de um reatores.....	48
Figura 4.11 – Reatores após a conclusão da montagem.....	48
Figura 4.12 – Introdução da água no topo do reator	49
Figura 4.13 - Coleta do percolado na base do reator	50
Figura 4.14 - Coleta de gases no topo do reator	52
Figura 4.15 - Dosagens do Manzate [®] 800 aplicadas nos oito reatores.....	53
Figura 4.16 – Amostras de material sólido coletadas para análises.....	54
Figura 5.1 - Concentrações de DQO _{Total} no percolado dos reatores.....	61
Figura 5.2 – Concentrações de DBO ₅ no percolado dos reatores	63
Figura 5.3 – Alcalinidade total do percolado dos reatores.....	64
Figura 5.4 – pH do percolado dos reatores	65
Figura 5.5 – Condutividade elétrica do percolado dos reatores.....	66
Figura 5.6 – Turbidez do percolado dos reatores.....	68
Figura 5.7 – Cor aparente do percolado dos reatores.....	68
Figura 5.8 – Ciclo do nitrogênio	70
Figura 5.9- Concentrações de NTK no percolado dos reatores	70
Figura 5.10 - Concentrações de amônia no percolado dos reatores.....	71
Figura 5.11 - Concentrações de ácidos orgânicos voláteis nos reatores	72
Figura 5.12 – Concentração de sólidos totais fixos no percolado dos reatores	74
Figura 5.13 – Concentrações de sólidos totais voláteis no percolado dos reatores	74
Figura 5.14 – Concentração de sólidos totais no percolado dos reatores	75
Figura 5.15 – Concentrações de sólidos suspensos totais no percolado dos reatores.....	75
Figura 5.16 – Concentrações de cobre no percolado dos reatores.....	77
Figura 5.17 – Concentrações de ferro no percolado dos reatores	77
Figura 5.18 – Concentrações de sódio no percolado dos reatores	78
Figura 5.19 – Concentrações de cálcio no percolado dos reatores	79
Figura 5.20 – Concentrações de potássio no percolados dos reatores	79
Figura 5.21 – Concentrações de sódio no percolado dos reatores	80
Figura 5.22 – Concentrações de cromo no percolado dos reatores.....	81
Figura 5.23 – Concentrações de cádmio no percolado dos reatores	82
Figura 5.24 – Concentrações de níquel no percolado dos reatores.....	82

Figura 5.25 – Concentrações de chumbo no percolado dos reatores.....	83
Figura 5.26 - Concentrações de manganês no percolado dos reatores	86
Figura 5.27 - Concentrações de zinco no percolado dos reatores.....	86
Figura 5.28 – Fração mássica de CH ₄ nos gases dos reatores	87
Figura 5.29 – Desempenho do reator 1	89
Figura 5.30 - Desempenho do reator 2.....	90
Figura 5.31 - Desempenho do reator 3.....	90
Figura 5.32 - Desempenho do reator 4.....	91
Figura 5.33 - Desempenho do reator 5.....	91
Figura 5.34 - Desempenho do reator 6.....	92
Figura 5.35 - Desempenho do reator 7.....	92
Figura 5.36 - Desempenho do reator 8.....	93
Figura 5.37 – Soluções de Manzate [®] 800 (centro) e amostras do percolado dos reatores	94
Figura 5.38 - Concentrações de DBO ₅ para diferentes dosagens de Manzate em 97mL de percolado de aterro sanitário.....	99
Figura B.1 – Concentrações de DQOFiltrada no percolado dos reatores.....	B1
Figura B.2 – Valores de potencial redox no percolado dos reatores.....	B1
Figura B.3 – Concentrações de ácido acético no percolado dos reatores.....	B2
Figura B.4 - Concentrações de ácido propiônico no percolado dos reatores.....	B2
Figura B.5 - Concentrações de ácido isobutírico no percolado dos reatores.....	B3
Figura B.6 - Concentrações de ácido butírico no percolado dos reatores.....	B3
Figura B.7 - Concentrações de ácido isovalérico no percolado dos reatores.....	B4
Figura B.8 - Concentrações de ácido valérico no percolado dos reatores.....	B4
Figura B.9 - Concentrações de sólidos suspensos fixos no percolado dos reatores.....	B6
Figura B.10 - Concentrações de sólidos suspensos fixos no percolado dos reatores.....	B6
Figura B.11 - Concentrações de N ₂ nos gases dos reatores.....	B7
Figura B.12 - Concentrações de CO ₂ nos gases dos reatores.....	B7

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

® - Marca registrada
 ^{14}C - Carbono catorze
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal
AOV – Ácidos orgânicos voláteis
ATP – Trifosfato de adenosina
B – Branco
BHCS – Bacia Hidrográfica do Cubatão do Sul
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CL – Concentração letal
D1 – Dosagem 1
D2 – Dosagem 2
D3 – Dosagem 3
D4 – Dosagem 4
DBO – Demanda bioquímica de oxigênio
DBO₅ – Demanda bioquímica de oxigênio ao quinto dia
DL – Dose letal
DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana
DMS – Diferença mínima significativa
DQO – Demanda química de oxigênio
E.U.A. – Estados Unidos da América
EBDC – Etileno bis ditiocarbamatos
EDC – Etilenoditiocarbamatos
Eh – Potencial redox
EPA- *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental)
ETU – Etilenodiuréia
FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental
GL – Graus de liberdade
IA – Ingrediente ativo
IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas
MQ – Média dos quadrados
NBR – Norma Brasileira Registrada
NTK – Nitrogênio total de Kjeldhal
pH – Potencial hidrogeniônico
PNDF – Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável
pT – Potencial de toxicidade
R1 – Reator 1
R2 – Reator 2
R3 – Reator 3
R4 – Reator 4
R5 – Reator 5
R6 – Reator 6
R7 – Reator 7
R8 – Reator 8
RSSS – Resíduo sólido proveniente de serviços de saúde

RSU – Resíduo sólido urbano
SDR – Secretaria do Desenvolvimento Rural
SF – Sólidos fixos
SQ – Soma dos quadrados
ST – Sólidos totais
SV – Sólidos voláteis
t - Tempo
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 – INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos, sua geração e disposição final eram considerados de relevante importância dentro dos aspectos considerados problemáticos pela sociedade até pouco tempo atrás. No entanto, devido ao aumento exponencial na geração desses materiais considerados não mais aproveitáveis e o custo, cada vez mais alto, para disposição ou tratamento dos mesmos, o assunto passou a ser amplamente estudado e discutido. Mais polêmica ainda é a disposição final dos resíduos sólidos considerados perigosos pois, quando realizada de forma inadequada, atinge de forma drástica e às vezes definitiva, o solo, a água e todo o ecossistema envolvido. Entre esses resíduos estão os provenientes do setor agroindustrial, que redobrou a sua produção nos últimos anos para atender as necessidades da população.

Só nos Estados Unidos, o uso de pesticidas na agricultura elevou-se, de menos de 453 toneladas por ano, durante a década de 50, para mais de 136.000 toneladas em 1965. Entre 1965 e 1982, aumentou 2,6 vezes e em 1987 foram utilizadas 369.200 toneladas (EPA, 1987).

Enquanto os agrotóxicos aumentam a produção agrícola, a disposição inadequada de suas embalagens pode trazer prejuízos às pessoas, à vida silvestre e aos mananciais de água. No Brasil, em 1994 foram geradas 10.918 toneladas de embalagens de agrotóxicos, sendo somente no Rio Grande do Sul, 1.514 toneladas (ANDEF, 1999).

Diante desse quadro, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, com a intenção de direcionar essas embalagens a um destino apropriado e, apoiado na Lei 7.802 de 11/07/1989 (BRASIL, 1989), lançou a Campanha da Tríplice Lavagem de Embalagens Vazias de Agrotóxicos. A campanha estimula a lavagem, o recolhimento a depósitos centrais e a destinação à reciclagem das embalagens.

O Governo do Estado do Rio Grande do Sul, através da Lei Estadual 9.921/93 (RIO GRANDE DO SUL, 1993) reforça as obrigações dos fabricantes, comerciantes e usuários dos agrotóxicos, e prevê a incineração das embalagens que não forem destinadas à reciclagem.

No entanto, sabe-se que a incineração é um processo caro, que requer recursos especializados e um cuidado permanente em relação ao tratamento dos gases dela provenientes. Já os aterros sanitários são a forma mais difundida de disposição de resíduos sólidos no mundo, sendo o processo de degradação do material orgânico nos mesmos amplamente monitorizado e estudado. Vem também tomando forma, a tecnologia conhecida como codisposição em aterros, onde realiza-se o confinamento de resíduos sólidos urbanos

-

em mistura com resíduos de outras origens, inclusive perigosos. Nesse sistema, pretende-se contar com a capacidade complexante /quelante/ adsortiva da matéria orgânica para a atenuação do percolado tóxico gerado.

Neste trabalho, pretendeu-se observar a possibilidade da utilização da tecnologia de codisposição como forma alternativa de destinação das embalagens de agrotóxicos não destinadas à reciclagem, por ser uma solução simples e de baixo custo, conveniente às condições encontradas no interior dos estados do Brasil, onde concentra-se a produção agrícola, grande responsável pela geração deste tipo de resíduo.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

O presente estudo pretendeu verificar o desempenho de células de aterros de resíduos sólidos urbanos, quando submetidas, durante à fase de fermentação metanogênica, a uma situação de rega por soluções preparadas com o agrotóxico Manzate[®] 800, simulando uma situação média de chuva para a região de Porto Alegre.

2.2 – Objetivos específicos

- Acompanhar temporalmente o processo de digestão anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos até a fase metanogênica e após, a influência da aplicação de cargas de Manzate[®]800 no processo;
- Verificar o grau de contaminação do percolato efluente dos reatores experimentados, após a aplicação de diferentes cargas do agrotóxico Manzate[®]800;
- Verificar, adicionalmente, a influência da aplicação do agrotóxico Manzate[®]800 na degradação biológica de percolato de aterro sanitário de origem diversa da dos reatores experimentados.

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – Conceitos básicos

Antes de abordarem-se os assuntos pertinentes ao tema dessa pesquisa, é válido apresentar, mesmo que de forma bastante genérica, a conceituação dos principais elementos envolvidos.

3.1.1 – Resíduo sólido

A conceituação de resíduo sólido ainda é polêmica, apesar de estar definida oficialmente pela norma brasileira (ABNT, 1987a) “resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível”.

Tal definição é bastante ampla, incluindo resíduos provenientes das mais diversas atividades e ainda, incluindo determinados líquidos, o que para alguns autores é um equívoco, como para Teixeira *et al.* (1997) que não concorda em defini-los como resíduo sólido mas apenas em incluí-los a esses para efeito de tratamento e disposição.

Considerando-se o valor agregado ao material, podemos atribuir o termo resíduo sólido ou, mais popularmente, lixo, àqueles materiais que não têm mais valor ou utilidade. No entanto, essa valoração é intrínseca à determinada pessoa, lugar e tempo. O material que é considerado resíduo, pode não o ser para outra pessoa, em outro lugar ou em outra época. O valor de utilidade de um determinado objeto pode ser nulo para um e, no entanto corresponder a um valor positivo para outro (Bidone, 2001). Portanto, o conceito de resíduo sólido pode variar e, em geral, é definido de acordo com a preferência, a situação e a conveniência.

Os resíduos sólidos podem ser classificados, segundo suas propriedades físicas, química e infectocontagiosas, em três classes, de acordo com a NBR-10.004:

- resíduos classe I – perigosos;

- resíduos classe II – não inertes e
- resíduos classe III – inertes.

3.1.2 - Resíduo sólido urbano

A geração do resíduo sólido urbano está diretamente associada ao fenômeno da urbanização e do crescimento do consumo, principalmente de produtos industrializados que têm sua produção impulsionada por técnicas cada vez mais avançadas. Fiorillo (2001) afirma que o lixo urbano atinge de forma mediata e imediata, valores relacionados com saúde, habitação, lazer, segurança, trabalho e outros componentes de uma vida saudável. Além disso, agride o próprio meio ambiente natural (solo, água e ar), bem como o meio cultural, desconfigurando valores estéticos do espaço urbano.

O problema em relação ao resíduo sólido urbano cresce não só pelo grande aumento na sua geração mas também pela diminuição e encarecimento das áreas destinadas a aterros sanitários. Dentre os problemas ambientais, Machado (2001) considera que o poluente resíduo sólido tem sido negligenciado, considerado menos irritante que os resíduos líquidos e gasosos porque colocado na terra, não se dispersa como os poluentes do ar e da água.

O conceito de resíduo sólido urbano é, em geral, definido de acordo com a conveniência da situação em que é requerido. Segundo Bidone (1999_b), resíduos sólidos urbanos podem ser considerados como aqueles constituídos por resíduos domésticos, comerciais e industriais, resíduos de varrição e os provenientes de serviços. Por serviços entende-se a limpeza de bocas de lobo e galerias, canalizações e órgãos acessórios da rede coletora de esgoto, a limpeza e poda de praças e jardins, além da coleta de resíduos de produção transiente (carcaça de animais, móveis abandonados nas vias públicas, resíduos de campanhas de limpeza, etc), entre outros, todos juntos ou apenas alguns desses. No entanto, o autor deixa claro que se pode ter uma definição diferente para resíduo sólido urbano em cada município, de acordo com o serviço de coleta realizado.

3.1.3 – Resíduo sólido perigoso

O grande crescimento do consumo mundial e a venda de produtos não só aumentam o volume de resíduos sólidos gerados como a toxicidade desses em função do maior uso de produtos químicos, agrotóxicos e com o advento da energia atômica (Machado, 2001).

De acordo com Fiorillo (2001) *apud* Fiorillo & Rodrigues, são considerados resíduos sólidos perigosos aqueles que, em razão de suas quantidades, concentrações, características físicas, químicas ou biológicas, podem causar ou contribuir, de forma significativa, para a mortalidade ou incidência de doenças irreversíveis, ou impedir a reversibilidade de outras, ou apresentar perigo imediato ou potencial à saúde pública ou ao ambiente, quando transportados, tratados ou dispostos de forma inadequada.

A NBR-10.004 (ABNT, 1987_a) também estabelece que a classificação dos resíduos deve desenvolver-se com base em cinco critérios de periculosidade:

- inflamabilidade;
- corrosividade;
- reatividade;
- toxicidade;
- patogenicidade (exceto resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados em estações de tratamento de esgotos sanitários).

Caso o resíduo não se enquadre em pelo menos um desses critérios, a norma estabelece que amostras sejam submetidas a ensaios tecnológicos para avaliação das concentrações (em extratos líquidos) de elementos que conferem periculosidade. Para normatizar esse procedimento, a ABNT vinculou à NBR-10.004 outras três normas, a NBR - 10.005, a NBR-10.006 e a NBR-10.007.

NBR-10.005 – Lixiviação de resíduos – Procedimento, estabelece ensaios para a realização do Ensaio de Lixiviação, que consiste na separação de certas substâncias contidas nos resíduos industriais por meio de lavagem ou percolação. (ABNT,1987_b)

NBR-10.006 – Solubilização de resíduos – Procedimento, estabelece ensaios para a realização do Ensaio de Solubilização, visando tornar uma amostra de um resíduo solúvel em água e avaliar a concentração dos elementos ou materiais contidos no extrato. (ABNT,1987_c)

NBR-10.007 – Amostragem de resíduos – Procedimento, estabelece os critérios de coleta e seleção de uma amostra, que será analisada como representativa de um todo. (ABNT,1987_d)

3.1.4 - Agrotóxico

A Lei 7.802 (Brasil, 1989) considera agrotóxicos:

- “a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;
- b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores”

No Brasil, adotou-se o termo agrotóxico e deixou-se o uso do termo “defensivo agrícola” que, segundo Machado (2001), distorcia o conceito e fugia da terminologia internacional que utiliza os termos “pesticida” ou “praguicida” para tais produtos.

Segundo a definição de EPA (1999), pesticida é qualquer substância ou mistura de substâncias que tem a intenção de prevenir, destruir, repelir ou mitigar qualquer peste como insetos, ratos e outros animais, ervas daninhas, fungos ou microrganismos como bactérias e vírus, assim como reguladores de plantas, desfoliantes ou dissecantes.

Muitos produtos domiciliares são considerados agrotóxicos, tais como:

- aerossóis e iscas para baratas;
- repelentes de insetos;
- venenos para ratos e outros roedores;
- aerossóis, pós e coleiras para pulgas e carrapatos;
- desinfetantes de lavanderia, banheiro e cozinha;
- produtos para combater mofo e bolor;
- alguns produtos de jardinagem como para combater ervas daninhas;
- alguns produtos químicos de piscinas.

A maioria dos agrotóxicos acarreta riscos para os humanos, animais e para o meio ambiente porque são desenvolvidos para matar ou provocar efeitos adversos à vida de alguns organismos. Por outro lado é útil à sociedade devido a sua capacidade de exterminar organismos potencialmente causadores de doenças e controlar pestes.

De acordo com Frazar (2000), em 1940 os pesticidas mais comumente utilizados eram os orgânicos assim como os extraídos de plantas, e os inorgânicos, que contêm metais

pesados. Em meados dos anos 40, a produção e o uso de pesticidas orgânicos sintéticos, cresceu rapidamente. Em 1991, havia aproximadamente 23.400 pesticidas registrados na EPA. Em 1997, a indústria agrícola usava 77% do total de pesticidas; indústria, comércio e organizações governamentais usavam 12%; e, o uso doméstico privado consumia os 11% restantes.

3.1.5 - Fungicidas

Conforme Reigart & Roberts (1999), os fungicidas são pesticidas largamente utilizados na indústria, agricultura, em casa e em jardins por diversos propósitos, entre eles: proteção à semente durante a estocagem, o transporte e a germinação; maturação da colheita, sementes, flores e gramas ; detenção do mofo que ataca superfícies pintadas; controle do limo em polpas de papel; proteção de carpete e tecidos em casas.

Os fungicidas variam muito em relação ao seu potencial de causar efeitos adversos ao homem. No entanto, é pouco provável que eles causem freqüentes ou agudos envenenamentos. A primeira razão para isso é que eles têm pouca toxicidade inerente a mamíferos e não são absorvidos com eficiência. A segunda é que muitos fungicidas tem formulação de pós molháveis ou granulares, que não têm absorção rápida. E a terceira é que a forma de aplicação é tal que poucos indivíduos são intensamente expostos ao produto.

Os fungicidas são, porém, responsáveis por um grande número de irritações prejudiciais à pele, a membranas e a mucosas, assim como sensibilização dérmica.

3.2 – Avaliação toxicológica

O meio pelo qual avalia-se o grau de toxicidade de um agrotóxico, os perigos que pode representar ao meio ambiente, aos seres humanos e animais que entrem em contato direto ou indireto com esse, é a avaliação toxicológica. Para melhor compreensão dos dados constantes dessa avaliação, faz-se necessário o conhecimento dos termos utilizados para classificação e efeitos das substâncias, bem como das técnicas utilizadas para obtenção de tais dados.

De acordo com Larini (1993), a avaliação toxicológica compreende a análise dos dados toxicológicos de uma substância ou composto químico, com o objetivo de classificá-lo toxicologicamente e fornecer informações sobre a forma correta de seu emprego, bem como as medidas preventivas e curativas quando do uso inadequado.

Os dados toxicológicos são obtidos através da experimentação em animais de laboratório, em ensaios de microrganismos ou pelo registro de casos de intoxicações ocorridos em seres humanos.

3.2.1 - Toxicidade aguda

A dose letal é expressa pela quantidade necessária em mg/kg de peso corpóreo para provocar a morte de 50 % de um lote de animais submetido à experiência; é representada pela sigla DL50. O animal utilizado é o rato albino (macho e fêmea), em número não inferior a 10 para cada dose. As fêmeas devem ser nulíparas e não prenhes. Para o bioensaio da DL50 devem ser selecionadas no mínimo quatro doses crescentes do composto sendo que a menor não deve provocar mortalidade nos animais do grupo e a maior provoque 100 % de mortalidade. A temperatura do teste deve ser de $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

A DL50 é verificada por três tipos de vias: oral, dérmica e venosa. Na determinação da DL50 aguda oral, o índice de mortalidade dos animais testados é verificado até 14 dias após a administração do composto. Na dérmica, o agente tóxico deve permanecer em contato com a pele do animal durante 24 horas e o índice de mortalidade é verificado também em até 14 dias. Por via respiratória, avalia-se a concentração letal média (CL50), que representa a concentração de uma substância química na atmosfera capaz de provocar morte em 50% da população após exposição única ou repetida.

Os valores de DL50 e CL50 são obtidos a partir dos índices de mortalidade observados, empregando-se diversos métodos estatísticos.

Em função dos valores de DL50, classificam-se os agentes tóxicos em vários grupos. Os praguicidas podem ser classificados em quatro classes distintas, conforme Tabela 3.1. Nesse enquadramento também inclui-se na Classe I todas as substâncias que, independente da sua DL50, demonstrem propriedades carcinogênicas, teratogênicas ou mutagênicas ou ainda que prejudiquem o processo reprodutivo animal ou provoquem ulceração, corrosão na pele ou opacidade da córnea irreversível dentro de 7 dias.

No caso de formulação, a classificação da DL50 é feita a partir do ingrediente ativo, segundo a expressão:

$$\text{Classe} = \frac{\text{DL50} \cdot \text{do} \cdot \text{produto} \cdot \text{ativo} * 100}{\text{Porcentage m} \cdot \text{do} \cdot \text{princípio} \cdot \text{ativo} \cdot \text{na} \cdot \text{formulação}} \quad (3.1)$$

Tabela 3.1 - Classificação de praguicidas em função dos valores de DL50 aguda

Classe	DL50 aguda (mg/kg) em ratos			
	Via oral		Via dérmica	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
I) Extremamente tóxicos	A) Todos os produtos cuja DL50 oral do constituinte ativo for igual ou inferior a 25 (oral) ou acima de 100 (dérmica)			
	B) 50 ou menos	200 ou menos	100 ou menos	400 ou menos
II) Altamente tóxicos	Acima de 50 até 500	Acima de 200 até 2000	Acima de 100 até 1000	Acima de 400 até 4000
III) Medianamente tóxicos	Acima de 500 até 2000	Acima de 2000 até 6000	Acima de 1000 até 4000	Acima de 4000 até 12000
IV) Pouco tóxicos	Acima de 2000	Acima de 6000	Acima de 4000	Acima de 12000

(Fonte: Larini, 1993)

Para contaminantes do ambiente, a classificação é feita em função dos valores de CL50, expressa em ppm ou mg/m³, indicando o tempo de exposição experimental, segundo a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Classificação dos contaminantes ambientais em função do valor de CL50

Classificação	CL50 (ppm) (4 horas)
Extremamente tóxicos	50 ou menos
Altamente tóxicos	Acima de 50 até 100
Moderadamente tóxicos	Acima de 100 até 1000
Pouco tóxicos	Acima de 1000 até 10000
Praticamente atóxicos	Acima de 10000

(Fonte: Larini, 1993)

Além dos valores de DL50 e CL50, pode-se expressar a toxicidade aguda de um composto pelo potencial de toxicidade (pT50), definido como sendo o logaritmo negativo da concentração molar necessária para provocar a morte de 50% da população do experimento. Na Tabela 3.3 é apresentada a classificação dos agentes químicos conforme seus valores de pT.

$$pT50 = -\log T \quad (3.2)$$

onde,

T= número de moles do agente tóxico necessários para provocar a morte de 50% da população

Tabela 3.3 Classificação dos agentes tóxicos em função dos valores de pT.

Classificação	DL50	mol/kg	pT50
Supertóxicos	0,1	0,000001	6
Extremamente tóxicos	1	0,00001	5
Altamente tóxicos	10	0,0001	4
Moderadamente tóxicos	100	0,001	3
Pouco tóxicos	1.000	0,01	2
Praticamente atóxicos	10.000	0,1	1

(Fonte: Larini, 1993)

3.2.2 - Toxicidade crônica

A toxicidade crônica constitui-se de informações a respeito da toxicidade cumulativa de um agente tóxico, que compreende:

- dados sobre a toxicidade a curto prazo. Informações toxicológicas obtidas a partir da administração de doses diárias, via oral, dérmica e respiratória, por período de 28 dias. O animal testado é o rato albino em número não inferior a dez. Ao final, os animais são necropsiados, sendo órgãos e tecidos destinados a exame histopatológico;
- dados sobre a toxicidade a médio prazo. Capacidade das substâncias em produzir efeitos adversos como resposta à administração de doses repetidas, durante período não superior a 10% da vida média do animal utilizado. Deve-se utilizar pelo menos 20 animais. Faz-se as mesmas observações indicadas no estudo de toxicidade a curto prazo;
- dados sobre a toxicidade a longo prazo. Informações obtidas através da administração diária do agente tóxico em ratos albinos, durante pelo menos 12 meses. O número de animais para cada dose não deve ser inferior a 40. Além das observações indicadas no estudo de toxicidade a curto prazo, faz-se observações de todos os órgãos e funções do organismo animal, especialmente a função renal e hepática.

3.2.3 - Efeitos neurotóxicos

São dados toxicológicos obtidos a partir da administração oral de doses próximas da DL50 em galinhas leghorn, em número maior que doze. Faz-se observações do comportamento e do controle motor durante duas semanas. Ao fim do período, o animal é sacrificado e seu sistema nervoso central, incluindo tecido mielínico, é submetido à análise histopatológica.

A neurotoxicidade de um composto químico também deve ser avaliada através de estudos comportamentais em outros animais, especialmente em ratos e camundongos.

3.2.4 - Efeitos carcinogênicos

A carcinogênese ou oncogênese é um processo anormal e não controlado de diferenciação e proliferação celular, inicialmente localizado mas que pode ser disseminado pelo organismo provocando sua morte. O processo pode ser identificado desde o início, quando ocorrem alterações moleculares do DNA sucedidas por alterações bioquímicas e fenotípicas das células.

O câncer só pode ser manifestado em organismos multicelulares, portanto, somente os ensaios que utilizam organismos superiores podem reproduzir por completo o fenômeno neoplásico.

Segundo o potencial carcinogênico para o homem, os tóxicos são distribuídos em quatro grupos distintos:

Grupo 1: é carcinogênico, existindo evidências suficientes de carcinogenicidade em estudos que incluem o homem.

Grupo 2:

2A: provavelmente carcinogênico para o homem, existindo evidência limitada de carcinogenicidade em seres humanos e suficientes em animais de laboratório.

2B: possivelmente carcinogênico para o homem existindo evidências limitadas em animais de laboratório.

Grupo 3: o agente tóxico não pode ser classificado devido à falta de informações ou invalidação dos testes realizados.

Grupo 4: o agente tóxico não é carcinogênico para o homem, existindo evidências que sugerem ausência de efeito em relação a homens e animais.

3.2.5 - Efeitos mutagênicos

Mutação é toda a alteração do material genético de uma célula que não resulta da segregação ou recombinação. Esse processo quando não é letal para a célula, pode propagar-se pelo organismo em crescimento, constituindo uma mutação somática, ou ainda transmitir-se às próximas gerações constituindo mutação germinal.

Pode-se avaliar os efeitos mutagênicos de compostos químicos através de ensaios com microrganismos ou com animais superiores.

3.2.6 - Efeitos teratogênicos

A teratogênese de um composto químico é avaliada através de métodos experimentais com animais de laboratório e envolve três fases:

1ª fase: avalia o potencial tóxico do produto sobre a fertilidade e desempenho reprodutivo. Nessa fase também é determinada a sobrevivência e o peso corpóreo das mães e dos filhotes durante o período de lactação. No final do teste os animais são sacrificados e faz-se a constatação das anomalias viscerais.

2ª fase: obtêm-se informações a partir da administração de doses diárias do composto químico na dieta de fêmeas grávidas, durante a organogênese. No final da gestação, as fêmeas são sacrificadas e os fetos retirados por cesariana. São verificados o sexo e o peso dos fetos, peso da placenta, pontos de reabsorção, contagem de corpos lúteos, mortalidade precoce ou tardia dos embriões, anomalias estruturais externas e alterações ósseas.

3ª fase: compreende estudos sobre os efeitos do composto sobre o desenvolvimento peri e pós natal. A administração do produto é feita a partir do último terço da gestação até o desmame. São avaliados o desenvolvimento somático, neuromotor, sensorial e comportamental da prole.

3.3 –Manzate[®] 800 e seus componentes

O agrotóxico escolhido para o desenvolvimento dessa pesquisa tem o nome comercial de Manzate[®] 800, seu ingrediente ativo é o etileno bis-ditiocarbamato de manganês com íon zinco, de nome comum, Mancozeb. Trata-se de um fungicida muito utilizado não só no Rio Grande do Sul, como também em outros estados do país e aplicado em diversas culturas. Esse agrotóxico é comercializado em embalagens aluminizadas, cuja reciclagem não é ainda, economicamente interessante. A destinação final dessas embalagens deve ser portanto, a incineração. A Figura 3.1 mostra o produto em sua embalagem original.

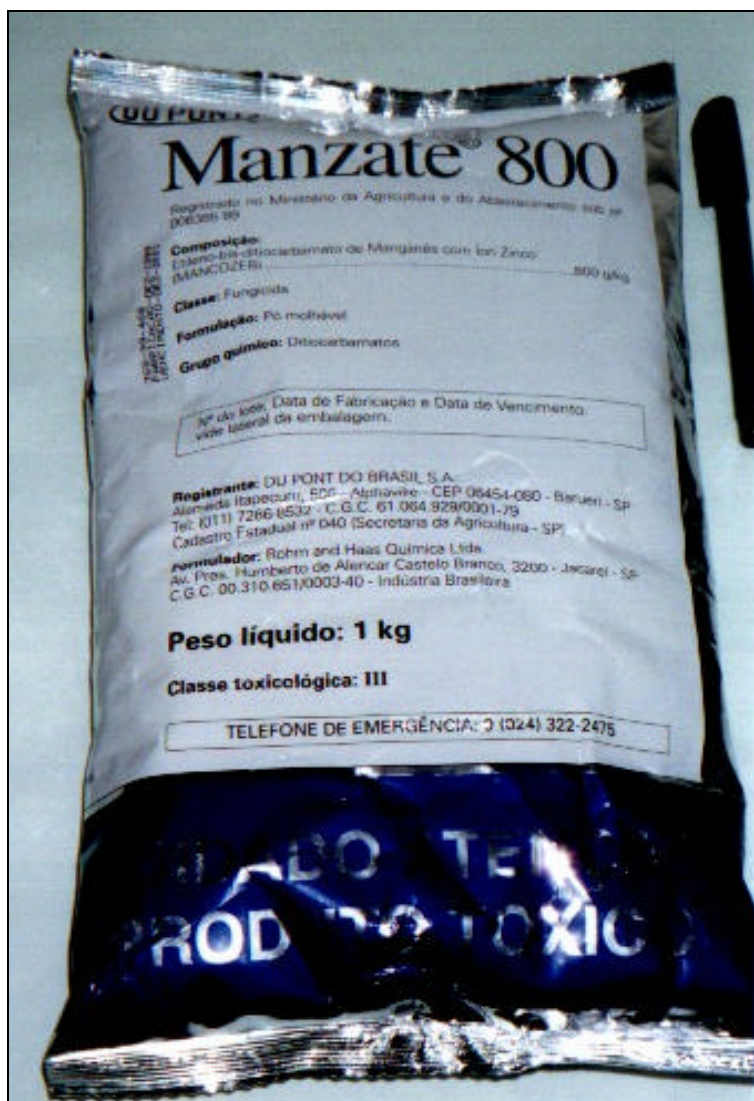


Figura 3.1 – Manzate[®] 800 em sua embalagem original

Com a finalidade de melhor conhecer o produto com o qual trabalhamos, suas características e as de seus componentes, buscou-se o máximo de informações disponíveis sobre esses.

3.3.1 - Etileno Bis Ditiocarbamatos (Compostos EBDC) - Mancozeb

De acordo com Reigart & Roberts (1999) esses fungicidas podem causar irritação na pele, no trato respiratório e nos olhos. A absorção desses fungicidas através da pele e mucosas é pouco provável. Envenenamentos sistêmicos em humanos têm sido muito raros.

Os compostos EBDC não são inibidores da colinesterase ou de acetaldéidos desidrogenase. Eles não induzem doenças colinérgicas ou reações “Antabuse”.

Não há testes disponíveis para esses fungicidas no fluido humano.

3.3.2 - Mancozeb

As informações constantes no relatório de EPA (2001) sobre o produto químico Mancozeb são as seguintes.

Descrição do produto

Nome genérico: Etileno bis-ditiocarbamato de manganês.

Nome comum: Mancozeb.

Marcas comerciais: Dithane M-45, Manzate 200, Manzate 800, outros.

Ano do início do registro: 1967.

Tipo de pesticida: Fungicida (pouco uso como inseticida).

Família química: Etileno bisditiocarbamato (EBDC).

O maior problema toxicológico relativo à exposição ao Mancozeb é o prejuízo à tireóide humana, devido à presença da etilenodiuréia (ETU).

A ETU é um contaminante, produto de degradação e metabólito, presente no Mancozeb e em outros produtos etilenoditiocarbamatos (EDC). É considerada causadora de goitrogênese, teratogênese e oncogênese.

São necessários estudos adicionais do Mancozeb para maiores avaliações. Dados avaliados indicam que ele não é responsável por desenvolvimento primário de toxicidade ou de teratogênese.

Os dados disponíveis não são suficientes para uma avaliação completa dos efeitos ecológicos do Mancozeb. Com os dados atuais, pode-se dizer que ele não é mais do que levemente tóxico para a vida silvestre em doses agudas, é altamente tóxico para peixes de águas mornas e, pelo menos, moderadamente tóxico para peixes de águas frias.

Características fisiológicas e comportamentais

- Mecanismo de ação inibe a atividade enzimática complexando com metais as enzimas, incluindo aquelas envolvidas na produção de trifosfato de adenosina (ATP);
- metabolismo: parece ser rapidamente absorvido pelo trato intestinal, distribuído para os órgãos alvos e praticamente totalmente excretado em 96 horas. O maior metabólito é a ETU, compreendida quase 24% da parte biodisponível na urina e na bile. O resíduo de ETU na tireóide e no fígado é menor que 1 ppm e não detectável após 24 horas.

Características ambientais

- Hidrólise: degrada com uma meia-vida de 1 ou 2 dias a pH 5, 7 e 9. Na ETU ocorre a hidrólise retardada a pH 5 e 7 e muito lentamente a pH 9;
- metabolismo aquático anaeróbico: Mancozeb degrada com meia-vida de 92 dias e ETU de 29 a 35 dias.

3.3.3 - Manzate[®] 800

O relatório da FEPAM (Rio Grande do Sul, 1999) traz as seguintes informações sobre o produto de marca comercial Manzate[®] 800:

- marca comercial: Manzate[®] 800;
- nome comum do ingrediente ativo: Mancozeb (BSI, E-ISO);
- nome químico do ingrediente ativo: etileno bis-ditiocarbamato de manganês com íon zinco (Mancozeb) – IUPAC;
- fórmula bruta (do I.A.): $(C_4H_6MnN_2S_4)_x (Zn)_y$;
- massa molecular (do I.A.): 265,30 (x) e 65,37 (y);
- fórmula estrutural (dos I.A.):
$$\left[^-SCS.NHCH_2CH_2NHCS.S.Mn^- \right]_x (Zn)_y$$
- grupo químico (do I.A.): ditiocarbamato;
- sinonímia (do I.A.): Dithane[®] M-45, Manzate[®] 800;
- classe (do I.A.): fungicida , de ação seletiva, não sistêmico;
- forma de apresentação: pó molhável.

Indicação de uso

De acordo com o Relatório Técnico aprovado pelo Ministério da Agricultura, Manzate[®] 800 é um fungicida contendo o ingrediente ativo Mancozeb, de ação de contato, sendo ativo contra diversas linhagens de espécies de fungo resistentes a fungicidas sistêmicos de elevada especificidade. É um produto seletivo para as diversas culturas em que se encontra registrado no Ministério da Agricultura, respeitando-se os intervalos de segurança recomendados.

Na Tabela 3.4 apresentam-se as principais culturas que utilizam o Manzate[®] 800, as doenças que combate, as doses e modo de aplicação recomendados pelo fabricante.

Tabela 3.4 Culturas, doenças, doses, época e frequência das aplicações de Manzate® 800

CULTURA	DOENÇA	DOSE	INÍCIO, ÉPOCA, FREQUÊNCIA
ARROZ	BRUSONE <i>Pyricularia oryzae</i> HELMINTOSPORIOSE OU MANCHA PARDA <i>Helminthosporium oryzae</i> (<i>Cochliobolus miyabeanus</i>) CERCOSPORIOSE <i>Cercospora oryzae</i>	2,0 kg / ha	Recomenda-se 3 pulverizações Intervalo de segurança: 30 dias.
BATATA	PINTA PRETA <i>Alternaria solani</i> REQUEIMA <i>Phytophthora infestans</i>	3,0 kg/ha	Iniciar as aplicações quando as mudinhas atingirem 5 a 20 Intervalo de segurança: 7 dias.
BANANA	MAL DE SIGATOKA <i>Mycosphaella musicola</i> (<i>Cercospora musae</i>)	2,0 a 3,0 kg/ha	Aplicar em quantidade suficiente de água para assegurar um cobertura uniforme de folhagem. Intervalo de segurança: 21 dias.
MACIEIRA	SARNA <i>Venturia inaequalis</i> PODRIDÃO AMARGA <i>Glomerella cingulata</i>	200 g / 100 l água. (Usar 5 a 10 l de calda por planta)	Iniciar as aplicações na dormência. Intervalo de segurança: 21 dias.
FUMO	MOFO AZUL <i>Peronospora tabacina</i>	200 g / 100 l água. (Usar 1000l de calda/ha)	Iniciar aplicações no viveiro. Intervalo de segurança: Não alimentar
CAFÉ	FERRUGEM DO CAFEIRO <i>Hemileia vastatrix</i>	4,0 a 5,0 kg/ha em cafeeiros adultos (mais de 4 anos) e 2,0 a 2,5 Kg/ha em cafeeiros novos (2 a 4 anos)	Intervalo de segurança: 60 dias.
PÊSSEGO	FERRUGEM <i>Coryneum beijerinckii</i> CRESPEIRA <i>Taphrina deformans</i> PODRIDÃO PARDA <i>Monilinia fructicola</i>	200 g/ 100 l de água (5 a 15 l. de calda por planta adulta).	Iniciar os tratamentos entre o período patente e a brotação, Intervalo de segurança: 121 dias.

TOMATE	<p>REQUEIMA <i>Phytophthora infestans</i></p> <p>PINTA PRETA <i>Alternaria solani</i></p> <p>MANCHA DAS FOLHAS <i>Septoria lycopersici</i> <i>Cladosporium fulvum</i> <i>Stemphiliium solani</i></p> <p>ANTRACNOSE <i>Colletotrichum phomoides</i></p>	3,0 kg/ha	<p>Iniciar as aplicações quando os frutos dos primeiros cachos estiverem bem formados.</p> <p>Intervalo de segurança: 7 dias.</p>
CEVADA	<p>FERRUGEM DA FOLHA <i>Puccinia recondita</i></p> <p>FERRUGEM DO COLMO <i>Puccinia graminis tritici</i></p> <p>SEPTORIOSE DA GLUMA <i>Septoria nodorum</i></p> <p>HELMINTOSPORIOSE <i>Helminthosporium spp</i></p>	2,5 kg/ha	<p>Efetuar 2 a 3 pulverizações durante o ciclo da planta.</p> <p>Intervalo de segurança: 30 dias</p>
TRIGO	<p>BRUSONE <i>Pyricularia sp</i></p> <p>FERRUGEM DA FOLHA <i>Puccinia recondita</i></p> <p>FERRUGEM DO COLMO <i>Puccinia graminis tritici</i></p> <p>SEPTORIOSE DA GLUMA <i>Septorium nodorum</i></p> <p>SEPTORIOSE DA FOLHA <i>Septoria tritici</i></p> <p>HELMINTOSPORIOSE <i>Helminthosporium sp</i></p>	2,5 kg/ha (Para aplicação aérea usar 20 a 40 litros de água/ha e terrestre 200 a 800 l de água/ha).	<p>Para Brusone, realizar a 1ª aplicação no médio do espigamento. Para as demais doenças efetuar entre 2 a 3 pulverizações durante o ciclo da planta</p> <p>Intervalo de segurança: 30 dias</p>
UVA	<p>MÍLDIO OU PERONOSPORA <i>Plasmopara viticola</i></p> <p>ANTRACNOSE <i>Elsinoe ampelina</i></p> <p>PODRIDÃO PRETA <i>Guignardia bidwellii</i></p> <p>PODRIDÃO AMARGA <i>Melanconium fuligenum</i></p>	250 g / 100 l (Usar um mínimo de 1000 l de calda por hectare).	<p>Aplicar um pouco de florescimento, repetindo logo após, e 5 a 10 dias, mais tarde.</p> <p>Intervalo de segurança: 21 dias.</p>
FEIJÃO, VAGEM E ERVILHA	<p>FERRUGEM <i>Uromyces phaseoli</i></p> <p>MILDIO <i>Phytophthora phaseoli</i></p> <p>ANTRACNOSE <i>Colletotrichum sp</i></p> <p>MANCHA ANGULAR <i>Isariopsis griseola</i></p>	2,0 kg/ha	<p>Iniciar as pulverizações aos 25 dias da germinação.</p> <p>Intervalo de segurança: 7 dias</p>

CITROS	<p>ÁCARO DA FALSA FERRUGEM <i>Phyllocoptruta oleivora</i></p>	<p>100 g/100 L de água (5 a 15 L de calda por planta)</p>	<p>O combate deve ser feito quando em 2% das folhas ou frutos examinados, for observada infestação de 1 ou mais ácaros da Falsa Ferrugem. Intervalo de segurança: 21 dias.</p>
--------	---	---	--

(Fonte: Relatório Técnico fornecido pelo fabricante)

Limitações de uso

- Devem ser respeitados os intervalos de segurança recomendados para cada cultura;
- nas doses recomendadas o produto não é fitotóxico a nenhuma das culturas indicadas;
- o produto apresenta perda de força sob exposição prolongada ao ar, calor ou umidade;
- deve-se manter o produto em sua embalagem original fechada, longe de fertilizantes, alimentos e ração animal;
- nunca permitir que o produto entre em contato com umidade durante o armazenamento. Isto poderá levar a alterações químicas que poderão reduzir a sua eficiência e produzir vapores que poderão ser inflamáveis;
- classe toxicológica: III

Composição quali-quantitativa

- Mancozeb: 800 g/kg;
- ingredientes inertes: 200 g/kg.

As impurezas não intencionais que podem estar presentes em quantidades apreciáveis no produto técnico não são consideradas toxicologicamente significativas.

Embalagens

- Sacos de polietileno ou de papel de 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 24,0 e 25,0 kg;
- sacos de polietileno ou de papel acondicionados em caixas de papelão ou em barricas de papelão de 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 24,0 e 25,0 kg;

- baldes plásticos ou de ligas metálicas de 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 24,0 e 25 kg.

Testes referentes à compatibilidade

Manzate[®] 800 é incompatível com formulações de produtos agrotóxicos altamente alcalinos, como a calda sulfocálcica e a calda bordalesa.

Informações sobre a destinação final de resíduos e embalagens

- Não reutilizar embalagens vazias;
- as embalagens devem ser destruídas e enterradas em fosso de lixo tóxico;
- o local para a construção do fosso deve ser distante de casas, de instalações ou de qualquer fonte de água, longe do trânsito de pessoas ou animais, porém de fácil acesso e onde não se preveja o aproveitamento agrícola, mesmo a longo prazo;
- o local não deve ser sujeito a inundações ou acúmulo de água;
- o solo deve ser profundo, de permeabilidade média para permitir uma percolação;
- abrir um fosso de 1 a 2 metros de profundidade, comprimento e largura, não devendo exceder de 3 metros, de acordo com as necessidades;
- distribuir no fundo do fosso uma camada de pedras irregulares e uma cama de brita;
- ao redor do fosso cavar uma valeta, com escoadouro, para impedir a penetração de enxurradas;
- reservar uma área suficiente para a instalação de mais fossos, de acordo com a necessidade;
- isolar a área com cerca de tela, para impedir a entrada de animais e dificultar a entrada de pessoas;
- colocar uma placa de advertência (CAVEIRA) com os dizeres: CUIDADO LIXO TÓXICO;
- antes de iniciar o uso do fosso, e após cada 15 cm de material descartado, colocar camadas de cal virgem ou calcário para ajudar a neutralização;

- completada a capacidade do fosso, cobrir com uma camada de 50 cm de terra e compactar bem. Uma camada adicional de 30 cm de terra deve ser colocada sobre o aterro, para que este fique acima do nível do terreno;
- observar legislação Estadual e Municipal específicas;
- fica proibido o enterro de embalagens em áreas inadequadas, sendo necessário consultar o Órgão Estadual de Meio Ambiente.

Em Agar Cross (2000) encontram-se ainda, as seguintes informações sobre o Manzate[®] 800:

Informações toxicológicas

- Toxicidade aguda:

LD₅₀ oral – rata: >11.000 mg/kg (machos); > 15.000 mg/kg (fêmeas);

LD₅₀ dérmica: coelho: > 2.000 mg/kg;

irritação dérmica: medianamente irritante;

irritação ocular: medianamente a moderadamente irritante;

sensibilização alérgica: medianamente sensibilizante dermicamente.

- Toxicidade crônica (princípio ativo):

via oral – 2 anos – rata: se observou diminuição da massa corpórea e efeitos sobre a tiróide. À 35 mg/kg/dia os animais mostraram aumento na incidência de tumores de tumores de tiróide e lesões oculares (retinopatia);

via inalação: se observou diminuição da massa corpórea, inflamação pulmonar e alterações nas funções da tiróide.

- Carcinogênese (princípio ativo): Não carcinogênico de acordo com as instituições internacionais encarregadas do estabelecimento dos riscos carcinogênicos a das substâncias químicas.
- Reprodução (princípio ativo): sem efeitos sobre a reprodução.

- Mutagênese (princípio ativo): não mutagênico de acordo com os estudos que normalmente se realizam para determinarem-se os riscos de mutagênese e das substâncias químicas.

Informações sobre o meio ambiente (princípio ativo)

- Peixe lua de guelra azul LC50 (96 horas): 1ppm;
- pato mallar LD50: >6.400 mg/kg;
- abelhas: LC50: 193mg/abelha.

3.4 – Destinação dos resíduos de agrotóxicos

3.4.1 – Alternativas de disposição/tratamento dos resíduos de agrotóxicos

Frazar (2000) estudou as formas mais comuns de remediação de locais contaminados por resíduos de pesticidas e considera que são necessários muitos estudos antes da escolha de uma forma efetiva de remediação. O método deve levar em consideração os contaminantes presentes e os valores em que eles se encontram, geralmente vários contaminantes em concentrações diferentes têm de ser tratados. Os contaminantes podem ser encontrados no solo, sedimentos, lodos, água subterrânea ou superfície. Idealmente, o seu tratamento deve resultar na destruição dos compostos sem a geração de compostos intermediários. Cada tecnologia tem suas vantagens e limitações para um específico contaminante e concentração. Nos subitens a seguir são apresentadas algumas dessas formas de remediação estudadas por Frazar (2000).

3.4.1.1 - Dessorção térmica a baixas temperaturas

É uma tecnologia *ex situ*, freqüentemente utilizada para locais contaminados por pesticidas. É capaz de remover compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis do solo e acredita-se que seja capaz de remover pesticidas de lodo, de sedimentos e de filtros *cake*. O meio é aquecido até temperaturas entre 149 e 538 °C, o que resulta na volatilização mas não destruição dos compostos orgânicos. O gás proveniente dessa volatilização é contaminado e deve ser tratado. Essa tecnologia requer recursos altamente especializados e caros, não é capaz de remediar inorgânicos e metais pesados e se limita a contaminantes que contêm no mínimo 20% de sólidos.

3.4.1.2 - Incineração

Também é uma tecnologia freqüentemente usada para remediação de locais contaminados por pesticidas. É o melhor processo para solo, lodo ou sedimentos com contaminantes orgânicos. Calor e oxigênio são aplicados ao meio contaminado e os compostos orgânicos são subseqüentemente oxidados. No primeiro estágio, o meio é submetido a temperaturas de 538 a 982 °C e resulta em alguma oxidação e volatilização dos orgânicos. Em um segundo estágio, as temperaturas são de 1.600 a 2.000°F e destrói completamente os orgânicos. As cinzas resultantes podem ser dispostas em aterros. Esta tecnologia tem a vantagem de praticamente destruir por completo os contaminantes, tem como limitação os altos custos e a necessidade de recursos especializados. Pequenas quantidades de contaminantes podem ser tratadas fora do local com as facilidades da centralização; no entanto, o transporte de material contaminado e perigoso aumenta os riscos de uma maior contaminação. Alguns incineradores são portáteis, podendo ser transportados ao local contaminado.

3.4.1.3 - Biorremediação

Recentes pesquisas estão ampliando a capacidade desta tecnologia que, além de ter custos geralmente mais baixos, vem se tornando uma tecnologia limpa muito atrativa.

O processo de biorremediação aumenta a taxa de degradação natural microbiológica dos contaminantes, suprimindo esses microrganismos com nutrientes, fontes de carbono ou doadores de elétrons. Isso pode ser feito utilizando microrganismos indígenas ou pelo enriquecimento de uma população que tem características específicas para promover uma degradação dos resíduos contaminantes a uma alta taxa. Idealmente, a biorremediação resulta em uma completa transformação dos contaminantes a H₂O e CO₂ sem formar intermediários.

Nem sempre é possível utilizar esta tecnologia para um meio contaminado com pesticidas. Apesar de ser uma alternativa promissora, ela continua em fase de desenvolvimento. Em geral, requer mais tempo de tratamento do que as tecnologias térmicas.

3.4.1.4 - Fitorremediação

Também é uma tecnologia inovadora que vem ganhando reconhecimento como um método de remediação esteticamente agradável e de baixo custo efetivo. Consiste na

diminuição da toxicidade e estabilização dos contaminantes orgânicos, através das plantas. O processo imobiliza os contaminantes e reduz sua migração através do solo mediante absorção.

A fitorremediação não atende a todos os problemas de contaminação por pesticidas. Geralmente, as plantas podem remediar solo ou sedimentos próximos à superfície e aproximadamente um metro abaixo, por causa do comprimento de suas raízes. Não resulta na destruição do contaminante mas sim na sua imobilização. Esta tecnologia requer pesquisas intensas e necessita de um longo período para efetivamente remediar um local contaminado.

Na Tabela 3.5 são comparadas as tecnologias descritas anteriormente.

Tabela 3.5 - Tecnologias disponíveis para o tratamento de solos contaminados por pesticidas

Tecnologia	Custo (por jarda³)¹	Tempo(meses)	Meio de tratamento	Eficiência de remoção
Dessorção térmicas a baixas temperaturas	US\$100 a US\$400	0,75	Solo, lodo e sedimentos	82% a >98%
Incineração	US\$300 a US\$1.000	1	Solo, lodo e sedimentos	Geralmente >99,99%
Biorremediação	US\$8,4 a US\$197	3,1 (<i>ex situ</i>)	Solo, lodo, sedimentos e água subterrânea	Maior que 99,8%
Fitorremediação	US\$80 ou US\$60 mil a 100mil/acre	Sem data	Solo, lodo, sedimentos e água subterrânea	Maior que 80%

¹ Baseado em tratamentos de meios contaminados por pesticidas

² Baseado no tratamento de 1.000 jardas³ de solo contaminado com vários compostos orgânicos. Uma jarda³ equivale a aproximadamente 0,765m³.
(Fonte: Frazar, 2000)

3.4.2 – Destinação dos resíduos de agrotóxicos no Brasil

Segundo pesquisas da Associação Nacional de Defesa Vegetal, ANDEF (1999), no Brasil, metade de todas as embalagens vazias de agrotóxicos é vendida ou doada sem qualquer controle. Sabe-se também que trabalhadores rurais utilizam essas embalagens para guardar água potável, leite e até mesmo aguardente.

Da outra metade, 25% são queimados sem nenhum controle, poluindo a atmosfera, 10% são armazenados ao relento e ao alcance de desavisados e animais e 15% são simplesmente abandonados no campo com ainda 0,3% de agrotóxico no fundo da embalagem, o que ocasiona contaminação do lençol freático e mananciais. As quantidades de embalagens geradas por tipo, no Brasil estão apresentadas na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil

TIPOS DE EMBALAGENS	UNIDADES	PESO (kg)
Plásticas		
PEAD	30.254.857	7.901.584
PET	7.124.140	377.394
COEX	20.738.871	2.194.945
TOTAL	58.117.868	10.474.193
Metálicas	2.450.999	2.3730.058
TOTAL	2.450.999	2.3730.058
Flexíveis		
Plásticos	22.809.442	548.670
Sacos de papel	1.538.358	319.292
Aluminizados	10.595.932	1.237.013
TOTAL	34.943.732	2.104.975
Outras		
Cartuchos de cartolina	1.826.862	824.545
Caixas coletivas de papelão	10.164.189	7.794.595
Caixas coletivas de plástico	316.051	29.681
TOTAL	12.307.102	8.648.821
TOTAL GERAL	107.819.701	23.601.047

(Fonte: ANDEF, 1999)

Na bibliografia podem-se encontrar trabalhos que corroboram os dados apresentados pela ANDEF (1999) como o de Castilhos Jr. (2001) que desenvolveu estudos sobre a gestão dos produtos residuários do uso de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Cubatão do Sul (BHCS), no litoral central de Santa Catarina. Em relação ao destino final das embalagens de agrotóxicos, identificou através de pesquisa de campo, os seguintes tratamentos: 40% das embalagens são queimadas ao ar livre; 12% enterradas aleatoriamente; 36% descartadas no meio ambiente e 12% são tratadas através de programas mais adequados (coleta comunitária de embalagens e fosso de lixo tóxico). Constatou também que as sobras das caldas de aplicação e demais resíduos têm recebido a mesma destinação das embalagens vazias. Castilhos Jr.(2001) *apud* Oliveira, apresenta ainda uma tabela com os principais agrotóxicos utilizados na BHCS (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 – Principais agrotóxicos utilizados na agricultura da BHCS

FUNGICIDAS		HERBICIDAS		INSETICIDAS	
Manzate – III (Ditiocarbamato)	6.086kg	Gramoxone –I (Bipiridílios)	915	Cartao – II (Tiocarbamato)	2874L
Dithane – III (Ditiocarbamato)	5.343kg	Roundup – II (Glicina)	358	Tamaron – I (Organofosforado)	813L
Funguran – IV (Cúprico)	1.291kg	Triamex – III (Triazina)	340	Sumicidin – II (Piretróide)	780L
Ridomil – II (Ditiocarbamato)	1.084kg	Tordon –I (Fenoxiacético)	222	Decis – III (Piretróide)	628L
Dacobre – II (Cúprico)	984kg	Afalon –III (Uréia substituída)	214	Folidol – I (Organofosforado)	533L
Curzate – III (Ditiocarbamato)	822kg	Gesaprim –III (Triazinas)	100kg 110	Karate – II (Piretróide)	397L

(Fonte: Castilhos Jr. *apud* Oliveira, 2001)

Na mesma linha de pesquisa, Santos (1999_b) realizou um levantamento prático sobre o descarte de embalagens vazias de agrotóxicos em 20 propriedades agrícolas na região centro-oeste do estado de São Paulo, pertencente à região agrícola de Bauru. Constatou as seguintes formas de disposição final das embalagens: 19% são deixadas no campo; 27% enterradas sem técnica; 15% reaproveitadas; 10% são armazenadas; 22% queimadas a céu aberto e 7% são vendidas ou doadas. Relata ainda que apenas 25% dos agricultores lavam as embalagens antes do descarte.

3.4.2.1 - Legislação vigente no Brasil

Diante da situação exposta no item anterior, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, através do Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável da Secretaria do Desenvolvimento Rural, PNFC/SDR, e das Delegacias Federais de Agricultura lançou a Campanha da Tríplice Lavagem de Embalagens Vazias de Agrotóxicos em parceria com as Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente, instituições de pesquisa, de educação, assistência técnica e a sociedade civil organizada.

Segundo ANDEF (1999), esse quadro nacional, além de justificar uma campanha nacional, aponta a desinformação e a não aplicação da educação ambiental como causas principais da atual situação.

No primeiro momento, a campanha detém-se à tríplice lavagem e ao armazenamento para entrega às centrais de recolhimento, e que seja única para todos os municípios de cada Estado, respeitadas as características regionais.

No segundo momento, as embalagens recolhidas são destinadas à reciclagem por transformação em conduítes.

A campanha será realizada pelas Unidades da Federação com veiculação através de rádio, cartazes e folders, anúncios de TV e jornal, vídeo institucional e instrucional e palestras. Na Tabela 3.8, é apresentada a distribuição das embalagens de agrotóxicos nos principais estados do Brasil.

Tabela 3.8 – Distribuição, nos principais estados, das embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil

ESTADO	%
São Paulo	33.91
Paraná	13.69
Rio Grande do Sul	12.23
Mato Grosso	8.87
Minas Gerais	8.78
Goiás	7.59
Mato Grosso do Sul	5.53
Santa Catarina	2.42
Bahia	1.79
Rio de Janeiro	1.15
Pernambuco	1.05
TOTAL	100

(Fonte: ANDEF, 1999)

Segundo a atual Constituição Federal do Brasil (Brasil, 1988), compete aos Estados e ao Distrito Federal legislar, nos termos dos artigos 23 e 24, sobre o armazenamento de agrotóxicos seus componente e afins, consoante o artigo 10 da Lei 7.802/89 (Brasil, 1989). Machado (2001) esclarece que não era função dessa lei repartir competências, visto que essa é tarefa exclusiva da Constituição. Contudo, mesmo tendo atribuído aos Estados a competência de legislar sobre o armazenamento, a União não se eximiu de suas atribuições, tendo a regulamentação federal, através do artigo 49 do Decreto 98.816/90, afirmado: “O armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins obedecerá às normas nacionais vigentes, sendo observadas as instruções fornecidas pelo fabricante, bem como as condições de segurança explicitadas no rótulo e na bula” (Brasil, 1990).

A Lei 7.802/89 (Brasil, 1989) que dispõe, entre outras coisas, sobre o destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos, estabelece que o usuário passa a ter o dever de efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas na bula, no prazo de até um ano,

contado da data da copra, ou superior se autorizado pelo órgão competente. Fica claro, então, que o usuário não pode dar outra destinação à embalagem senão devolvê-la ao fornecedor, não podendo, por exemplo, destiná-la a um aterro sanitário ou à incineração, ainda que esses locais funcionem legalmente. A lei estabelece ainda que as empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos são responsáveis pela destinação das embalagens vazias, visando a sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambiental competentes.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Lei Estadual 9.921/93 (Rio Grande do Sul, 1993) e o Decreto Estadual 38.356/98, dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no estado. No que concerne às embalagens vazias de agrotóxicos, atribui à Fundação Estadual de Proteção Ambiental –FEPAM -, a competência de definir os procedimentos para o licenciamento das atividades de recebimento e armazenamento. A lei estabelece ainda que cabe ao usuário enviar as embalagens vazias, devidamente segregadas, ao fornecedor ou receptor local licenciado, devendo essas embalagens passar previamente pelo processo de tríplice lavagem, na origem.

3.5 - A codisposição em aterros sanitários como alternativa de tratamento de resíduos sólidos perigosos

A codisposição de resíduos sólidos perigosos com RSU é uma alternativa de disposição final bastante questionada e vem sendo estudada em diversas pesquisas e com os mais variados tipos de resíduos perigosos. Bidone (2001) salienta que os aterros sanitários são a forma de disposição final mais difundida e economicamente viável em países em desenvolvimento como o Brasil. Hoje cerca de 10% das comunidades brasileiras utilizam aterros sanitários para disposição final de seus RSU.

A codisposição visa obter a atenuação do lixiviado tóxico gerado, utilizando-se da capacidade de atenuação inerente ao resíduo doméstico. Baseia-se no fato de que muitos resíduos perigosos poderão ser diluídos e dispersos na massa total, e seus contaminantes atingirão concentrações tais, que não alterarão as reações biológicas de decomposição e estabilização do RSU (de Deus, 1996).

Segundo LaGrega *et al.* (1994) os aterros sanitários continuarão sendo o forma de disposição de grande parte dos resíduos perigosos porque, em primeiro lugar, técnicas como a redução na fonte, reciclagem e a minimização de resíduos não podem eliminá-los totalmente,

e em segundo lugar, tecnologias para tratamento desses resíduos como a incineração e os tratamentos biológicos, também geram resíduos.

Para acompanharem-se os efeitos do resíduo perigoso no âmbito do aterro sanitário, faz-se necessária a compreensão dos processos envolvidos na estabilização do resíduo e das variáveis indicadoras. Para tanto desenvolveu-se uma breve revisão do processo de digestão anaeróbia, sendo suas fases associadas às principais variáveis indicadoras.

3.5.1 – Digestão anaeróbia em aterros sanitários

Diversos autores como Pohland *et al.* (1983), Reinhart & Al-Yousfi (1996) e Bidone (1999_b) sugerem que o processo de degradação de resíduos em aterros, seja dividido em cinco fases seqüenciais e distintas.

1ª Fase: Ajuste inicial

Está relacionada ao assentamento inicial do resíduo e a acumulação da mistura em camadas. Observa-se um período de aclimatação até a mistura desenvolver e suportar uma comunidade microbiana ativa. As primeiras mudanças nos componentes ambientais ocorrem para criar condições favoráveis à decomposição bioquímica.

2ª Fase: Transição

A capacidade de campo é muitas vezes excedida, ocorre uma transformação do ambiente aeróbio para o anaeróbio. É estabelecida uma condição de tendência de redução, ocorrendo transferências de elétrons receptores de oxigênio em nitratos e sulfatos e a formação de dióxido de carbono a partir do oxigênio. No final desta fase, pode-se detectar no lixiviado, concentrações de demanda química de oxigênio (DQO) e de ácidos orgânicos voláteis (AOV).

3ª Fase: Formação de ácido

A continuação da hidrólise (solubilização) do resíduo sólido, seguido ou concomitantemente à conversão microbiológica do conteúdo orgânico biodegradável, resulta na produção de AOVs intermediários em altas concentrações. Ocorre um decréscimo no valor do pH acompanhado pela mobilização de alguns metais. As principais características dessa fase são o crescimento da biomassa associado à formação dos ácidos (bactérias acidogênicas), e o rápido consumo do substrato e dos nutrientes.

4ª Fase: Fermentação metanogênica

Os ácidos intermediários são consumidos pelas bactérias metanogênicas e convertidos a metano e dióxido de carbono. Sulfato e nitrato são reduzidos a sulfeto e amônia, respectivamente. O pH se eleva sendo controlado por solução tampão de bicarbonato, o que favorece o crescimento das bactérias metanogênicas. Metais pesados são removidos por complexação e precipitação.

5ª fase: Maturação

Os nutrientes e o substrato disponíveis começam a ficar limitados e a atividade biológica muda para uma relativa dormência. A produção de gás cai dramaticamente e o lixiviado apresenta concentrações muito baixas. Reaparece o oxigênio e espécies oxidadas começam a ser observadas. Entretanto, continua ocorrendo uma lenta degradação das frações orgânicas resistentes.

Portanto, o processo de estabilização final de resíduos sólidos de aterro é produto de fatores físicos, químicos e biológicos que envolvem o ambiente do aterro, a idade e as características desse, operação e gerência dos controles aplicados, e as condições externas do local.

Estudos de Pohland *et al.* (1983) (Figura 3.2) apontam uma descrição conveniente para o processo de estabilização de aterros através das fases da estabilização associadas a variáveis indicadoras das características do lixiviado e dos gases.

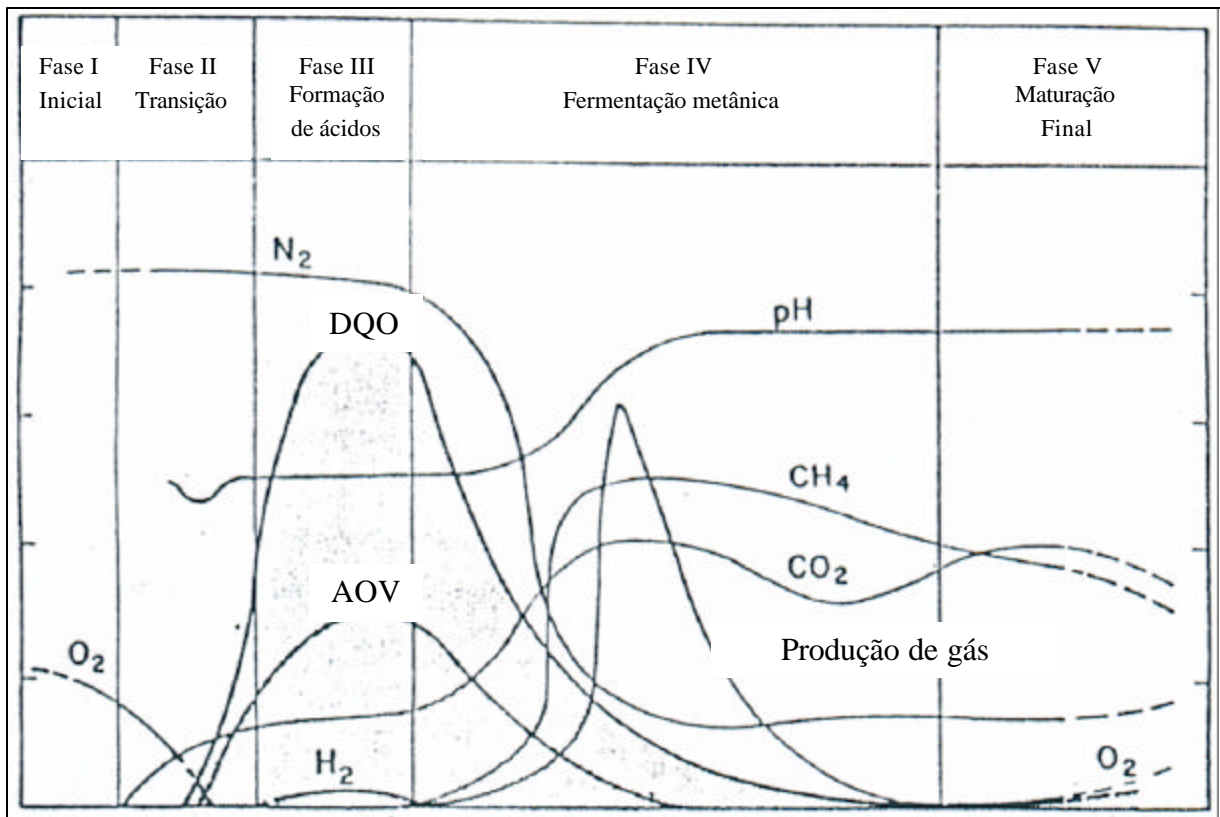


Figura 3.2 Mudanças nos parâmetros indicadores selecionados durante as fases da estabilização de aterros.
(Adaptado de Pohland *et al.*, 1983)

3.5.2 – Codisposição de resíduos sólidos perigosos em aterros sanitários

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre codisposição dos mais diversos tipos de resíduos perigosos com RSU, apesar de haver uma tendência, por parte dos setores responsáveis pela destinação desses resíduos, em optar por outras técnicas, mais avançadas e que não envolvam a disposição direta nos aterros. No entanto, nos municípios brasileiros, a codisposição está sendo a técnica mais empregada, visto que as demais não são implantadas por razões econômicas e operacionais. Portanto, é válido continuar buscando-se formas de codispor os resíduos perigosos, sem danos ambientais e atenuando seus componentes passíveis de contaminação.

De Deus (1996) aponta os principais processos de atenuação que podem ocorrer na massa de RSU e resíduo perigoso:

- físicos: influem na velocidade de migração do lixiviado e portanto, na oportunidade de ocorrerem outros processos de atenuação. Como exemplo, podem-se citar a absorção, adsorção, filtração, diluição e dispersão;

- químicos: influenciam na imobilização ou alteração química dos compostos. Como exemplo tem-se a solubilização de compostos a baixo pH, a precipitação e co-precipitação com redução da mobilidade dos compostos e a complexação de íons metálicos em pH mais altos;
- biológicos: dependem da população microbiana existente, estão relacionados ao tipo e à idade do aterro, à profundidade, ao grau de compactação, ao teor de umidade e à densidade do resíduo.

Alguns municípios brasileiros já estão propondo programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos industriais. Entre eles, Silva & Fleck (2000) apresentam o programa desenvolvido para Porto Alegre. Levando em consideração os recursos financeiros escassos e a inevitável crescente geração de resíduos industriais, propõem a destinação aos aterros sanitários como alternativa às indústrias para os resíduos não inertes ou classe II.

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais visa, através de estratégias de ação e em parceria com os geradores, incentivar a política de redução, reciclagem e reaproveitamento dos resíduos, oferecendo o sistema de aterro sanitário como alternativa para destinação final desses, preservando a saúde pública e melhorando a qualidade ambiental. O plano de ação é representado pelo fluxograma de processo mostrado na Figura 3.3.

O programa foi estendido a outros municípios da região metropolitana de Porto Alegre: Gravataí, Cachoeirinha e Esteio, em função do convênio para destinação consorciada dos resíduos sólidos no Aterro Metropolitano Santa Tecla. Atualmente são integrantes do programa, 173 indústrias, 118 estabelecimentos comerciais e 293 prestadores de serviços, incluindo órgãos públicos e transportadores de resíduos.

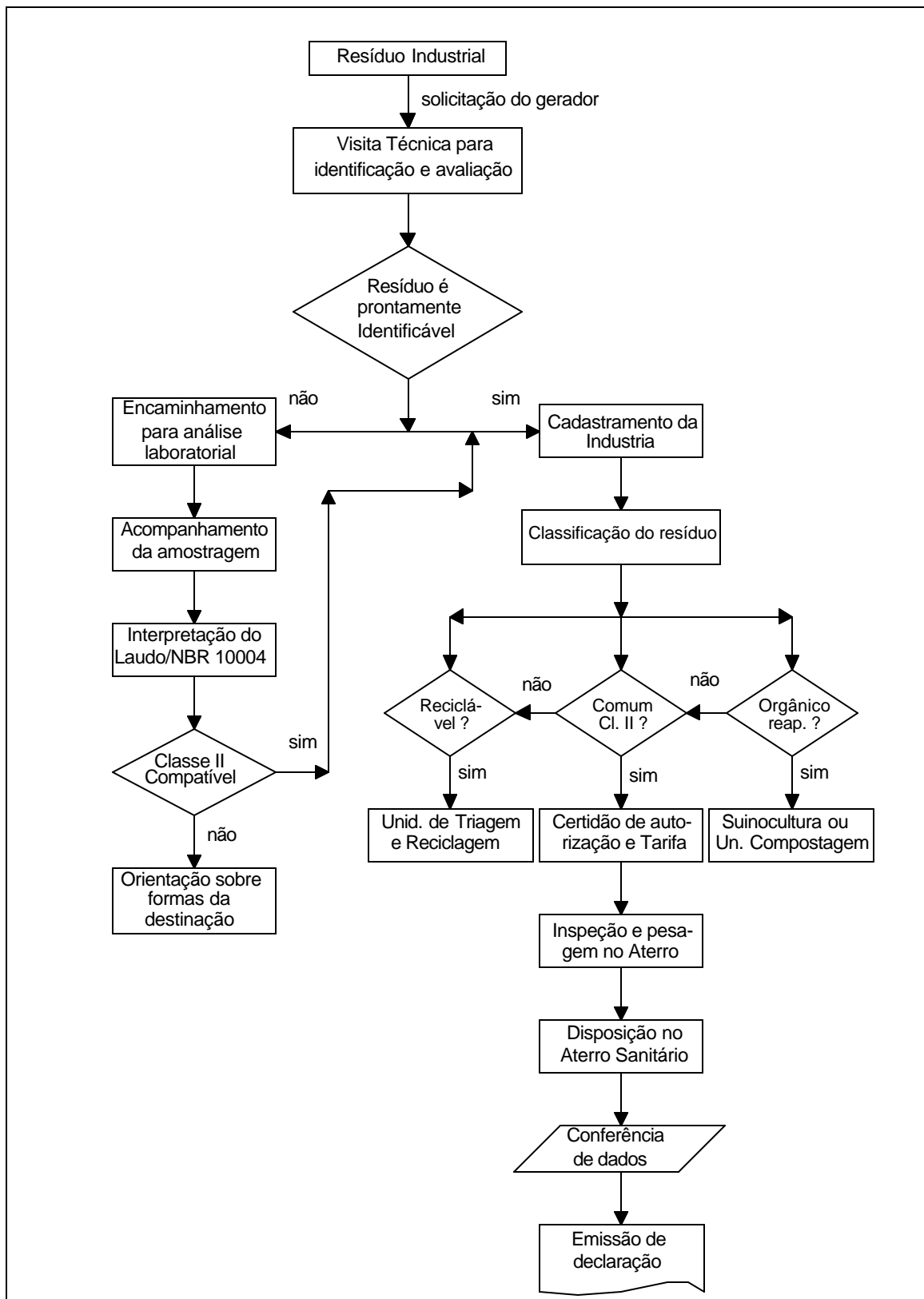


Figura 3.3 – Fluxograma do plano de ação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais
(Fonte: Silva & Fleck, 2000)

A Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro – COMLURB – com o propósito de solucionar o problema do crescente aumento de resíduos industriais no estado de forma adequada e compatível com o meio ambiente, desenvolve o Projeto para Tratamento e Disposição de Resíduos Industriais Perigosos.

Cantanhede *et al.* (1989_b) colocam como objetivo geral do projeto, desenvolver tecnologia para disposição, particularmente no solo, de resíduos industriais perigosos. O objetivo específico é experimentar processos prévios à disposição no solo, de resíduos semilíquidos e semi-sólidos, visando solidificar ou tornar manuseável esses resíduos por equipamentos convencionais para sua disposição no solo. Será avaliada ainda a atenuação da carga de metais pesados mediante a passagem por meios porosos diversos como areia e RSU. Será estudada também a codisposição dos resíduos industriais com RSU fresco e RSU previamente aterrado, de diversas idades.

Os trabalhos serão desenvolvidos em unidades laboratoriais e em unidades experimentais de campo, compreendendo um aterro-piloto e bacias para manipulação e secagem dos resíduos, localizados junto ao Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB. Serão realizadas análises físicas, químicas e biológicas e avaliações criteriosas dos resultados obtidos. Tais pesquisas visam trazer subsídios fundamentais à alternativa de codisposição dos resíduos industriais em aterros sanitários, de forma consciente e controlada.

Em São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental –CETESB- nas suas diretrizes e políticas para o controle da poluição por resíduos sólidos no estado, apresentadas por Grinbaum *et al.* (1987), admite o recebimento de resíduos industriais em aterros sanitários. Essa alternativa deve seguir no entanto, os seguintes aspectos: assessoria e controle por parte da CETESB na definição dos resíduos passíveis dessa forma de destinação; melhoria dos serviços prestados pelas prefeituras no sentido de adequar seus sistemas de destinação final para o recebimento dos resíduos industriais. O que acarreta elevação dos custos e conseqüente reformulação no sistema de taxaço.

Considerando que os aterros sanitários são uma alternativa viável para disposição final de resíduos perigosos, desde que conhecidos os efeitos dessa interação, Reinhart *et al.* (1991) analisaram a codisposição de 12 compostos representando a maioria das classes de compostos orgânicos utilizados com resíduo municipal de três diferentes fases de estabilização: fresco, estabilizado e acidogênico. Reproduziu, em três colunas de vidro de 7,6cm de diâmetro e 30 de altura, as condições de campo aproximadas de um aterro sanitário.

Amostras de massas conhecidas dos doze compostos eram colocadas sobre a camada de resíduo em cada uma das colunas. Diariamente, durante 120 dias, eram adicionados volumes conhecidos de água livre de orgânicos na parte superior das colunas e o percolado era coletado, no dia seguinte, na parte inferior.

Os compostos orgânicos transitavam nas colunas aproximadamente na mesma ordem de afinidade com o resíduo, medida por um coeficiente de partição de absorção experimental.

Os resultados dessa investigação fornecem avaliações dos mecanismos físico/químicos da capacidade de atenuação e assimilação dos aterros municipais para compostos orgânicos específicos.

Uma das maiores preocupações ao se propor a disposição de resíduos perigosos no solo é a questão dos metais pesados que eventualmente estejam presentes nesse resíduo. Isso deve-se ao receio de que os metais venham a ser lixiviados e contaminem o solo e as águas subterrâneas e superficiais, acarretando prejuízos irreparáveis ao meio ambiente e à saúde pública. Dessa forma, diversos autores vêm estudando a codisposição de resíduos ricos em metais pesados com RSU, buscando identificar as interações que ocorrem e a capacidade de retenção desses metais pesados pela matéria orgânica presente.

Pohland & Gould (1986) fizeram investigações em escala piloto, durante dois anos, na codisposição de lodos ricos em metais pesados com resíduos municipais, com influência da recirculação do lixiviado contaminado. Utilizaram quatro colunas equipadas com coletores para o percolado e sistema de recirculação para acelerar o processo de estabilização. A primeira coluna foi preenchida apenas com 400kg de RSU, as demais também com 400kg de RSU e três diferentes cargas de lodo metálico.

Constataram que altas dosagens do lodo conduzem a uma distinta inibição no processo normal de estabilização; no entanto, o sistema de aterro simulado demonstrou uma significativa habilidade de ajustar-se a essas circunstâncias quando as doses não ultrapassavam um valor limite de capacidade de assimilação. Também foram demonstradas evidências da precipitação dos metais como sulfetos e hidróxidos e a subsequente remoção através de filtração e absorção na massa de resíduo.

Cantanhede *et al.* (1987_a) fizeram a codisposição de lodo metálico com resíduo doméstico já estabilizado (dois anos) em células de concreto de dimensões 1,0m x 1,0m x 1,3m. Cinco células foram utilizadas para codisposição e duas apenas com resíduo doméstico, como testemunhas. As sete células foram submetidas a regas, simulando a chuva conforme

características das condições climáticas do estado do Rio de Janeiro. O lodo metálico utilizado era resultante do tratamento químico de resíduos líquidos, proveniente da unidade de clarifloculação, secado ao ar livre. O resíduo urbano foi proveniente do aterro Metropolitano, do Rio de Janeiro.

Nos 12 primeiros meses do experimento foram realizadas 16 análises e em nenhuma delas a concentração dos metais ultrapassou os padrões de lançamento de metais e pH de percolados de aterro em corpos receptores, fixados na NT-202 da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente -FEEMA.

Nos processos de tratamento da água para consumo humano, a coagulação com sulfato de alumínio, seguida de floculação e sedimentação dos flocos formados é amplamente utilizada em todo o mundo. O lodo gerado por esse tipo de tratamento é chamado lodo químico, ou lodo de ETA (estação de tratamento de água) e se caracteriza por ter baixas concentrações de sólidos e altas cargas de hidróxido de alumínio. Silva (1999) caracterizou o lodo bruto de uma ETA de Porto Alegre e verificou que a concentração de alumínio era muito superior à permitida pelo órgão ambiental responsável para lançamento de efluentes.

Como os lodos provenientes de ETAs são considerados pela legislação como resíduos sólidos, Silva (1999) simulou sua codisposição em aterros sanitários. Primeiramente o lodo de ETA foi desidratado em leitos de secagem, em escala piloto, em seguida esse lodo foi misturado com resíduos sólidos provenientes de um restaurante universitário e lodo anaeróbio (inóculo), em diferentes proporções. Foram utilizados oito lisímetros constituídos por tubos de PVC com 400mm de diâmetro e 1m de altura, com capacidade de 125L cada um. Os lisímetros possuíam dispositivo para rega e coleta do percolado. Eram regados diariamente e foram acompanhados por 24 semanas.

Analisando o percolado e os gases, chegou a conclusão de que a codisposição de lodos de ETAs e resíduos sólidos estritamente orgânicos em altas proporções mostrou condição mais favorável à possível lixiviação do alumínio, propiciada pelas altas concentrações de ácidos graxos voláteis no meio. No entanto, a codisposição de lodos de ETAs em células com pequeno conteúdo de resíduos orgânicos apresentou-se como uma possibilidade de tratamento para o resíduo, sem riscos de lixiviação potencial do alumínio para o ambiente.

Resíduos industriais contendo metais pesados também foram estudados por Souza *et al.* (1993). O resíduo considerado perigoso utilizado foi o lodo de galvanoplastia, codisposto com RSU em lisímetros.

Os lisímetros tinham forma cilíndrica, sendo seis deles com 1,0m de diâmetro e 2,0m de altura, de capacidade aproximada de 1.600L cada um e o sexto com apenas 1,0m de altura, capacidade de 800L. Um dos lisímetros foi preenchido apenas com o lodo de galvanoplastia e o de menor volume, apenas com RSU, sendo esses utilizados como controle. Os outros quatro foram preenchidos com camadas alternadas e em diferentes proporções dos dois resíduos.

No início da operação dos lisímetros, foram colocados 80L de água em cada, volume esse correspondente a capacidade de retenção do lixo e então passou-se a adicionar 6L de água semanalmente, simulando a precipitação pluviométrica média do Estado de São Paulo. O lixiviado de cada um dos lisímetros era recolhido e medido semanalmente, durante 30 meses de operação do experimento. Amostras compostas eram analisadas quinzenalmente para determinar as variáveis de monitoramento.

Os resultados de retenções evidenciaram a existência de interações entre o resíduo industrial e o RSU, variando em função do tipo de resíduo e do tipo de metal na codisposição. O RSU apresentou uma capacidade razoável de fixação dos metais nele contidos e, para o lodo de galvanoplastia, o processo mostrou-se eficiente para os metais níquel e chumbo e ineficiente para cromo e zinco, dentro do período observado.

Os materiais descartáveis que contêm componentes de difícil degradação ou que possam ser considerados contaminantes, também são alvo de estudos para verificação das conseqüências da disposição desses em aterros sanitários.

Pohland et al. (1993) estudaram os efeitos da codisposição de fraldas descartáveis com RSU em aterros sanitários. Construíram três lisímetros simulando o âmbito de aterro sanitário, operados com recirculação do percolado para acelerar a estabilização do resíduo.

Os lisímetros eram constituídos por cilindros de aço de 0,91m de diâmetro e 3,25m de altura, equipados com sistema de coleta/recirculação do percolado e medidores volumétricos de gás. Cada lisímetro recebeu 627kg de RSU picotado sendo que em um foram codispostas 20 fraldas descartáveis normais (10 abertas e 10 fechadas) e nos outros dois, 20 fraldas descartáveis com gel absorvente rotulado como carbono catorze (^{14}C), todas abertas no segundo e todas fechadas no terceiro.

Primeiramente os lisímetros eram regados com 8,4L de água por semana, simulando a infiltração natural. Após 397 dias de experimento, passou-se a recircular o percolado em taxas variáveis conforme a necessidade. O experimento foi acompanhado por 1700 dias e

monitoraram-se o percolado e o gás produzidos pelos três lisímetros, em termos de quantidade e de qualidade.

A exposição às condições de estabilização de um aterro sanitário, aceleradas através da recirculação do percolado, não promoveu o desprendimento do gel absorvente contido nas fraldas descartáveis e quantidades mínimas foram detectadas solúveis no percolado ou na fase gasosa, CH₄ e CO₂, baseado nas análises de ¹⁴C. Dessa forma, os autores Pohland *et al.* (1993) sugerem que seja avaliada a codisposição de produtos descartáveis como as fraldas, em aterros sanitários simulados para determinar os efeitos sobre a massa de RSU.

A codisposição em aterros sanitários de resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde – RSSS – é uma técnica que pode ser utilizada no Brasil, desde que devidamente autorizada pela legislação local. Requer, no entanto, medidas prévias de precaução que visem a esterilização desse resíduo, em função da possível persistência de microrganismos patogênicos no solo. Essa alternativa é ainda muito questionada, e a falta de estudos na área não torna possível uma posição definitiva sobre o assunto, sendo necessários estudos complementares para elucidar totalmente a questão.

Buscando trazer contribuições para solucionar o problema da destinação final desse tipo de resíduo considerado perigoso, Bidone (2001) analisou as interações entre os resíduos sólidos de serviço de saúde e os resíduos sólidos urbanos, em escala real. Construiu seis células de 70m³ cada uma, nas quais foram dispostos os resíduos em diferentes percentuais em massa. A construção das células seguiu os critérios de engenharia adotados em células de aterro especiais, que exigem completa estanqueidade. O controle e a interpretação dos processos que ocorreram no interior das células foram efetuados através de análises físicas e químicas dos efluentes líquidos e gasosos, além de análises de microrganismos indicadores presentes no percolado das células.

Concluiu que a codisposição de RSSS com RSU é viável, tendo em vista que foram obtidos baixos valores para as concentrações de microrganismos analisados e essa contagem reduziu-se consideravelmente ao longo do tempo para todas as células.

A indústria coureiro-calçadista é grande geradora de um outro resíduo considerado perigoso, as serragens, pós e aparas de couro “wet blue” acabados e semi-acabados, bem como os lodos provenientes dos ciclos de calcário, banhos ao cromo e das estações de tratamento de efluentes. Esses resíduos são classificados como Classe I pela presença de níveis elevados de metais pesados, principalmente o cromo (III). O reaproveitamento desses

resíduos é ainda anti-econômico, sendo sua disposição final um problema para o qual vem se buscando alternativas seguras e viáveis.

Para elucidar o comportamento dos elementos poluentes que fazem parte do processo de curtimento e acabamento de peles, Bidone *et al.* (1999_a) desenvolveram trabalho utilizando aparas e serragem de couro “wet blue” e matéria orgânica. O experimento foi dividido em três etapas. Na primeira foram montados seis lisímetros em tubos PVC com diâmetro de 400mm e 1m de altura. Os resíduos foram separados de acordo com a cor e o acabamento e dispostos 8kg em cada lisímetro. Foram submetidos a regas diárias simulando a precipitação pluviométrica de Porto Alegre e o percolado gerado foi coletado e analisado semanalmente.

Na segunda etapa, foram utilizados dois aquários de vidro temperado com dimensões 0,40m x 0,43m x 0,40m, equipados com aquecedor elétrico e agitador eletromecânico. Em cada teste colocaram-se 250g de aparas de couro em 25L de água, variando-se o pH. Coletaram-se amostras a cada hora.

Na terceira etapa, construíram-se duas células de aterro sanitário d dimensões 2,0m x 2,0m x 1,20m, preenchidas com aparas e serragens e matéria orgânica na proporção em volume de 1:1. Uma das células foi submetida a regas diárias enquanto a outra foi deixada à intempérie, recoberta com camada de saibro. Foram coletadas amostras do percolado das células e analisadas periodicamente.

Os resultados obtidos comprovaram a periculosidade do resíduo em questão. A condutividade alta indica presença excessiva de sais, o que pode afetar a ação dos microrganismos na degradação do resíduo. Nos testes realizados nos aquários, comprovou-se que quanto menor o pH, maior a liberação do cromo e ainda, quanto maior o grau de acabamento, menor a liberação do metal para o meio ambiente. Nas células de aterro sanitário, constatou-se que a matéria orgânica presente atuou como atenuador na percolação dos metais pesados.

Nos países mediterrâneos onde concentra-se a maior parte da produção mundial de óleo de oliva, a água residuária do processo e produção representa um sério problema ambiental devido à alta concentração de compostos orgânicos apenas parcialmente biodegradáveis. Com o propósito de apontar uma alternativa apropriada para disposição desse resíduo, Cossu *et al.* (1993) estudaram a codisposição desse com RSU em aterros sanitários.

Ao referidos autores construíram quatro lisímetros constituídos por cilindros de aço de 0,6m de diâmetro e 0,9m de altura, equipados com sistema de coleta/medição dos gases e de

coleta do percolado. Os lisímetros foram preenchidos com 150kg de RSU compactados para simular a condição real de um aterro sanitário. O experimento começou em abril de 1988 e nos dois primeiros anos foram feitas regas semanais apenas com água. Em maio de 1990 passaram a ser regados com diferentes cargas da água residuária da fabricação do óleo de oliva.

Os resultados dos estudos demonstraram que a codisposição da água residuária com RSU no aterro sanitário não interferiu no processo de digestão anaeróbia desenvolvido dentro dos lisímetros. Cossu *et al.* (1993) sugerem que a água residuária seja adicionada quando o processo de estabilização atingir a fase metanogênica, aumentando dessa maneira, a produção e a concentração do gás metano e limitando os efeitos sobre o percolado.

3.5.3 – Codisposição de embalagens de agrotóxicos em aterros sanitários

Como foi exposto no item anterior, a codisposição de resíduos sólidos perigosos com RSU em aterros sanitário, é uma alternativa que vem sendo proposta e estudada por diversos autores, em diversos lugares e com diferentes tipos de resíduos perigosos. No entanto, é consenso que essa técnica deve ser empregada de forma consciente e embasada em estudos que apontem a viabilidade e a melhor maneira de codispôr tais resíduos.

Diante da falta de bibliografia sobre a codisposição aplicada à resíduos de agrotóxicos e ciente da necessidade de alternativas economicamente viáveis para disposição final desses resíduos, esse trabalho procurou elucidar alguns aspectos dos fenômenos ocorridos na degradação conjunta, de um fungicida, muito utilizado no estado, com RSU.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Precedendo a montagem do experimento, caracterizou-se o RSU a ser utilizado nos reatores. Em seguida, o experimento foi dividido em duas etapas, sendo que a Etapa I corresponde à degradação do RSU desde sua colocação nos reatores até atingir-se a fase de fermentação metanogênica. Tal fase foi indicada pelas análises do percolado e dos gases. A Etapa II corresponde ao período em que os reatores foram regados com água e o agrotóxico; tal período iniciou-se no 250º dia e estendeu-se por mais 210 dias.

Paralelamente ao experimento, analisou-se os efeitos do Manzate® 800 em percolado de célula de aterro sanitário contendo somente RSU. Tal célula, também de caráter experimental, está situada no Aterro Zona Norte em Porto Alegre e faz parte das pesquisas sobre codisposição de RSU com resíduos perigosos desenvolvidas pelo IPH. As análises foram feitas em bateladas, utilizando-se amostras do percolado com diferentes concentrações do agrotóxico, dando-se ênfase à DBO₅.

A pesquisa foi conduzida nas dependências do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

4.1 – Caracterização do RSU

Os reatores foram preenchidos com resíduo sólido urbano (RSU), fornecido pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU), proveniente da Zona ID-15 (ID: ímpar diurna) que abrange os bairros Parque dos Maias, Rubem Berta, COHAB Costa e Silva e Porto Seco, (Figuras 4.1 e 4.2). Antes do preenchimento, foi realizada a caracterização desse resíduo.



Figura 4.1 – Despejo do resíduo sólido urbano fornecido pelo DMLU



Figura 4.2 – Massa de resíduo fornecida pelo DMLU

Primeiramente, fez-se o quarteamento da massa total de resíduo do caminhão compactador (Figuras 4.3 e 4.4), chegando-se a uma amostra de 105,33kg (Figura 4.5).



Figura 4.3 - Início do quarteamento da massa de RSU



Figura 4.4 - Etapa final do quarteamento



Figura 4.5 – Amostra a ser caracterizada, resultante do quarteamento

Essa amostra foi, então, separada segundo a seguinte classificação:

- Matéria orgânica;
- papel e papelão;
- PET;
- plástico;
- isopor;
- plástico filme;
- metal;
- trapos;
- madeira;
- borracha;
- vidro;
- cerâmica.

As Figuras 4.6 e 4.7, mostram as frações de material separadas na caracterização, e sua pesagem, respectivamente.



Figura 4.6 – Materiais separados durante a caracterização



Figura 4.7- Pesagem dos materiais separados durante a caracterização

Cada uma dessas frações foi pesada, chegando-se às porcentagens de cada material separado; o restante da massa de RSU do caminhão compactador foi ensacado e pesado para, posteriormente, preencherem-se os reatores.

4.2 – Montagem dos reatores

Os oito reatores consistiram de tubos PVC de 0,40m de diâmetro e 2,6m de altura. Eles dispunham de drenos para o percolado, na base, também em PVC, e no topo, uma junção de PVC em “Y”, sendo um dos bocais utilizado para a entrada do líquido e o outro para a saída dos gases, conforme a Figura 4.8.



Figura 4.8 - Junção para entrada de líquido e saída de gases dos reatores

Na base dos reatores foi colocada uma camada de 10cm de brita nº 0 e uma camada de 10cm de areia média envolta em manta geotêxtil. Sobre essas foi disposta a massa de RSU, sendo 70kg em cada reator. Na Figura 4.9 é mostrada a colocação da areia envolta na manta geotêxtil e na Figura 4.10 é apresentado um corte esquemático de um reator. Os oito reatores foram identificados como R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 e R8 e na Figura 4.11 mostra-se uma vista geral após a conclusão da montagem.



Figura 4.9 – Colocação da almofada de areia no interior do reator

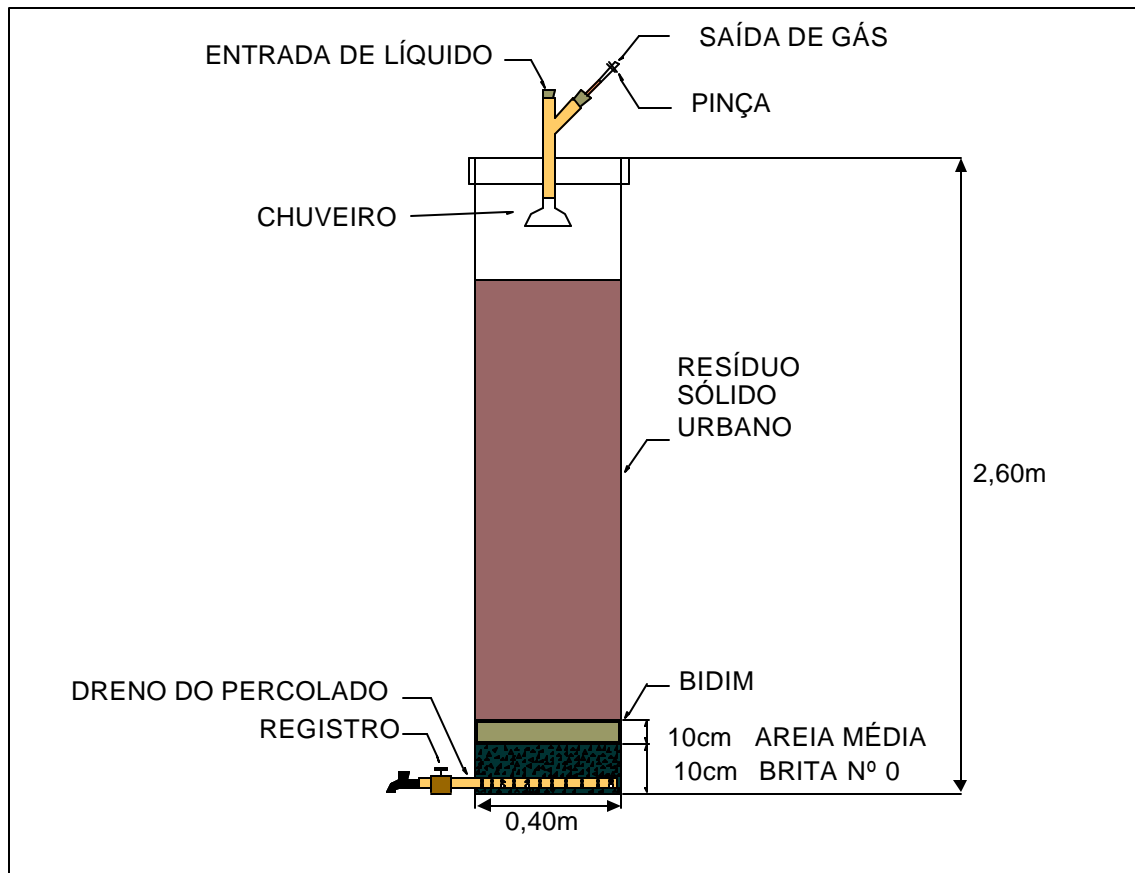


Figura 4.10 – Corte esquemático de um reatores



Figura 4.11 – Reatores após a conclusão da montagem

4.3 –Etapa I

Durante os oito primeiros meses de experimentação, de 25/04/00 a 28/12/00, os reatores receberam semanalmente, um volume de água deionizada proporcional à precipitação que ocorreria na área da superfície desses reatores (40cm de diâmetro, Figura 4.12). Esse volume foi calculado levando-se em consideração a precipitação média em Porto Alegre, 1.500mm/ano, chegando-se ao valor de 3,5L de água por semana em cada reator.

Nesta etapa, foram analisadas as seguintes variáveis:

Percolado:

As variáveis analisadas no percolado dos reatores, suas respectivas unidades e metodologias utilizadas estão descritas na Tabela 4.1.

O percolado era coletado semanalmente através do dreno posicionado na base dos reatores, como é ilustrado na Figura 4.13. Todas as análises seguiram as metodologias do *Standard Methods* (APHA *et al.*,1995) para análise de águas e águas contaminadas e foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.



Figura 4.12 – Introdução da água no topo do reator



Figura 4.13 - Coleta do percolado na base do reator

Gases:

- Fração mássica de nitrogênio, metano e gás carbônico.

Os gases eram coletados através do dispositivo em “Y”, posicionado no topo dos reatores, também com periodicidade semanal, (Figura 4.14). As análises foram feitas via cromatografia gasosa, sendo os resultados expressos em porcentagem em massa. O procedimento analítico também foi realizado no Laboratório de Saneamento do IPH da UFRGS.

Tabela 4.1 – Variáveis físico-químicas analisadas no percolado dos reatores

Variável	Unidade	Metodologia
Demanda química de oxigênio – DQO	mg O ₂ /L	Titulométrico de fluxo fechado/colorimétrico de fluxo fechado
Demanda bioquímica de oxigênio de oxigênio – DBO	mg O ₂ /L	Respirométrico
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /L	Titulométrico / potenciométrico
pH	-	Potenciométrico
Condutividade elétrica	S/m	Potenciométrico
Potencial redox	mV	Potenciométrico
Turbidez	UNT	Nefelométrico
Cor aparente	mg Pt/L	Platina-cobalto
Nitrogênio total de Kjeldahl – NTK	mg/L	Digestão, destilação e titulação
Nitrogênio amoniacal	mg/L	Digestão, destilação e titulação
Ácidos graxos voláteis: ác. acético; ác. propiônico; ác. butírico; ác. isobutírico; ác. valérico; ác. isovalérico	mg/L	Cromatografia gasosa
Sólidos totais fixos voláteis	mg/L	Gravimétrico
Sólidos suspensos fixos voláteis	mg/L	Gravimétrico
Metais: cobre; zinco; ferro; manganês; cromo; cádmio; níquel; chumbo; cálcio; potássio; magnésio; sódio	mg/L	Digestão com ácido nítrico e leitura do elemento por espectrometria de absorção atômica com chama de ar-acetileno



Figura 4.14 - Coleta de gases no topo do reator

4.4 –Etapa II

A Etapa II iniciou-se após a constatação, através das análises de variáveis indicadoras, da fase de fermentação metanogênica, aos 250 dias e durou 210 dias, de 28/012/00 a 26/07/01. Passou-se a aplicar o agrotóxico Manzate[®]800, diluído em água em três diferentes doses, conforme o esquema da Figura 4.15:

- **R4 e R5:** 7g de Manzate em 3,5L de água;
- **R3 e R6:** 5g de Manzate em 3,5L de água;
- **R2 e R7:** 3g de Manzate em 3,5L de água;
- **R1 e R8:** Branco (somente água).

A concentração mais baixa, 3g de Manzate[®] 800, representa 0,3% do total do conteúdo da embalagem (1.000g), o que, segundo ANDEF (1999) é o que sobra, em média, nas embalagens dos produtos agrotóxicos descartados, quando não feita a tríplice lavagem.

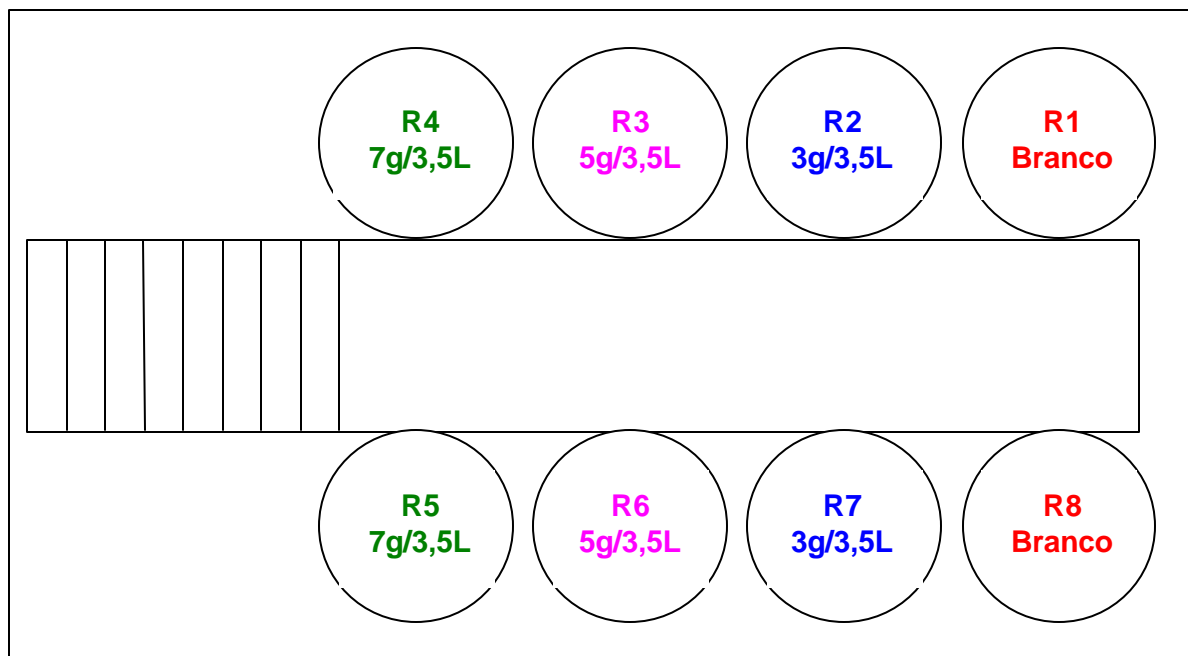


Figura 4.15 - Dosagens do Manzate[®] 800 aplicadas nos oito reatores.

Os oito reatores eram regados semanalmente sendo que cada dosagem era aplicada a cada dois reatores, permanecendo dois a receber apenas água deionizada. Após a rega, era feita a coleta do percolado, através do dreno na base dos reatores, e dos gases, através da junção no topo dos reatores.

As variáveis analisadas foram as mesmas da Etapa I, complementadas com as seguintes análises:

Percolado

- Análise quantitativa de carbamatos indicando a presença do agrotóxico, através de cromatografia líquida em camada delgada (análise terceirizada);
- análise extra de metais (Mn, Zn) realizada pelo método de absorção atômica no Laboratório de Geoquímica da UFRGS.

Material sólido

- DQO;

- análise de metais (Mn, Zn) realizada através de Fluorescência de Raio-X, também no Laboratório de Geoquímica da UFRGS

O material sólido foi retirado dos reatores após o término do experimento, aproximadamente aos 465 dias (Figura 4.16).



Figura 4.16 – Amostras de material sólido coletadas para análises

4.5 – Descrição dos procedimentos de análises

Julgou-se válido descrever brevemente, alguns procedimentos analíticos utilizados nas análises do percolado e do material sólido dos reatores por serem considerados novos na rotina de análises do Laboratório de Saneamento Ambiental do IPH ou por terem sido efetuados fora dessas dependências.

4.5.1 – Método colorimétrico de refluxo fechado para determinação da concentração da DQO

As análises das concentrações de DQO no percolado dos reatores eram feitas inicialmente através do método titulométrico de refluxo fechado, descrito em APHA *et al.* (1995). A partir de 18/01/2001 passou-se a utilizar o método colorimétrico de refluxo

fechado, através do equipamento “Photometer SQ 118[®]” da Merck, também descrito em APHA *et al.*(1995).

A fotometria é um processo analítico ótico que utiliza a modificação na intensidade de uma luz irradiada em solução colorida para determinar a concentração de uma determinada substância presente na amostra. Através da diferença entre a intensidade da luz incidente e a intensidade da luz que passou pela amostra, obtém-se a absorvância. Esse coeficiente é uma constante específica de cada substância e depende dos comprimentos de onda utilizados, isto é depende da interferência do filtro utilizado. A concentração da substância presente na amostra é então obtida através da multiplicação da absorvância medida por um fator, o qual depende do comprimento da trajetória ótica da cubeta e da interferência do filtro.

No caso da DQO, o método consiste na oxidação da amostra a quente, com solução de dicromato de potássio em ácido sulfúrico de prata como catalisador. A concentração de Cr^{3+} é então determinada fotometricamente no comprimento de onda específico para cada faixa analítica.

A faixa de medição do equipamento é de 4mg/L a 10.000mg/L, diluindo-se a amostra quando necessário; o intervalo de confiança é de 95%, o desvio padrão $\pm 20,0\text{mg/L}$ e o coeficiente de variação 9,6%.

4.5.2 – Método respirométrico para determinação da concentração da DBO_5

Nas análises de DBO_5 , foi utilizado o método respirométrico através do equipamento “OxiTop[®] IS12” da WTW GmbH, desde o início do experimento. Nas duas primeiras análises de DBO_5 do percolado, determinaram-se as concentrações também pelo método titulométrico, para verificar-se a coerência nos resultados obtidos pelo equipamento. Ambos os métodos estão descritos em APHA *et al.* (1995). Os resultados dos dois métodos foram muito próximos, então optou-se pela utilização do OxiTop[®], por sua praticidade.

O método consiste em transferir uma quantidade de amostra para a garrafa âmbar, e por meio de agitação, o oxigênio presente na câmara de ar se dissolve no líquido. Os microrganismos consomem esse oxigênio dissolvido na amostra durante o processo de degradação da matéria orgânica, liberando gás carbônico de seu metabolismo. O gás carbônico é absorvido pelo hidróxido de sódio, ou lítio, contido no recipiente de borracha, no topo da garrafa, produzindo uma diferença de pressão que é medida pelo piezômetro

eletrônico do aparelho. A faixa de medição é de 0mg/L a 4.000mg/L podendo-se diluir amostras com maiores concentrações de DBO_5 .

4.5.3 - Cromatografia líquida

Não se encontrou equipamentos adequados e disponíveis para as análises de concentrações do agrotóxico no percolado dos reatores, nas dependências da UFRGS. Buscou-se então, em laboratório privado, análises que pudessem levar à constatação da presença e quantidade de agrotóxico que estaria percolando no líquido dos reatores. Optou-se por fazer análise quantitativa de carbamatos no percolado, podendo-se considerar o agrotóxico como única fonte desses.

Os resultados eram apresentados em $\%(g/100g)$, o limite de detecção era de 0,01 e a incerteza do método 15%. Foram feitas sete análises dos percolados dos oito reatores, nos três primeiros meses da Etapa II e no último mês do experimento, além de análises das três concentrações utilizadas do Manzate 800 em água, para constatação da eficiência do método. Os laudos das análises estão apresentados no anexo C.

4.5.4 - Absorção atômica

As análises químicas para determinação das concentrações de metais no percolado, realizadas tanto no Laboratório de Saneamento do IPH quanto no Laboratório de Geociências da UFRGS foram por espectrometria de absorção atômica.

Esse método é baseado na absorção, por átomos, da energia de uma radiação característica. Utiliza-se o fenômeno chamado emissão espectral, propriedade do átomo. Se um aporte de energia é fornecido a um átomo neutro, seus elétrons mudam de órbitas, afastando-se do núcleo: o átomo passa para o estado excitado. Esse estado é instável e os elétrons voltam a suas órbitas iniciais, restituindo o suplemento de energia absorvida. Essa liberação se dá sob a forma de radiação eletromagnética (linha espectral) de frequência proporcional à quantidade de energia absorvida/liberada. A medida da energia absorvida pela excitação dos átomos é o objeto da espectrometria de absorção atômica (Gomes, 1984).

As amostras foram digeridas com ácido nítrico e os elementos lidos através da espectrometria de absorção atômica com chama de óxido nitroso-acetileno. Os resultados das concentrações dos metais são expressos em mg/L .

4.5.5 - Fluorescência de raio X

Para verificar se os principais metais contidos no Manzate[®] 800, zinco e manganês, ficaram retidos no material sólido dos reatores, realizaram-se análises através do método de fluorescência de raio X. O material para análise foi coletado logo após o término do experimento, aos 465 dias. (Figura 4.16)

Gomes (1984) descreve sucintamente o método: os raios X resultam da excitação de átomos (ou íons) no interior de uma fonte, selada e mantida em alto vácuo, cuja concepção mais simples é a denominada Coolidge. O tubo consiste de um filamento aquecido (cátodo), funcionando como fonte de elétrons, e de um alvo, (ânodo) de natureza diversa (cobre, molibdênio, tungstênio, etc.). Aplicando-se uma diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo faz-se com que os elétrons emitidos pelo filamento incandescente sejam acelerados em direção ao ânodo, transformando a energia cinética adquirida em calor e, em menor extensão em raios X. Através de uma pequena abertura no tubo, chamada de janela, essa radiação primária deixa o tubo e é usada mais tarde para produção de uma radiação secundária, ou radiação fluorescente, na amostra. A radiação secundária é característica dos elementos presentes na fase e, conhecendo-se os ângulos de reflexão e as intensidades dessa radiação, é possível não apenas identificar os elementos componentes da amostra como também quantificar.

O processo de análise quantitativa consta, portanto, da excitação da amostra por uma fonte de radiação de raio X, da medida das intensidades das linhas do característico dos elementos procurados e do relacionamento dessas intensidades com suas concentrações por meio de curvas estabelecidas com padrões.

O método demonstrou ser um importante instrumento de avaliação quali-quantitativa do material sólido, sendo de rápida execução das análises e preparação das amostras, além de ter um limite de sensibilidade baixo.

A determinação dos traços de Zn e Mn na amostra sólida foi feita através da leitura do raios-X característico, K_{∞} , desses elementos em um Espectrômetro de FRX da Marca Rigaku, modelo RIX2000. Alíquotas de aproximadamente 10 g de amostra foram preparadas por secagem e desagregação e foram compactadas na forma de pastilhas prensadas, com auxílio de cera espectroscópica (Merck), numa prensa de 40 toneladas. As amostras foram excitadas com raios-X proveniente de um tubo com alvo de ródio, com voltagem de aceleração de 60 kV e corrente de 40 mA. O espectrômetro foi do tipo dispersão por comprimento de onda

(WDS-*Wavelength Dispersive Spectrometer*), utilizando cristal analisador LiF 200. As intensidades de raios-X característico obtidas foram corrigidas pela altura do *background* e transformadas para concentração utilizando curva de calibração obtida com padrões geológicos. As análises foram realizadas no Laboratório de Geociências da UFRGS.

4.5.6 – DQO das amostras sólidas

A preparação de amostras sólidas para análise da demanda química de oxigênio, segue o seguinte procedimento (Gomes, 1989):

- secar a amostra em estufa a 105° C por 24 horas;
- separar os inertes;
- macerar a massa seca;
- pesar 1g;
- adicionar 5mL de água destilada e acidificar cada grama com ácido sulfúrico concentrado (20mL);
- mexer com bastão de vidro até que a reação diminua (esfrie);
- colocar essa mistura em um balão volumétrico de 250mL e completar o volume com água destilada;
- filtrar a amostra;
- o líquido filtrado será a amostra líquida para a análise;
- seguir a metodologia do *Standars Methods* (APHA *et al.*, 1995).

4.6– Aplicação do Manzate[®] 800 em percolado de aterro sanitário

Adicionalmente ao experimento, foi verificada a influência do agrotóxico Manzate na degradação do percolado de origem diversa da dos reatores. Tal percolado era coletado de célula de aterro sanitário contendo apenas resíduo sólido urbano, também de caráter experimental.

Em cada batelada de análises, eram preparadas cinco amostras de 97mL do percolado cada, sendo uma utilizada como branco e nas outras quatro, introduzidas doses de Manzate[®] 800. Três doses correspondem às utilizadas nos reatores e a quarta, ao dobro da dose mais elevada. Foram feitas quatorze bateladas de análises, de abril a setembro de 2001. As amostras foram comparadas em termos de DBO₅.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Caracterização do RSU

O RSU fornecido pelo DMLU foi quarteado e uma amostra representativa foi separada segundo seus materiais constituintes; essas frações foram pesadas e as suas porcentagens estão discriminadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Fração mássica dos componentes da amostra de RSU (14/03/00), em base úmida

Material	Massa	%
Matéria orgânica	44,13	41,90
Papel e papelão	21,85	20,74
PET	2,00	1,90
Plástico	9,41	8,93
Isopor	0,19	0,18
Plástico filme	12,29	11,67
Metal	4,38	4,16
Trapos	3,81	3,62
Madeira	4,35	4,13
Borracha	0,53	0,50
Vidro	2,19	2,08
Cerâmica	0,20	0,19
Total	105,33	100

Na Tabela 5.2 são apresentados os dados da composição, em massa, do RSU de Porto Alegre fornecidos pelo DMLU. Observa-se que esses dados não diferem muito dos valores encontrados na amostra do experimento quarteada.

Tabela 5.2- Fração mássica dos componentes do RSU de Porto Alegre, em base úmida

Material	%
Matéria orgânica compostável	52,10
Papel	11,26
Papelão	3,75
Alumínio	0,46
Metal ferroso	2,00
Outros metais	0,07
Plástico rígido	4,84
Plástico filme	7,57
Vidro	1,91
Louça	0,07
Madeira	0,87
Trapos e couro	2,78
Borracha	0,05
Embalagens longa vida	1,27
Rejeito	11,00
Total	100

(Fonte: DMLU, 1997)

5.2 –Carbamatos

Como forma de avaliar-se a presença do Manzate[®] 800 no percolado dos reatores, realizaram-se análises de concentrações de compostos tipo carbamatos, através do método de cromatografia líquida. Tais análises foram realizadas nos três primeiros meses de aplicações do agrotóxico, nas datas 25/01/2001, 01/02/2001, 08/02/2001, 15/02/2001, 22/03/2001 e no término do tempo de acompanhamento do experimento, 26/07/2001. Em nenhuma das incursões foi constatada a presença de compostos carbamatos no percolado coletado.

Esses resultados indicam que o agrotóxico não foi removido através da fase líquida do resíduo. Os laudos das análises estão apresentados no anexo C.

5.3 – Demanda química de oxigênio

Os valores de DQO_{Total} e $DQO_{Filtrada}$ obtidos nas análises do percolado dos oito reatores estão inseridos nas Tabela A.1 e A.2, em anexo e de forma gráfica nas Figuras 5.1 e B.1 (anexo).

A DQO tem grande importância na avaliação do processo de degradação anaeróbia do resíduo. Pela própria definição, representa a quantidade de oxigênio necessária à oxidação de toda a matéria orgânica presente no material bruto. Tendo em vista que a oxidação do

material, no âmbito do reator, ocorre através da ação enzimática de microrganismos, o resultado da análise de DQO expressa indiretamente, o rendimento da atividade microbiana.

Logo ao início do processo, observa-se a elevação dos valores dessa variável (Figura 5.1). O aumento de menos de 10.000 mgO₂/L, para valores em torno de 15.000 mgO₂/L, indica que a matéria orgânica estava sendo degradada e seus componentes, arrastados para a fase líquida. Também ocorre a transição da fase aeróbia para a anaeróbia, com provável predominância de bactérias fermentativas, características dessa fase do processo. Tais bactérias são responsáveis pela produção de enzimas capazes de transformar compostos de cadeia longa em compostos moleculares de cadeia simples.

Por volta do 200º dia, ocorreu uma drástica redução na DQO. As concentrações passaram a valores em torno de 1.500 mgO₂/L, indicando que a degradação atingiu a fase da fermentação metânica, em que há predominância das bactérias metanogênicas e redutoras de sulfato. Nesse momento, as análises dos gases já indicavam a ocorrência de metano no interior dos reatores, conforme Tabela A.37, em anexo.

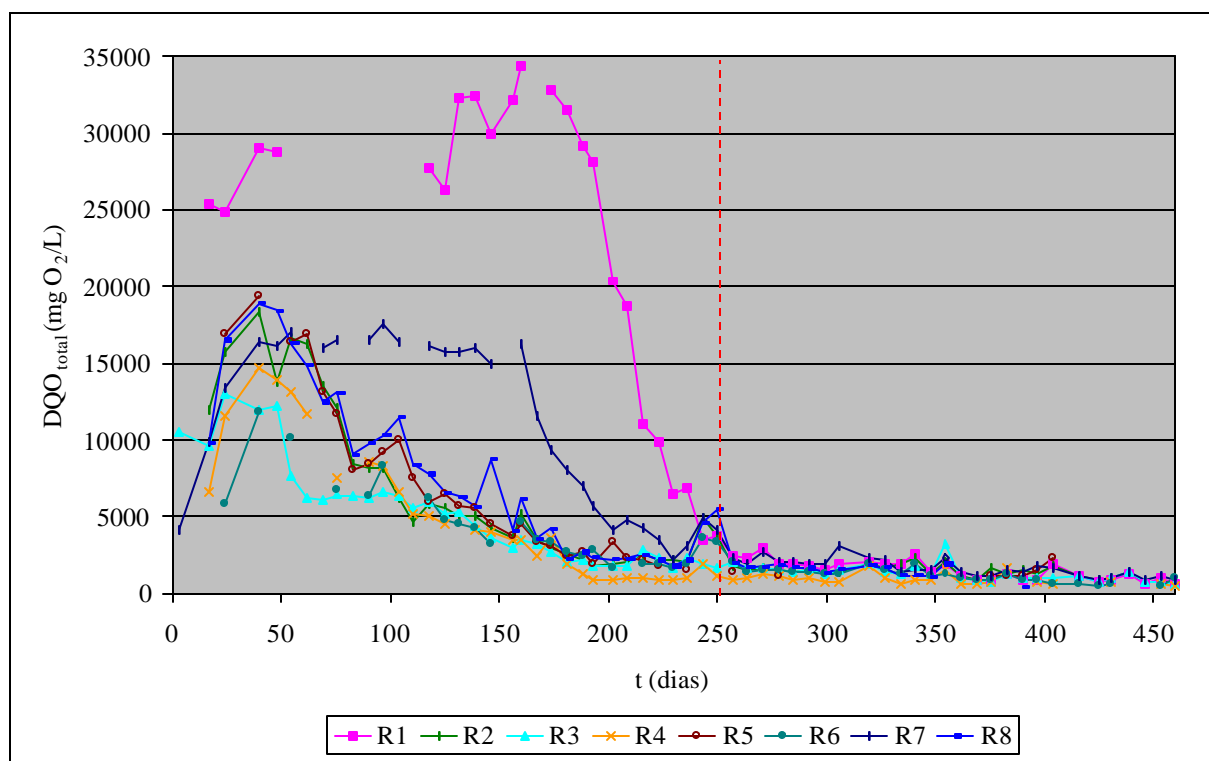


Figura 5.1 - Concentrações de DQO_{Total} no percolado dos reatores

5.3.1 – Análise estatística dos dados obtidos para DQO

Os resultados de DQO obtidos para o reator 1, ao início do processo, foram muito superiores aos dos demais reatores, alcançando valores acima de 30.000 mgO₂/L. O fato desse

reator iniciar o processo com concentrações mais elevadas, deve-se, provavelmente, à composição do resíduo que, embora esse tenha sido homogeneizado, pode apresentar diferenças significativas devido ao pequeno volume dos reatores. Além disso, o entupimento do sistema de drenagem desse reator do dia 55 ao 111, ocasionou uma maior concentração da matéria orgânica no percolado.

Para verificar se houve diferenças estatísticas entre os resultados das concentrações de DQO dos oito reatores na Etapa II do experimento, quando aplicavam-se doses do agrotóxico, utilizou-se a análise de variância. A análise considera quatro tratamentos (T1 a T4) com uma réplica cada, sendo:

- T1 – Branco:R1 e R8;
- T2 – 3g/3,5L: R2 e R7;
- T3 – 5g/3,5L: R3 e R6;
- T4 – 7g/3,5L: R4 e R5.

Os resultados estão expressos na Tabela 5.3 e demonstram que não existem diferenças entre os tratamentos a um nível de significância estatística de 10%, ou, a um grau de confiança de 90%.

Tabela 5.3 – Análise de variância dos valores de DQO_{total} dos oito reatores

Fonte de variação		GL	SQ	MQ	F	F crítico
Reatores	Tratamentos	3	6.852.101,65	2.284.033,88	3,92	4,19
	Residual	4	2.332.454,84	583.113,711		
	Erro	175				
Total		182				

Sendo:

- GL: graus de liberdade;
- SQ: soma dos quadrados;
- MQ: média dos quadrados.

Deve-se ressaltar que a locação dos oito reatores não foi feita de forma aleatória, não retirando-se assim, influências de posição como as decorrentes da incidência de radiação solar ou dos ventos.

5.4 – Demanda bioquímica de oxigênio

As primeiras análises da demanda bioquímica de oxigênio, medidas no quinto dia, DBO₅, indicaram uma redução das concentrações dessa variável, passando de valores em torno de 750 mgO₂/L para 300 mgO₂/L no 70º dia (Figura 5.2). A partir daí, ocorreu aumento das concentrações, atingindo mais de 1.750 mgO₂/L no reator 5. Esse decaimento inicial da DBO₅, deveu-se provavelmente, à aclimação da biota presente na massa de resíduo até atingir as condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Do 70º dia até o 170º dia aproximadamente, ocorreu então a decomposição da maior parte da matéria orgânica, indicada pelas altas concentrações da variável. A partir do 170º dia, as concentrações se mantiveram em torno de 150 mgO₂/L até o final das observações. Os valores obtidos nas análises estão apresentados também na Tabela A.3, em anexo.

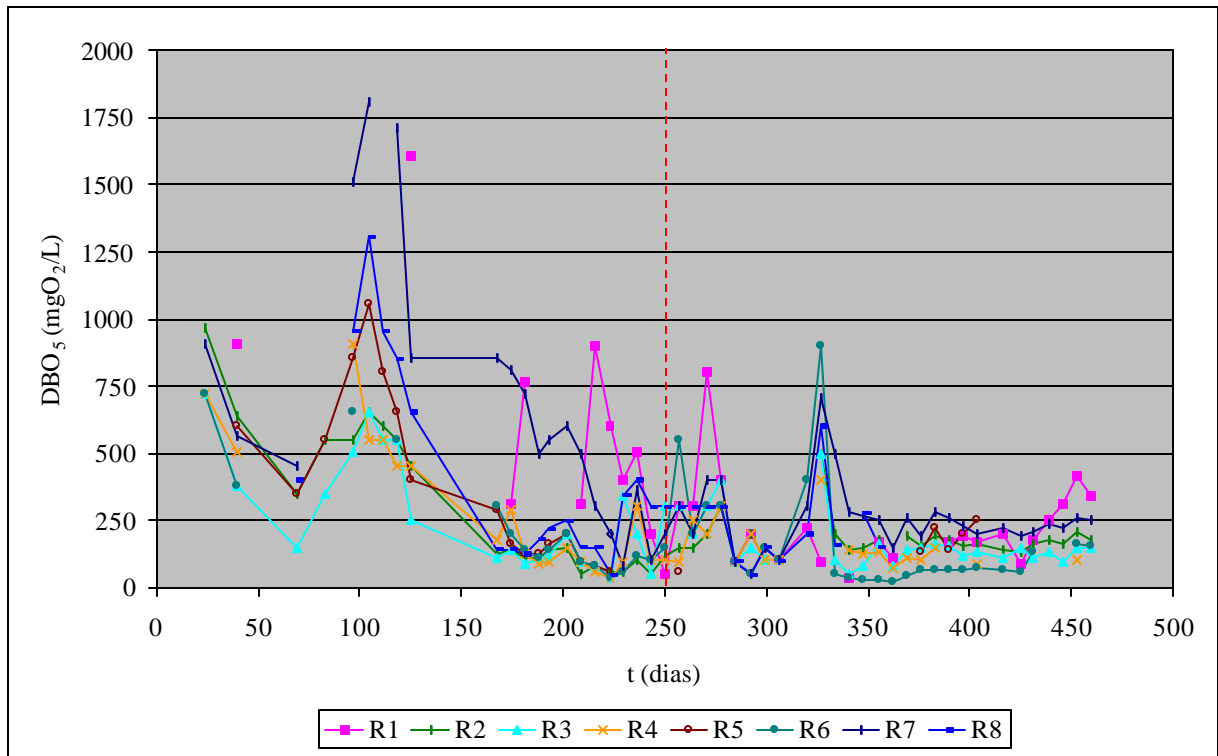


Figura 5.2 – Concentrações de DBO₅ no percolado dos reatores

5.5 – Alcalinidade

O acompanhamento da alcalinidade é uma importante ferramenta no controle de reatores anaeróbios, pois a produção em excesso de ácidos orgânicos voláteis pode inibir a etapa da metanogênese, comprometendo o processo de degradação. O controle da produção dos gases feito somente através das medições de pH não é eficaz por dois motivos:

- a) sendo o pH uma função logarítmica, não é sensível às flutuações na alcalinidade a bicarbonato;
- b) o valor do pH não informa sobre problemas incipientes, só informa quando o problema já aconteceu (Bidone, 1999_b).

As concentrações de alcalinidade total nos oito reatores iniciaram o processo elevando-se de 3.000 mgCaCO₃/L a valores superiores a 7.000 mgCaCO₃/L aos 150 dias, como observa-se na Figura 5.3 e na Tabela A.4, em anexo. Após, as concentrações diminuíram atingindo os valores do início do processo aos 400 dias. No final das observações, observou-se uma súbita elevação dos valores, aproximando-se de 5.000 mgCaCO₃/L.

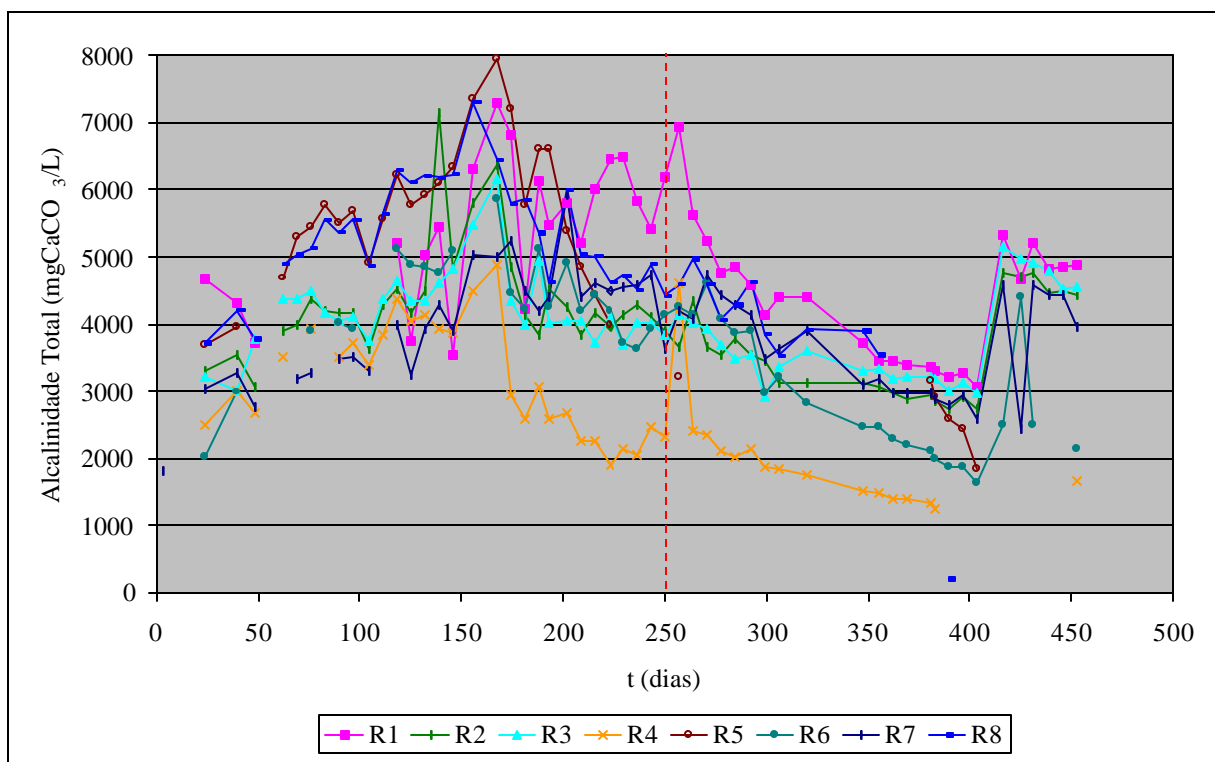


Figura 5.3 – Alcalinidade total do percolado dos reatores

5.6 – pH

Os valores ideais do pH na fase aquosa para o desenvolvimento do processo anaeróbio estão, consensualmente, na faixa de 6,5 – 7,5. As metanobactérias, responsáveis pela conversão do substrato a metano, são reconhecidamente microrganismos neutrófilos, apresentando maior eficiência em meio com pH próximo a 7,0.

Durante o acompanhamento dessa variável, os valores iniciaram na faixa de 6,0, subiram rapidamente a valores superiores a 7,0 já no 60º dia. Mantiveram-se em torno de 7,3 até o 300º dia e, a partir desse, permaneceram na faixa de 7,0 até as últimas análises.

Observa-se na Figura 5.4 que os reatores 1 e 7 mantiveram-se a valores de pH mais baixos, na fase inicial do experimento; isso deveu-se provavelmente a diferenças na composição do material de preenchimento dos reatores. O reator 1 tem o agravante de ter permanecido entupido por aproximadamente 50 dias, no início dos trabalhos, o que provocou uma maior concentração dos ácidos voláteis produzidos no interior do reator, baixando o pH e contribuindo também para o prolongamento da fase de aclimatação do reator. Observa-se também que quando esses dois reatores atingiram a fase metanogênica, acompanharam o comportamento dos demais.

O introdução do Manzate[®] 800, já durante a fase metanogênica do processo, não alterou o pH, demonstrando que provavelmente o produto não afetou a biota presente nos reatores. Vale lembrar também que o pH das três soluções adicionadas era próximo a 6,6. Os resultados das análises estão apresentados de forma numérica na Tabela A.5, em anexo.

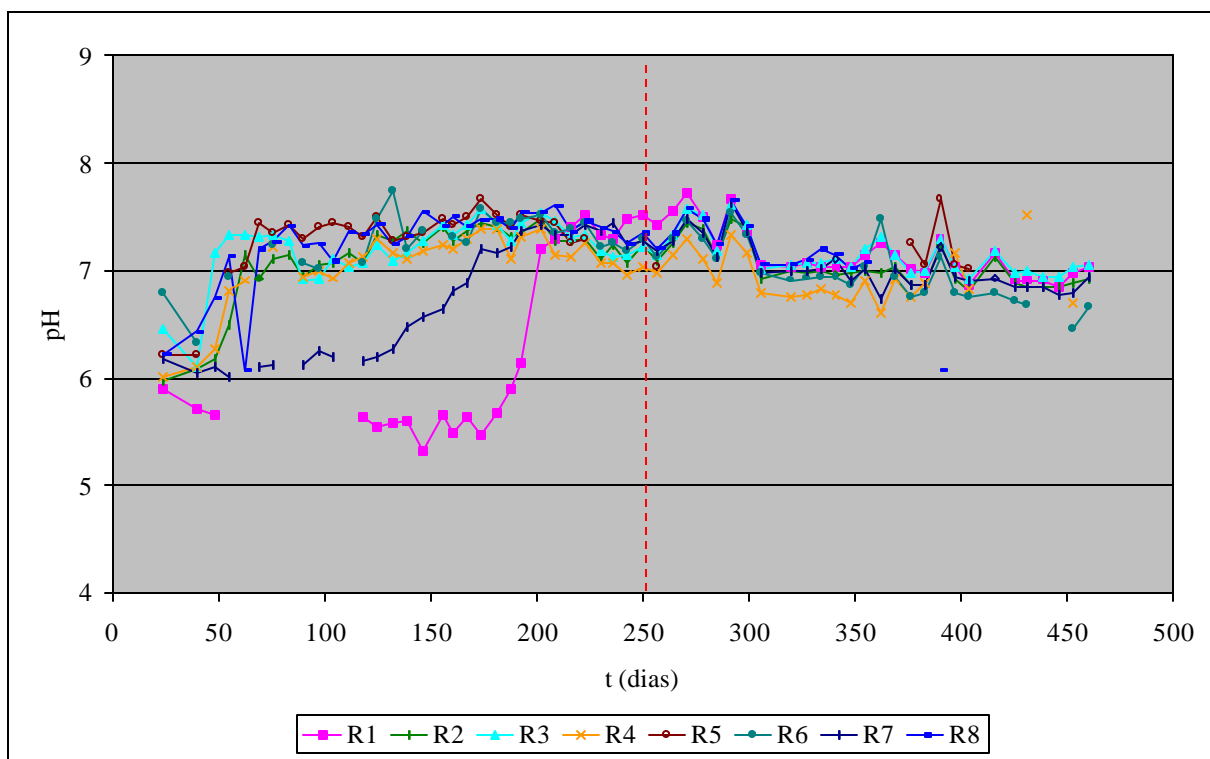


Figura 5.4 – pH do percolado dos reatores

5.7 – Condutividade

No que se refere à condutividade elétrica, todos os oito reatores comportaram-se conforme o esperado. Nas primeiras análises um rápido aumento dos valores medidos, de 0,3 S/m para mais de 1,0 S/m no reator 7, chegando a mais de 1,5 S/m no reator 1. A partir daí, ocorreu um decréscimo dos valores dessa variável nos oito reatores, tendo-se encerradas as medições com valores em torno de 0,4 S/m. Isso explica-se pelo fato de que, à medida que os íons foram carregados pela fase líquida e eliminados através das coletas, diminuiu sua concentração no interior dos reatores e conseqüentemente, os valores medidos de condutividade elétrica diminuiram.

Com a adição do agrotóxico poderia ocorrer um aumento na condutividade elétrica devido aos íons presentes na sua composição (zinco e manganês); no entanto, não observaram-se mudanças no comportamento dessa variável. Possivelmente, esses íons tenham ficado complexados na matéria orgânica não, atingindo o percolado. A Tabela A.6, em anexo contém os dados que deram origem à Figura 5.5.

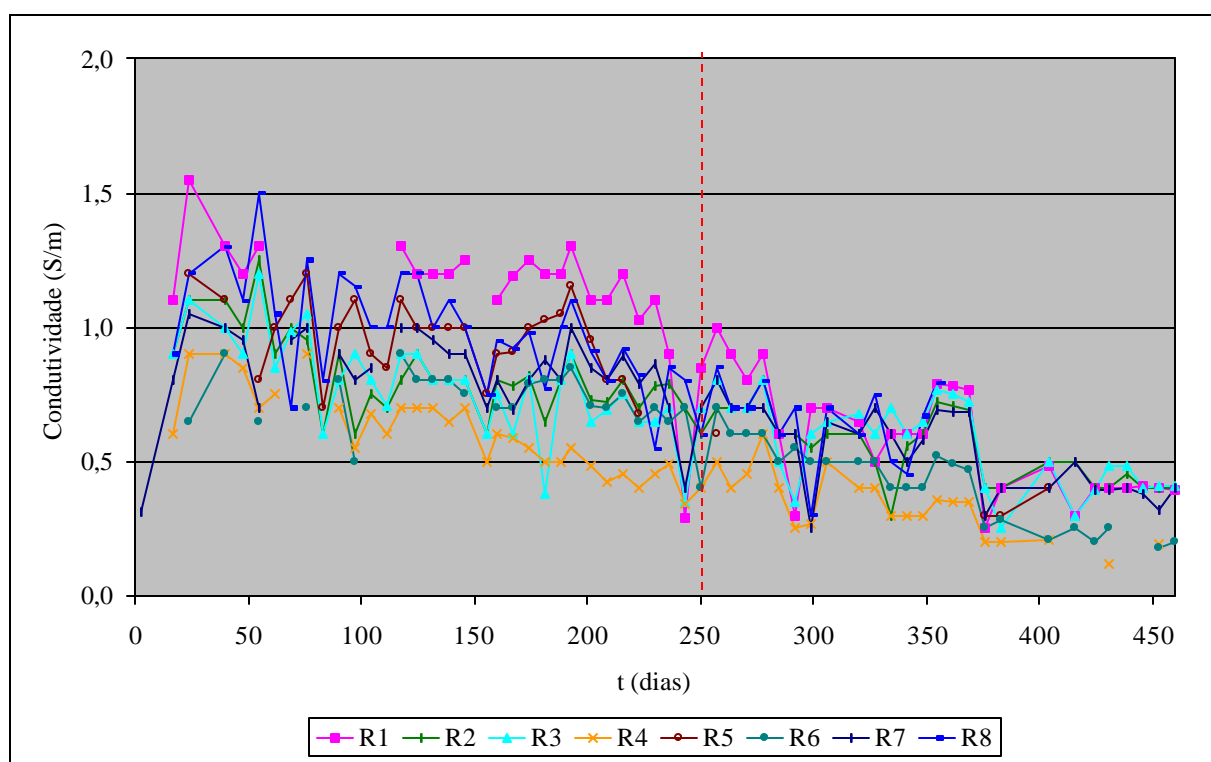


Figura 5.5 – Condutividade elétrica do percolado dos reatores

5.8 – Potencial redox

Os valores de potencial redox (Eh) obtidos nas análises do percolado dos oito reatores estão inseridos nas Tabelas A.7 e na Figura B.2, ambos em anexo.

O potencial redox expressa a tendência de absorção de elétrons, sendo que quanto maior for o Eh, maior a habilidade oxidante do sistema. Segundo Lima (1988), a atividade microbiana a nível energético envolve muitas reações de transferência de elétrons; observando de maneira genérica o processo de degradação dos resíduos sólidos em aterros sanitários, verificou que a metanogênese tende a se processar em valores bastante reduzidos de Eh, tendo ocorrido a maior produção de metano na faixa de valores de Eh de -100mV a -600mV . Fica evidenciado que as bactérias metanogênicas requerem meios acentuadamente reduzidos para seu efetivo crescimento e a produção de gás pode ser empiricamente determinada através da medida direta do Eh.

A medida do potencial redox é muito instável, sendo drasticamente influenciada por vazamentos e infiltrações de ar; além disso, deve-se considerar o tamanho do experimento. Como os reatores utilizados no experimento eram de pequeno porte, com volume de $0,327\text{m}^3$, pequenas infiltrações de ar durante as coletas de gás, do percolado e rega, podem ter provocado grandes modificações nos valores do Eh. Outro fator complicador na obtenção dos dados era o tempo entre a coleta e a medição do potencial, já que não havia aparelho portátil para medição *in loco*. O eletrodo da sonda, em contato prolongado com o percolado, danificava-se rapidamente, devido às impurezas e à agressividade dos compostos presentes no meio; por isso, esses eletrodos devem ser bem lavados e receber manutenção permanente para se obter resultados confiáveis e uniformes (Lima, 1988).

Devido a todas essas dificuldades, os resultados obtidos para o potencial redox nos reatores não foram satisfatórios, não ocorrendo uma tendência a valores negativos, como seria o esperado no decorrer do processo.

5.9 – Turbidez e cor aparente

As análises de turbidez e cor aparente do percolado dos reatores começaram a ser realizadas a partir do 167^o dia, devido a problemas nos equipamentos de medição utilizados. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas A.8 e A.9, em anexo e nas Figuras 5.6 e 5.7.

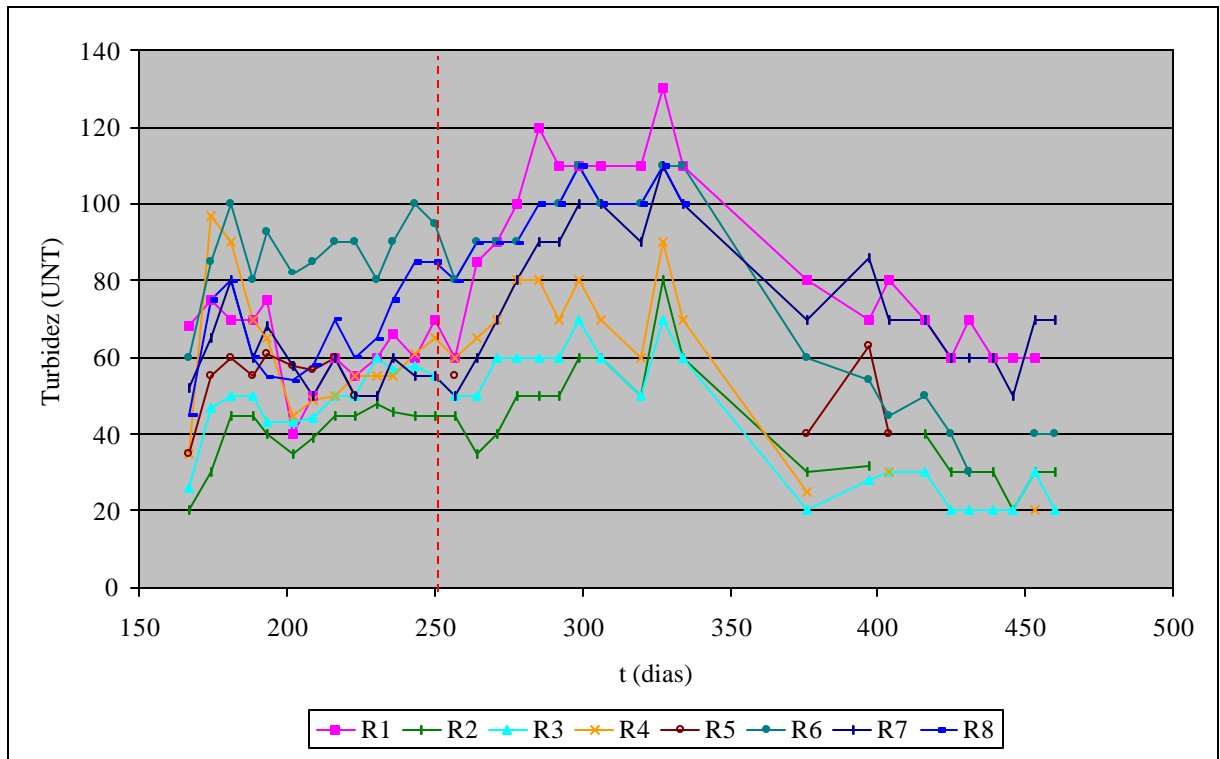


Figura 5.6 – Turbidez do percolado dos reatores

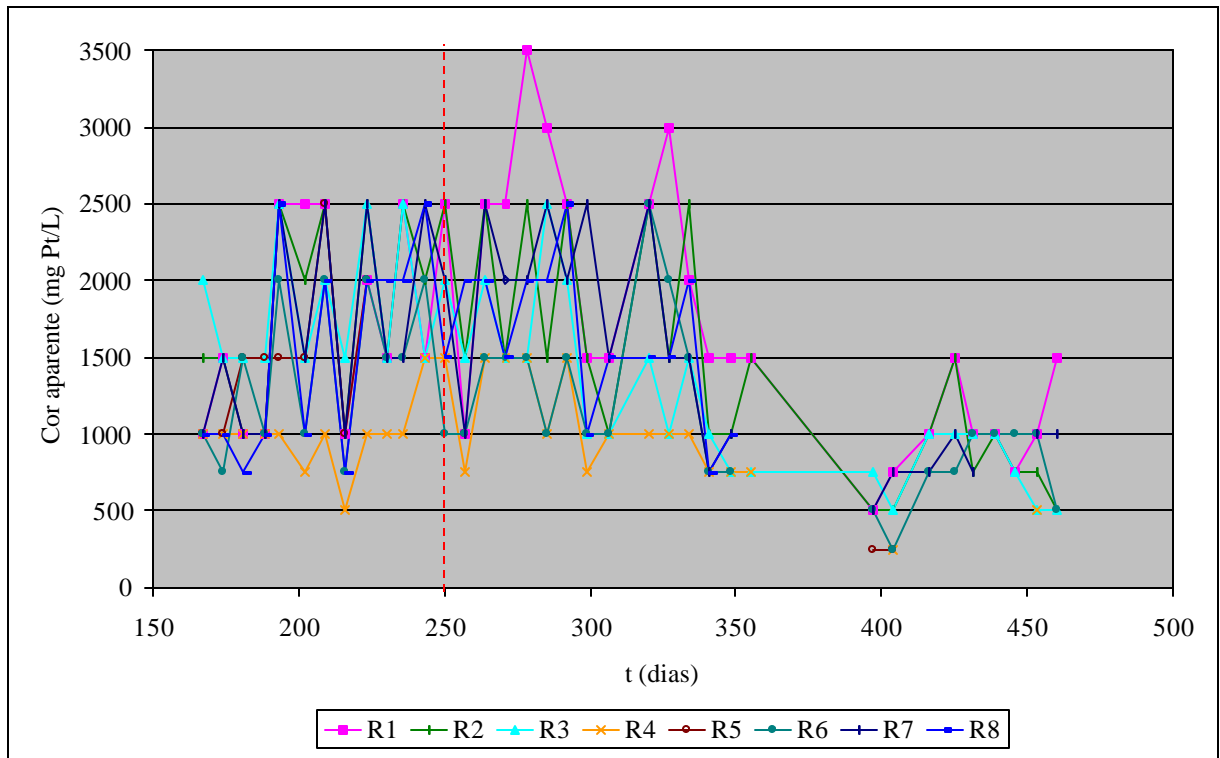


Figura 5.7 – Cor aparente do percolado dos reatores

Nas primeiras análises os valores de turbidez encontrados foram em torno de 60 UNT, sendo que o reator 2 apresentou os valores mais baixos (20 UNT no 167^o dia) e o reator 6 os mais altos, chegando a 100 UNT. Todos os reatores apresentaram uma pequena elevação nos valores de turbidez até aproximadamente os 330 dias, chegando, o reator 1 a mais de 130 UNT. Após, os valores decresceram terminando-se as observações com 70 UNT no reator 7 e 20 no reator 3.

Os valores de cor aparente variaram entre 1.000 e 2.500 mgPt/L, do início das análises até próximo aos 340 dias de experimento. Depois dessa data, todos os valores decaíram, terminando o tempo de acompanhamento com 500 mgPt/L no R3 e 1.500 mgPt/L no R1.

5.10 – NTK e amônia

Os valores de NTK e amônia obtidos nas análises do percolado dos oito reatores estão inseridos nas Tabelas A.10 e A.11, em anexo e nas Figuras 5.9 e 5.10 respectivamente.

O aumento inicial da concentração de amônia e conseqüentemente de NTK está relacionado à hidrólise de compostos orgânicos complexos como proteínas e carboidratos biotransformados em compostos orgânicos simples como açúcares e aminoácidos, liberando nutrientes como N e P utilizados como suporte para o aumento da biomassa (Bidone & Povinelli, 1999).

O subseqüente decaimento das concentrações de amônia deveu-se, provavelmente, a sua redução a nitrogênio na forma elementar (gás), o qual escapa para a atmosfera. Segundo Sawyer *et al.* (1994), em condições anaeróbias, a redução de nitritos à amônia é realizada por um pequeno grupo de bactérias mas a maior parte dessa amônia é transformada em nitrogênio elementar. Essa redução está ilustrada na Figura 5.8.

Observa-se nas Figuras 5.9 e 5.10 que todos os oito reatores apresentaram o mesmo comportamento para os valores de amônia e de NTK. Inicialmente as concentrações se elevaram a uma média, para a amônia, de 100 mgNH₃-N/L e, para o NTK, de 800 mgNTK-N/L, ambos aos 100 dias. Após, em torno do 300^o dia, os valores médios decaíram para 200 mgNH₃-N/L e 300 mgNTK-N/L. Os resultados encontrados não demonstraram ter havido influencia do agrotóxico, aplicado a partir do 250^o dia.

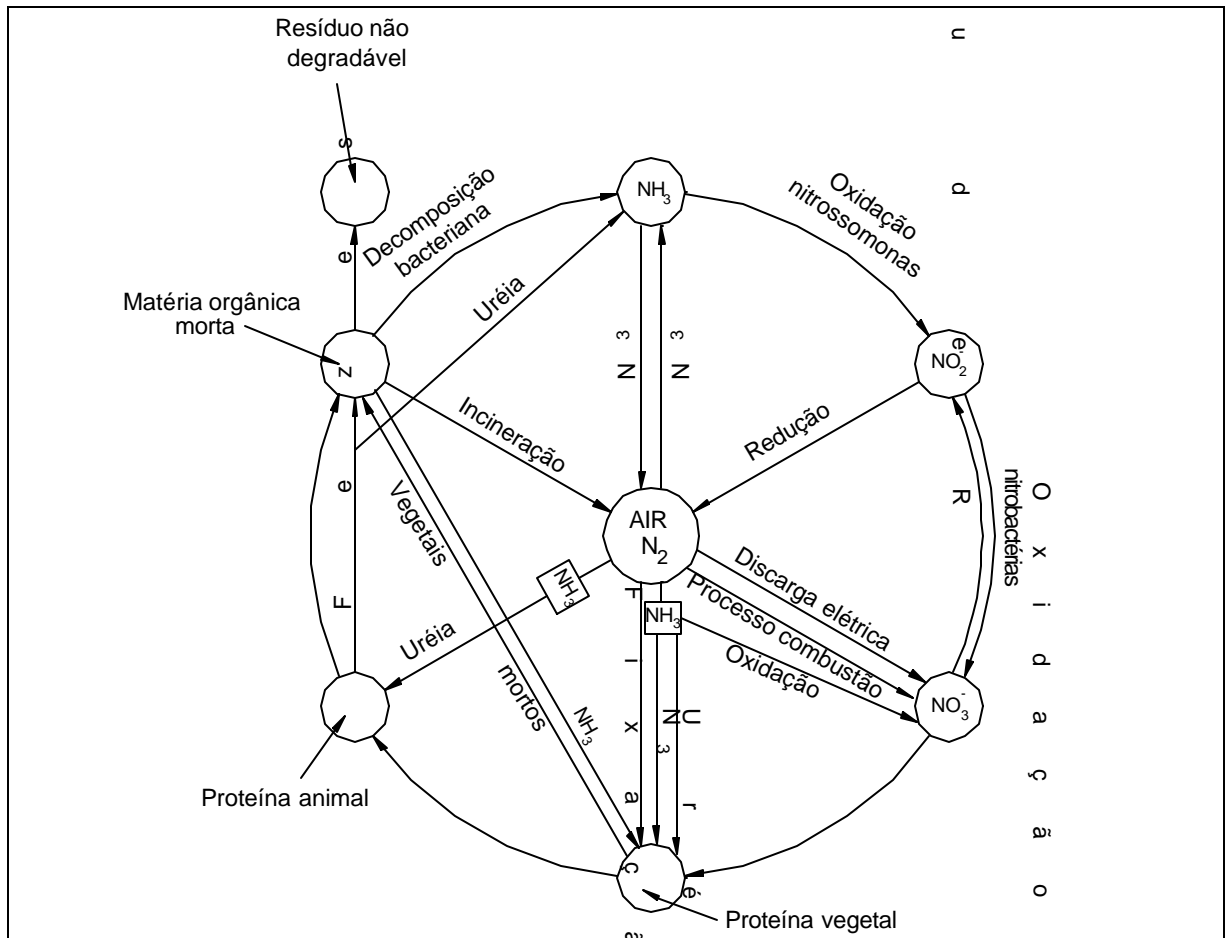


Figura 5.8 – Ciclo do nitrogênio
(Adaptado de Sawyer *et al.*, 1994)

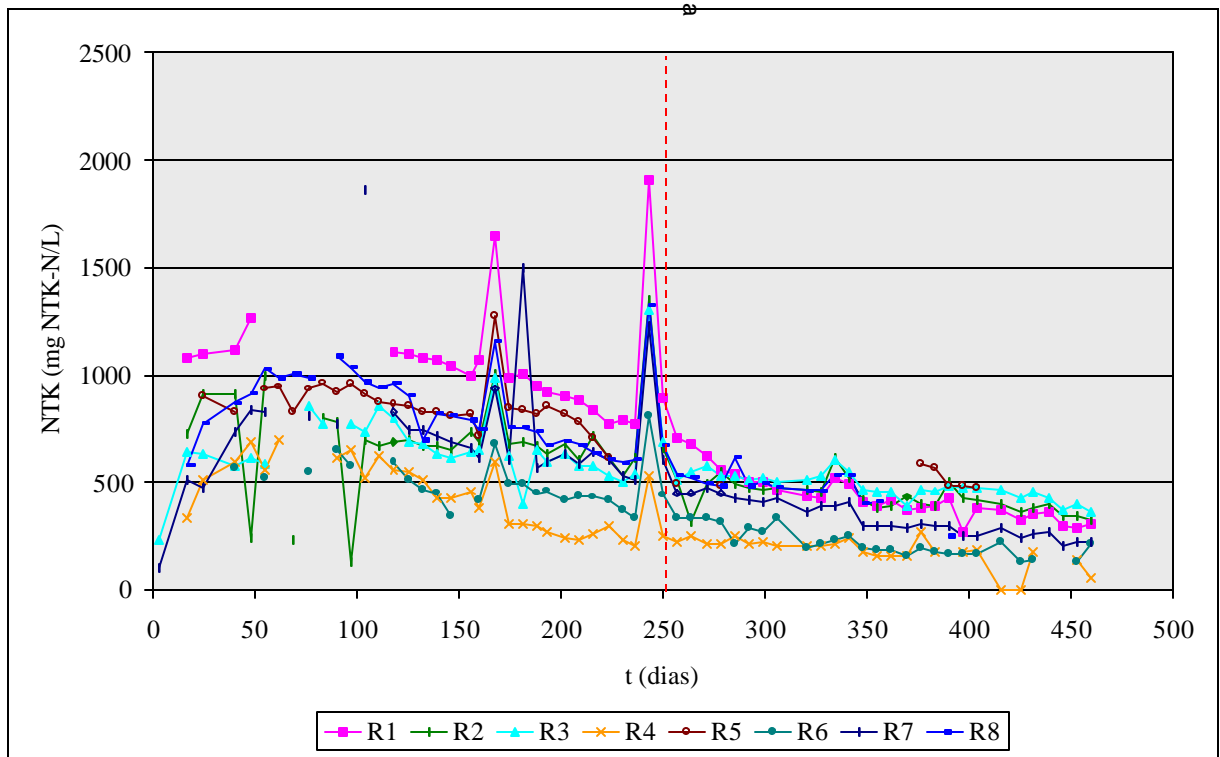


Figura 5.9- Concentrações de NTK no percolato dos reatores

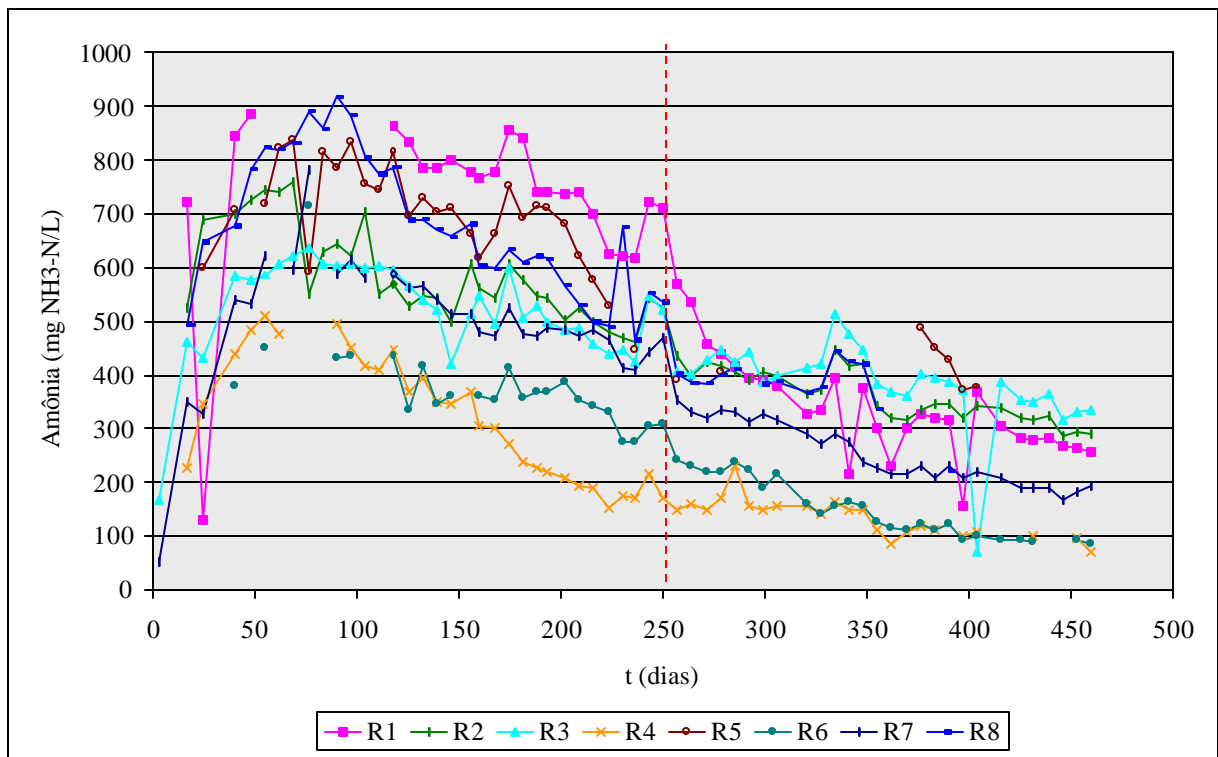


Figura 5.10 - Concentrações de amônia no percolado dos reatores

5.11 – Ácidos orgânicos voláteis

A segunda fase do processo de degradação anaeróbia, acidogênese, caracteriza-se pela formação de grandes quantidades de ácidos orgânicos voláteis, convertidos dos compostos orgânicos simples por bactérias fermentativas. Na fase seguinte, a acetogênese, esses ácidos são transformados em hidrogênio e acetato pelas bactérias acetogênicas. O substrato inicial e as condições do meio são fatores que regem os produtos do metabolismo desse grupo (Bidone, 1999), (Santos & Camargo, 1999).

Materiais tóxicos como amônia, sulfetos, metais pesados, cátions alcalinos e alcalinos terrosos presentes no substrato podem inibir ou estimular a produção de ácidos, assim como excesso de umidade e mudanças favoráveis à degradabilidade do substrato podem induzir a um aumento na velocidade de produção de ácidos, fazendo com que esses se acumulem no sistema inibindo a etapa seguinte que é a metanogênese.

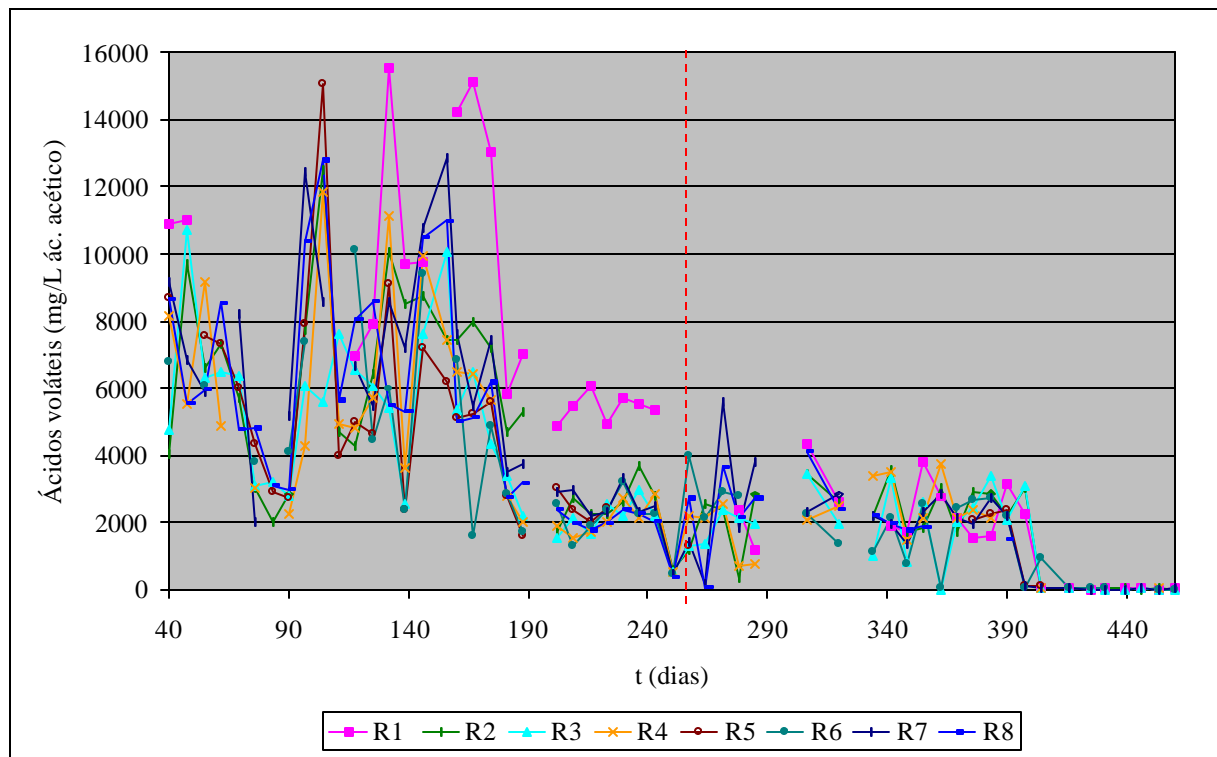
Sendo assim, essa variável é de grande importância no acompanhamento do processo de degradação anaeróbia. Na Figura 5.11 verifica-se que a produção de ácidos orgânicos voláteis nos oito reatores seguiu a tendência esperada, segundo a descrição do processo de estabilização de aterros, dividida em fases por Pohland *et al* (1983): grande aumento inicial no período que corresponde a segunda e terceira fase, quando os valores encontrados

concentraram-se em torno de 8.000 mg/L ác. acético, tendo em alguns reatores ultrapassado 14.000 mg/L ácido acético;. Seguiu-se um abrupto decaimento na quarta fase, para uma média de 2.000 mg/L ácido acético, demonstrando que não houve inibição da metanogênese devida à intoxicação por excesso na produção de ácidos voláteis. Após os 400 dias, as concentrações de ácidos voláteis encontradas eram desprezíveis.

Os resultados das concentrações dos seis ácidos voláteis analisados foram expressos em termos de ácido acético utilizando-se os seguintes fatores de correlação para os demais ácidos voláteis analisados:

- 0,8106 para ácido propiônico;
- 0,6815 para ácido isobutírico e butírico;
- 0,588 para isovalérico e valérico.

Os dados que deram origem à Figura 5.11 encontram-se em anexo na Tabela A.18 e os resultados das concentrações dos seis ácidos orgânicos voláteis analisados estão apresentados nas Tabelas A.12 a A.17 e em forma gráfica nas Figuras B.3 a B.8, também em anexo.



5.12 – Sólidos totais e suspensos

As primeiras análises de sólidos totais no percolado dos reatores indicaram concentrações elevadas, em torno de 14.000mg/L, sendo que no reator 1 detectou-se mais de 22.000mg/L, como observa-se na Figura 5.14. O reator 4 apresentou menores concentrações, 8.800mg/L. Todos os valores diminuíram no decorrer do experimento, terminando-se as observações com concentrações em torno de 3.500mg/L. Esse fato é explicado pelo carregamento dos sólidos pela fase líquida dos reatores e sua eliminação através das coletas e a estabilização da matéria orgânica. Os valores de concentração dos sólidos totais fixos e dos sólidos totais voláteis ao início do processo eram próximos, em torno de 7.000mg/L para os fixos e 6.000mg/l para os voláteis, como observa-se nas Figuras 5.12 e 5.13 respectivamente. Já as últimas análises indicam 3.000mg/L de sólidos totais fixos e menos de 1.000mg/L de sólidos voláteis. Essa diferença na relação indica que a matéria orgânica foi estabilizada, não ocorrendo mais seu arraste para o percolado dos reatores. Tal afirmação é corroborada pelas análises das concentrações de DQO_{Total} (Figura 5.1), as quais apontam a estabilização da matéria orgânica por volta do 250º dia, mantendo-se valores em torno de 1.500 mgO₂/L para todos os reatores até o final das observações.

Quanto aos sólidos suspensos totais, iniciou-se com concentrações em torno de 400mg/L, aumentando nos primeiros dias para 700mg/L e daí em diante, diminuindo (Figura 5.15). Aos 156 dias as análises de sólidos suspenso foram interrompidas por não serem mais detectáveis as concentrações no percolado dos reatores.

Os resultados numéricos dos sólidos totais e suspensos estão inclusos nas Tabelas A.19 a A.24 e os gráficos das concentrações de sólidos suspensos fixos e voláteis nas Figuras B.9 e B.10, em anexo.

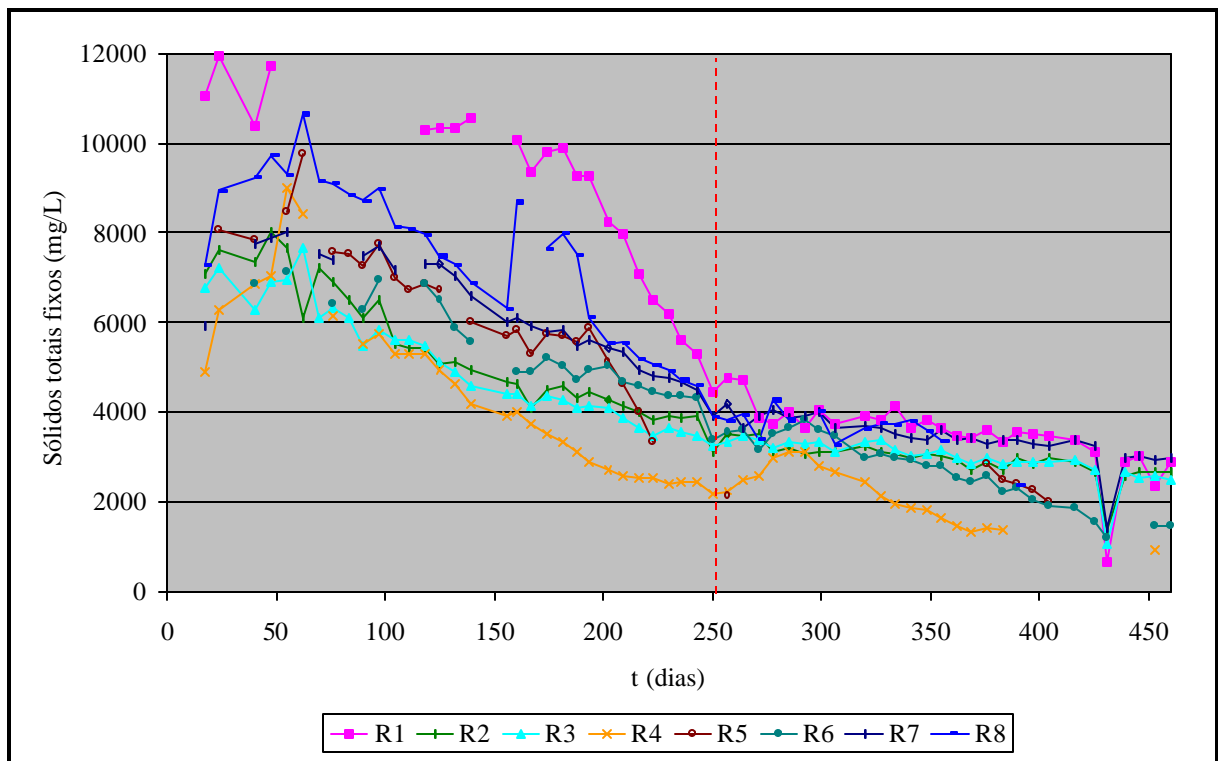


Figura 5.12 – Concentração de sólidos totais fixos no percolado dos reatores

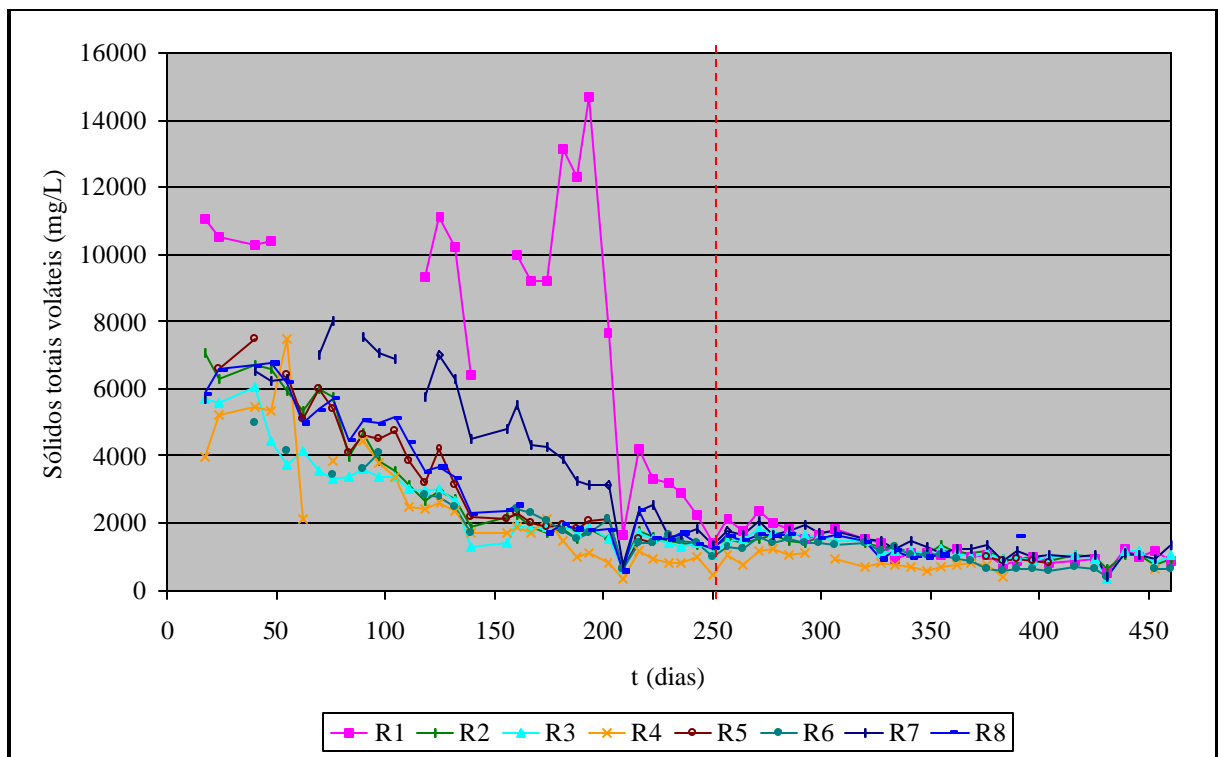


Figura 5.13 – Concentrações de sólidos totais voláteis no percolado dos reatores

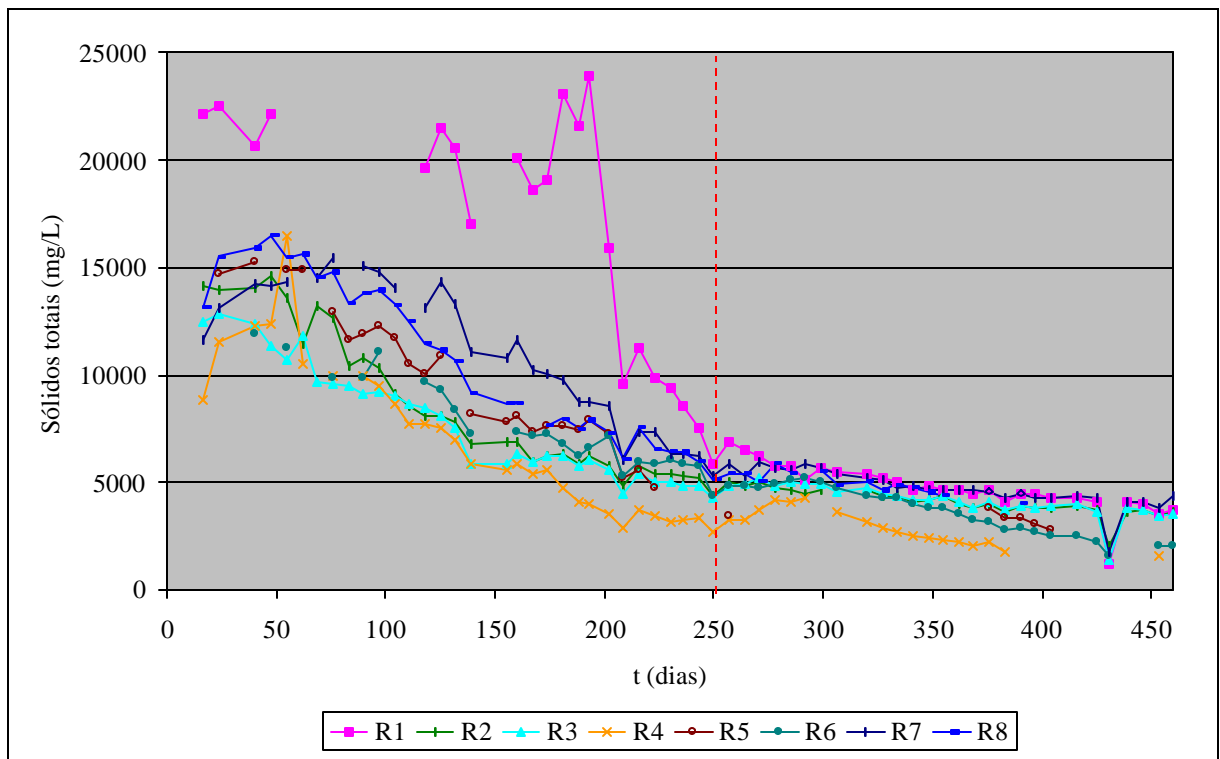


Figura 5.14 – Concentração de sólidos totais no percolato dos reatores

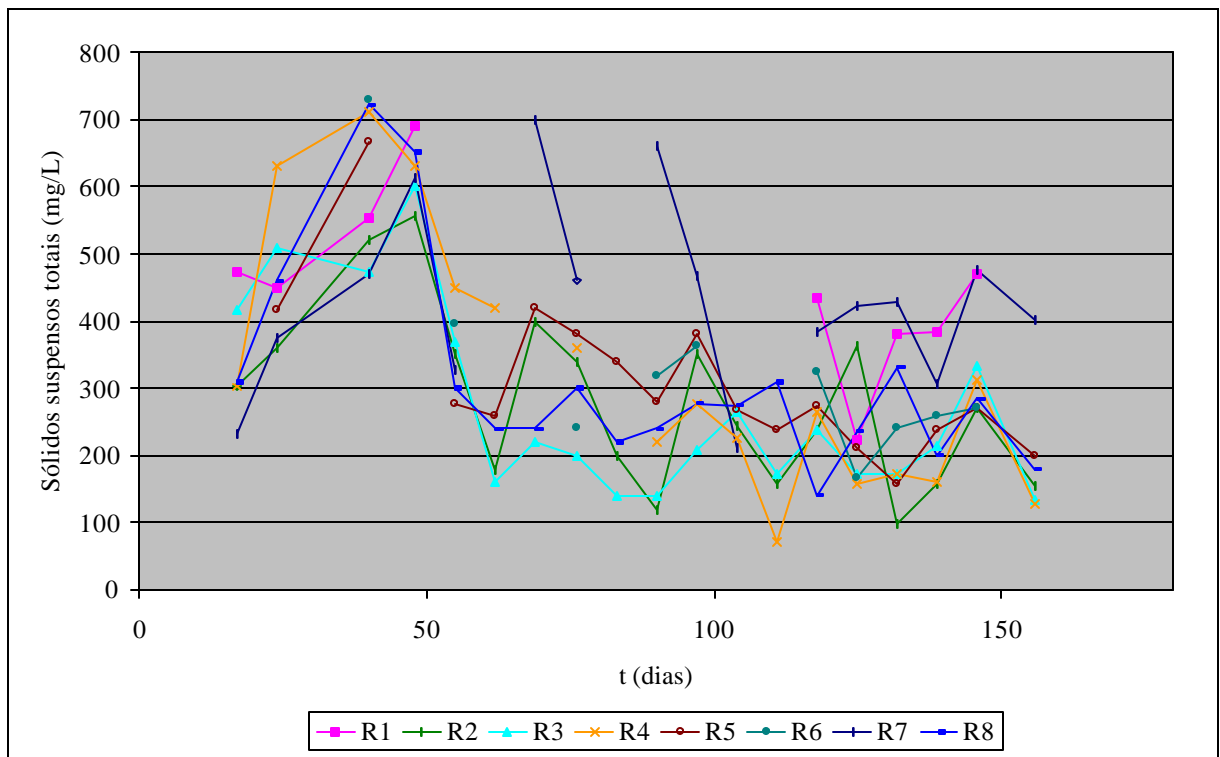


Figura 5.15 – Concentrações de sólidos suspensos totais no percolato dos reatores

5.13 – Metais

No decorrer do experimento, foram analisadas semanalmente as concentrações dos seguintes metais: cobre, zinco, ferro, manganês, cromo, cádmio, níquel, chumbo, cálcio, potássio, magnésio e sódio. Os resultados dessas análises estão apresentados nas Tabelas A.25 a A.36, em anexo e nas Figuras 5.16 a 5.27, apresentadas nos subítens a seguir.

Nos aterros sanitários, durante o processo de degradação anaeróbia, espera-se que haja uma mobilização e possível complexação de espécies metálicas (Bidone, 1999_b).

A matéria orgânica presente no solo, principalmente as substâncias húmicas, apresenta grande reatividade com íons metálicos. As substâncias húmicas são consideradas polieletrólitos de ácido fraco e possuem a capacidade de interagir com os íons e moléculas presentes em uma solução dentro de uma ampla faixa de pH (Meurer, 2000). Calvo (1999) confirma tal comportamento, afirmando que os ácidos fúlvicos e húmicos têm constantes de grande estabilidade para os metais, sendo os maiores responsáveis pela imobilização desses na matéria orgânica.

Em soluções a partir de pH 3,0 a matéria orgânica sofre um aumento de carga negativa pela liberação de prótons H^+ , chegando a um máximo negativo em solução com pH 9,0. Essa carga negativa é responsável pela atração e ligação de íons e moléculas, formando os chamados complexos de superfície. Quanto maior a carga negativa da matéria orgânica, maior a atração por cátions.

5.13.1– Micronutrientes (Cu, Fe, Na)

O cobre apresentou concentrações iniciais em torno de 0,22mg/L, diminuiu drasticamente os valores para 0,025mg/L após os 150 dias do experimento, e não foi mais detectado por volta do dia 280. A Figura 5.16 mostra as concentrações desse metal ao longo do tempo analisado.

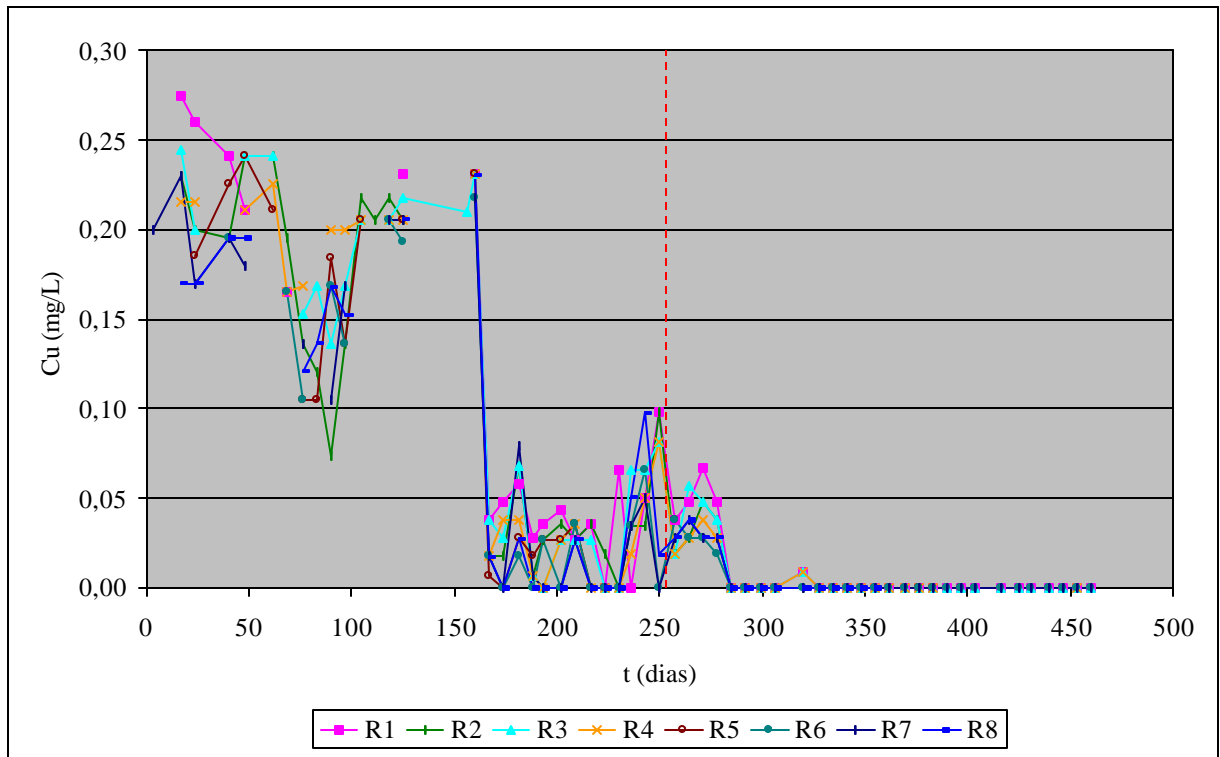


Figura 5.16 – Concentrações de cobre no percolado dos reatores

A ferro variou de valores em torno de 60mg/L, do início até aproximadamente os 130 dias, diminuindo as concentrações para um média de 25mg/L até os 340 dias e, a partir daí até o final das análises, permaneceu com concentrações em torno de 10mg/L. Os resultados estão expressos em forma gráfica na Figura 5.17.

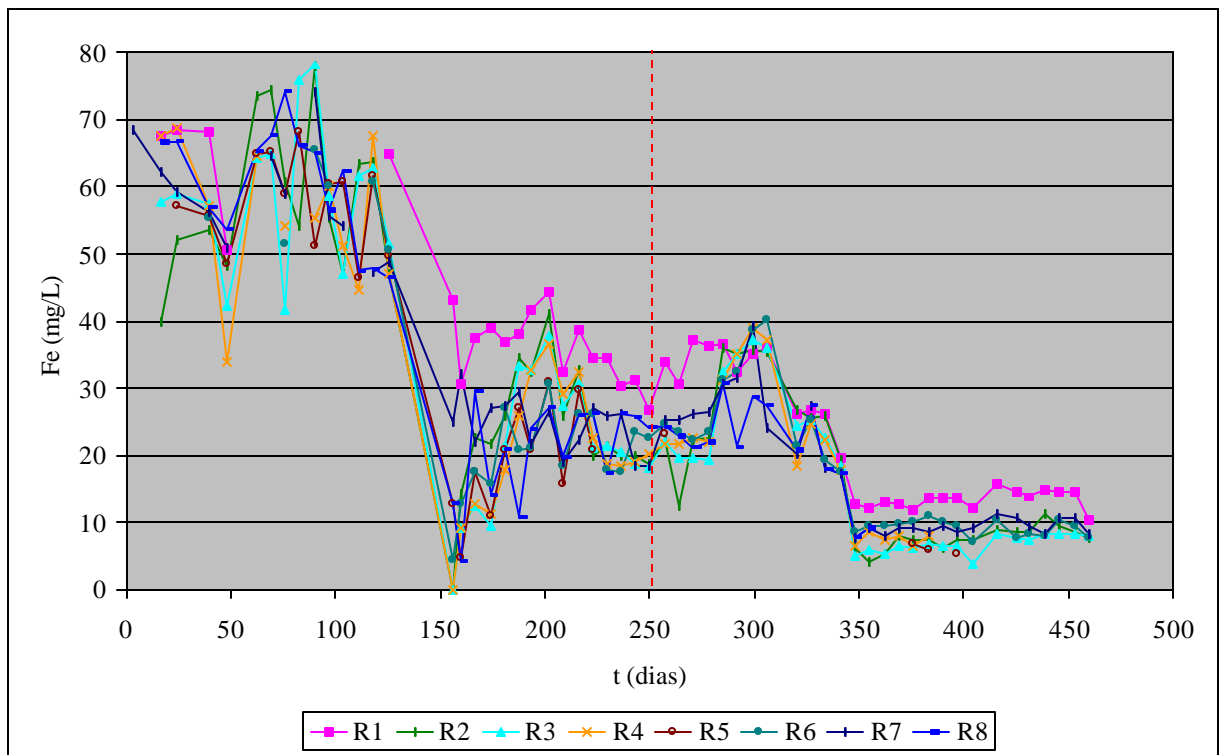


Figura 5.17 – Concentrações de ferro no percolado dos reatores

As concentrações de sódio iniciaram com valores próximos a 1.200mg/L, elevando-se ao longo do período de experimento e estabilizando em 2.000mg/L no final das análises (Figura 5.18).

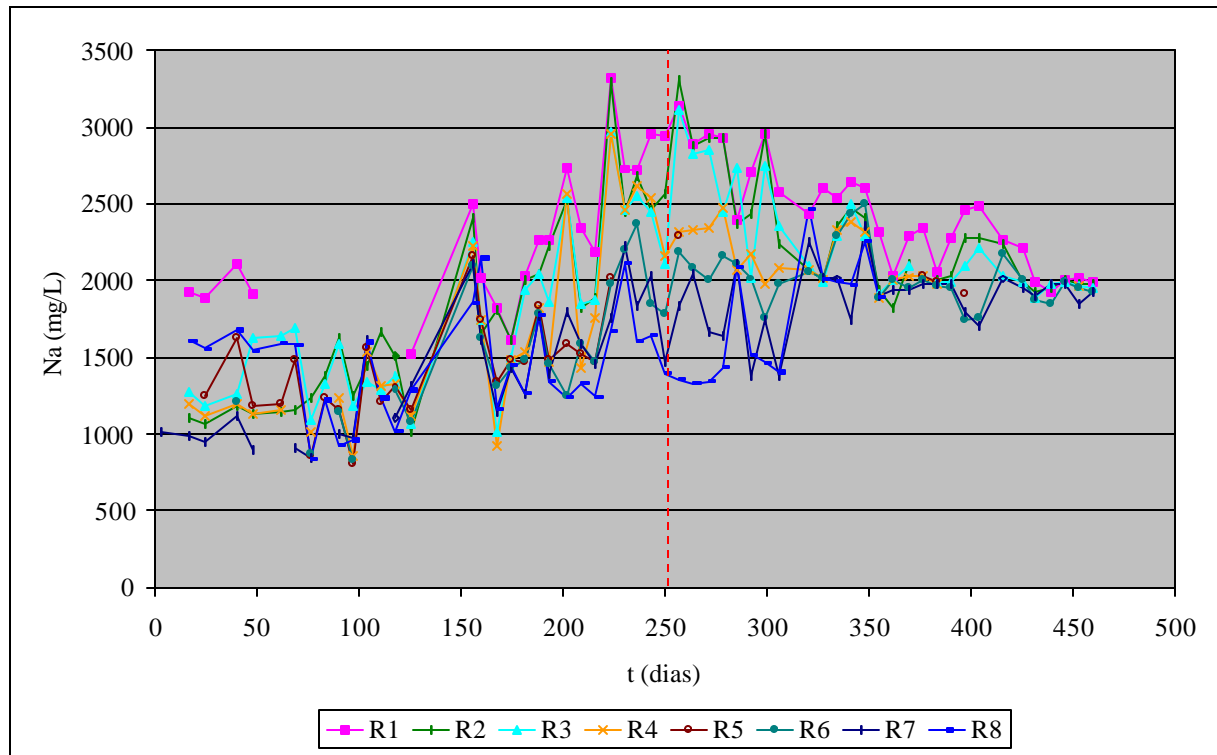


Figura 5.18 – Concentrações de sódio no percolado dos reatores

5.13.2– Macronutrientes (Ca, K, Mg)

Com relação ao cálcio, os valores obtidos ao início ficaram em torno de 2.500mg/L, elevando-se abruptamente a partir do 70º dia, chegando a valores acima de 5.000mg/L. Esses valores decaíram em seguida, sendo que a partir do 170º dia, chegaram à média de 2000mg/L mantendo-se em torno desse valor até os 350 dias. A partir daí, as concentrações elevaram-se até 2.500mg/L e mantiveram-se assim até o final, como verifica-se na Figura 5.19.

Ao início, as concentrações de potássio encontradas no percolado dos reatores variavam em torno de 1.300mg/L, sendo que o reator 1 apresentou valores superiores a 2.000mg/L. Próximo aos 200 dias de experimento, as concentrações dos reatores 1, 2, 3 e 4 elevaram-se a mais de 2.000mg/L. Aos 300 dias, todos os reatores apresentavam concentrações superiores a 1.500mg/L e após os 350 dias, os valores diminuíram, terminando o tempo de experimentação em torno de 700mg/L. O reator 1 manteve-se sempre com concentrações superiores às demais (Figura 5.20).

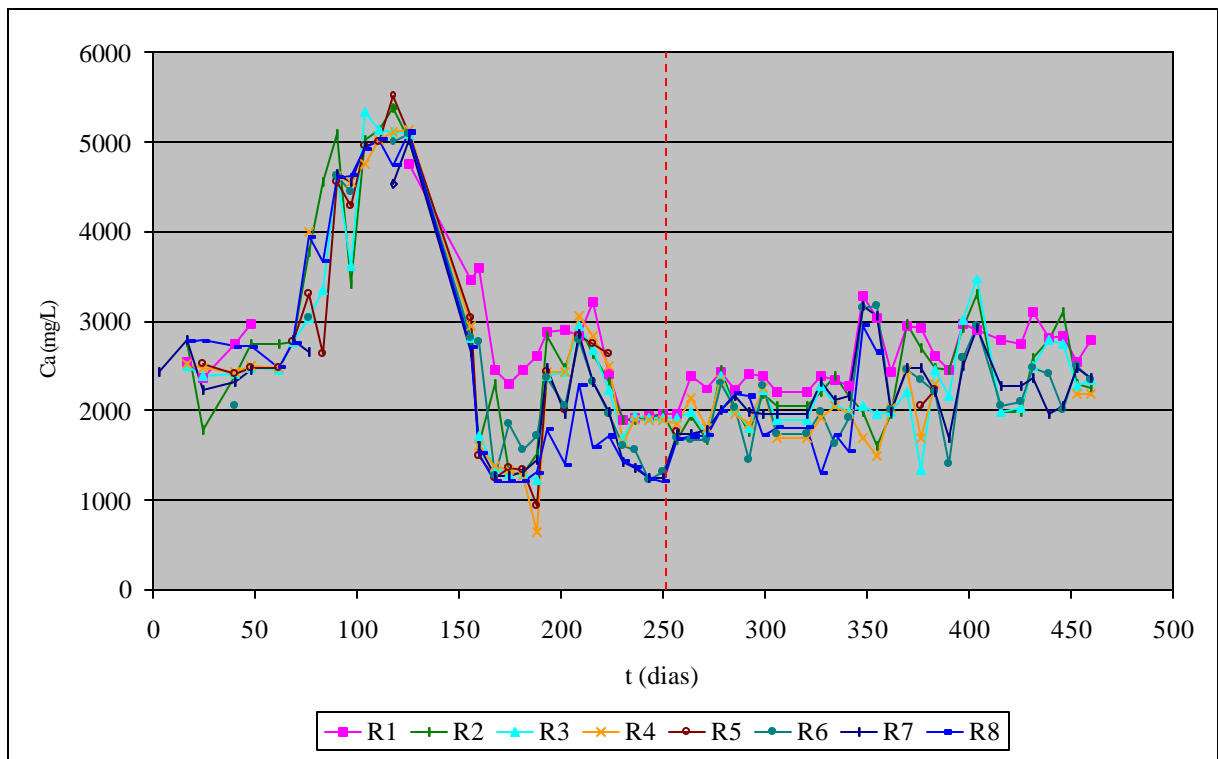


Figura 5.19 – Concentrações de cálcio no percolado dos reatores

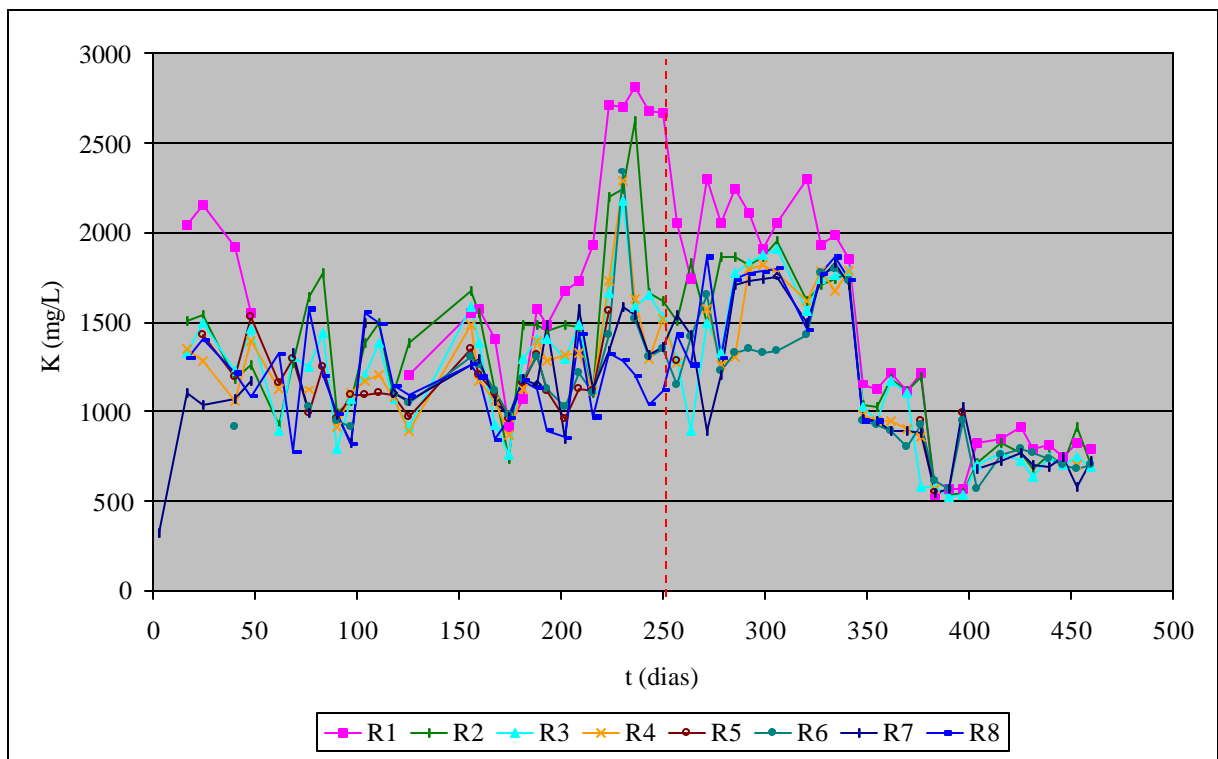


Figura 5.20 – Concentrações de potássio no percolados dos reatores

As concentrações de magnésio no percolado dos reatores iniciaram em torno de 350mg/L, com exceção do reator 6 que iniciou abaixo de 250mg/L e do reator 6 com menos de 200mg/L. Aproximadamente aos 50 dias a concentração de magnésio desses reatores

alcançaram a dos demais, conforme pode ser observado na Figura 5.21. A partir do dia 220 ocorreu aumento nos valores dos oito reatores e, próximo ao 350º dia, uma abrupta diminuição, terminando-se as observações com concentrações em torno de 80mg/L.

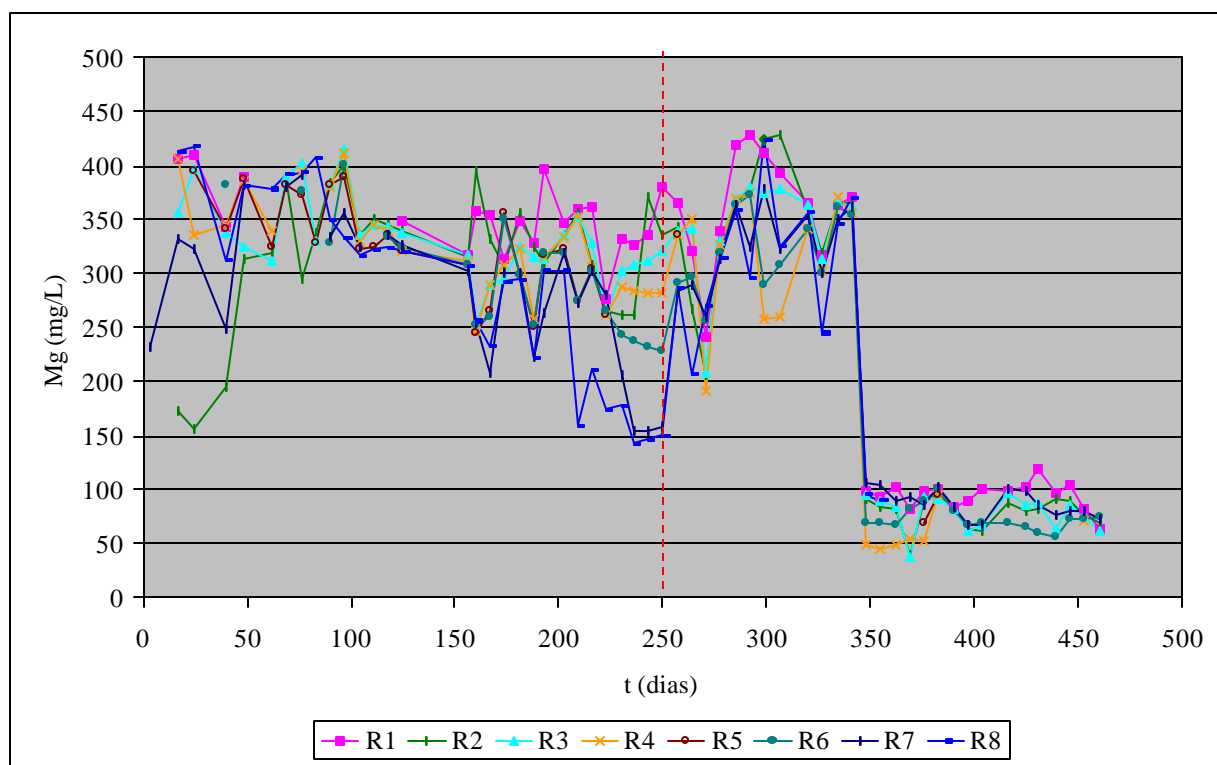


Figura 5.21 – Concentrações de sódio no percolato dos reatores

5.13.3– Metais pesados (Cr, Cd, Ni, Pb)

O cromo foi encontrado em maiores concentrações no percolato do reator 2, ultrapassando 0,90mg/L, no início do processo. Nos reatores 3 e 5, os valores chegaram a 0,40mg/L. Entre os dias 200 e 250 ocorreu aumento nas concentrações, atingindo 0.30mg/L e depois disso diminuíram a valores não mais detectáveis (Figura 5.22).

As concentrações de cádmio no percolato dos reatores iniciaram o processo elevando-se, atingindo 0,14mg/L por volta do 91º dia. Em seguida diminuíram, não sendo mais detectáveis a partir do 220º dia (Figura 5.23).

Dos metais pesados, o níquel apresentou as maiores concentrações no percolato dos reatores. No início das análises encontraram-se concentrações de até 7,0mg/L no reator 1, mas aos 50 dias esses valores já haviam diminuído para uma média de 0,5mg/L. O reator 1 teve um aumento na concentração a partir do dia 120, chegando próximo a 3,0mg/L e decaindo para valores não detectáveis a partir do dia 210 (Figura 5.24).

O chumbo foi detectado no percolado de todos reatores, atingindo concentrações de 1,2mg/L próximo ao dia 40 e em seguida reduzindo. Observou-se um aumento nas concentrações entre os dias 150 e 230, quando os valores chegaram a 1,4mg/L e o reator 1 a mais de 1,6mg/L. A partir do dia 250 as concentrações não foram mais detectáveis (Figura 5.25).

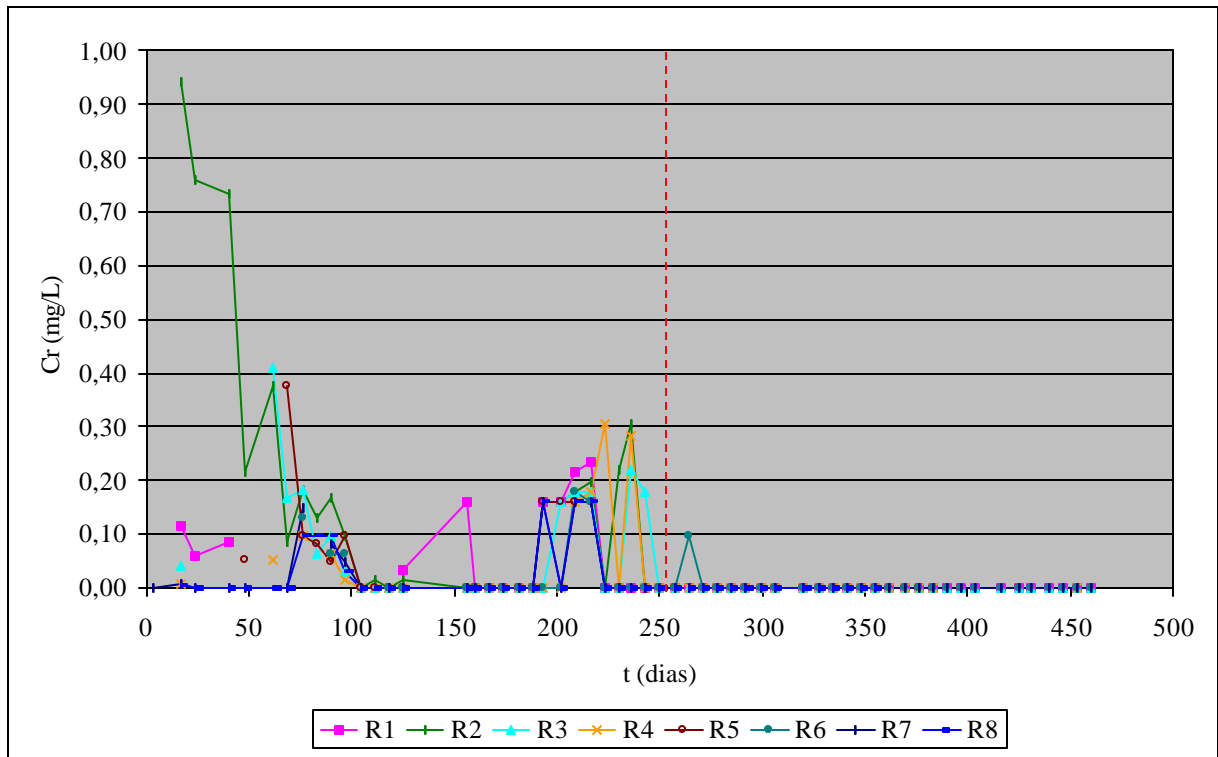


Figura 5.22 – Concentrações de cromo no percolado dos reatores

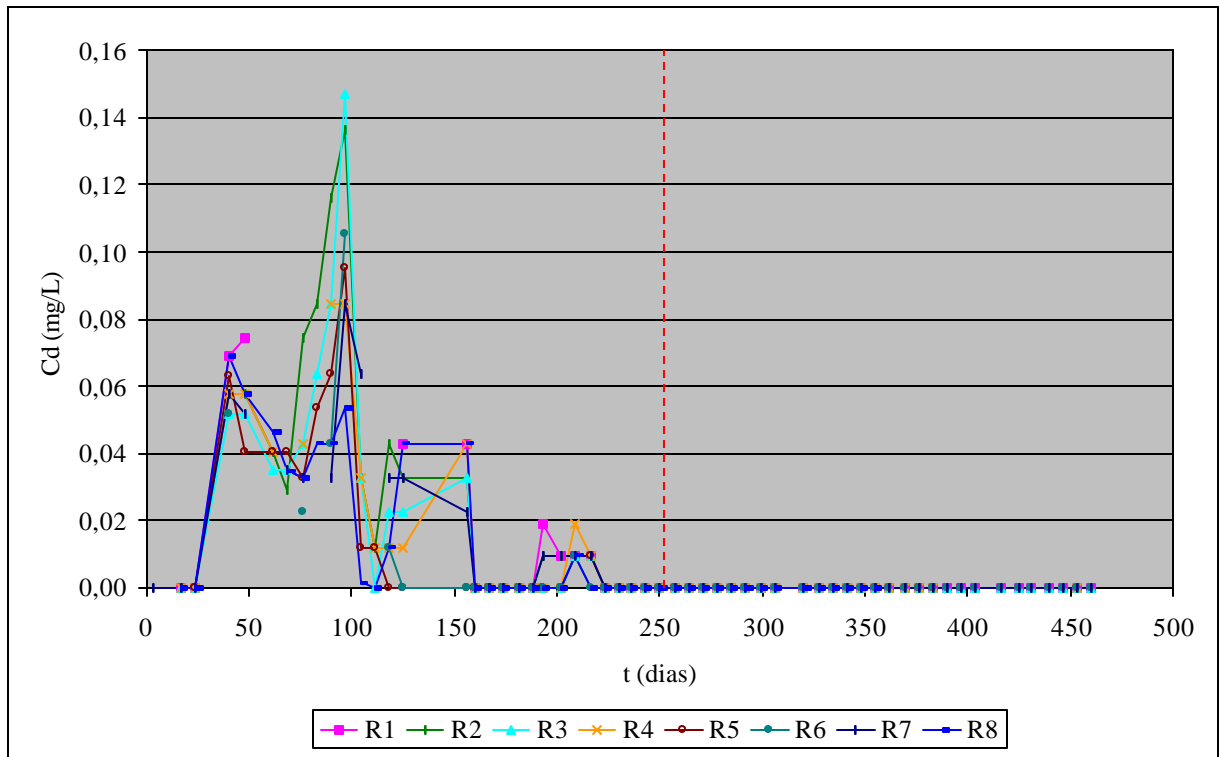


Figura 5.23 – Concentrações de cádmio no percolato dos reatores

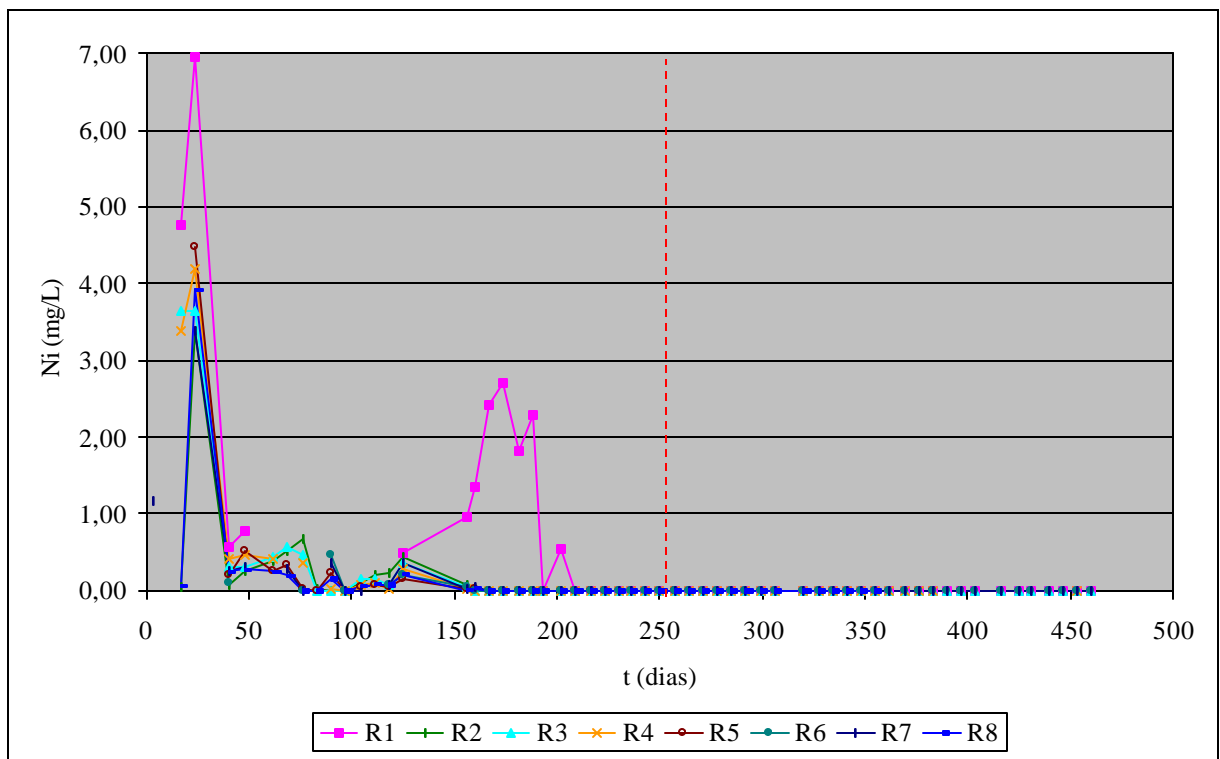


Figura 5.24 – Concentrações de níquel no percolato dos reatores

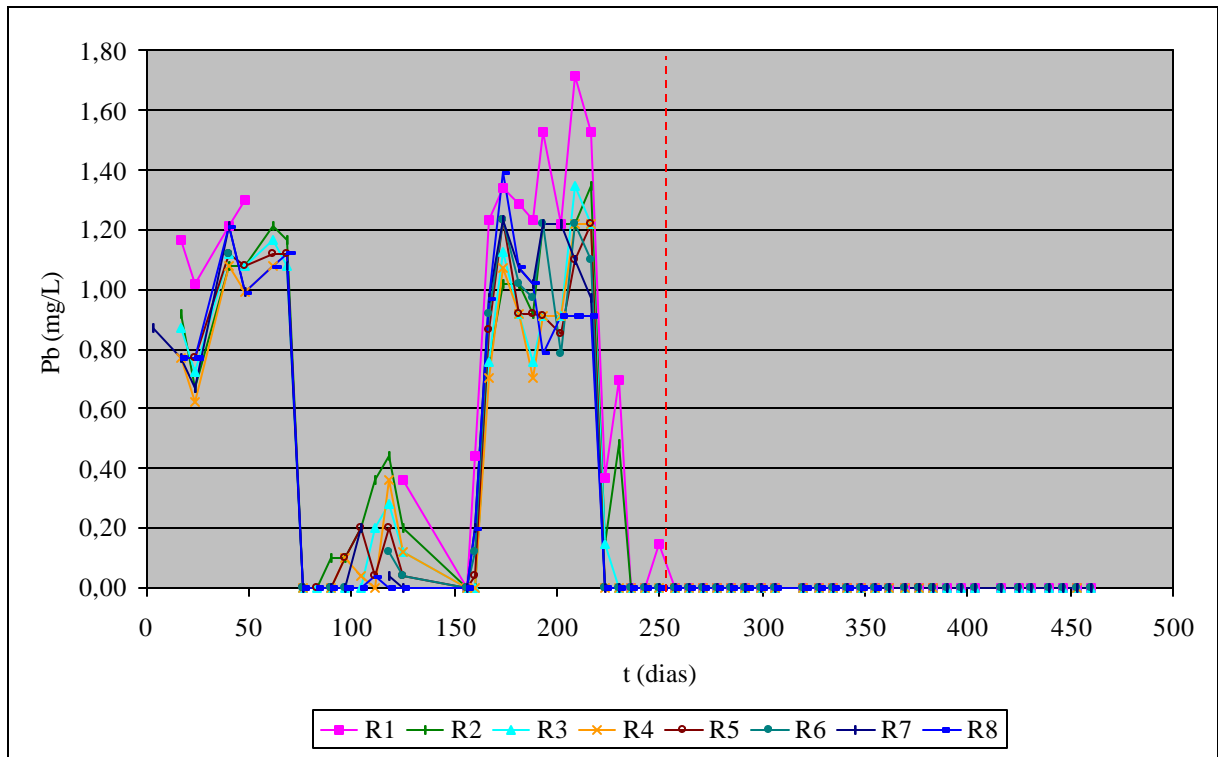


Figura 5.25 – Concentrações de chumbo no percolado dos reatores

5.13.4- Análises de Zn e Mn

Como o agrotóxico utilizado no experimento possui em sua composição zinco e manganês, enfatizou-se a comparação das concentrações desses metais antes e depois do início das aplicações. Dessa maneira procurou-se verificar a possibilidade de complexação dos mesmos pela matéria orgânica presente nos reatores.

De acordo com a Tabela 5.4, o zinco e o manganês são metais fortemente complexados pela matéria orgânica.

A estabilidade da ligação de um metal com a matéria orgânica pode ser afetada por fatores como a natureza química do grupo funcional, a quantidade de cátions já quimiossorvidos, a temperatura e o pH. Em solos orgânicos ou solos que recebem aplicações de grande quantidade de matéria orgânica, pode ocorrer a redução da disponibilidade dos micronutrientes devido à quimiossorção. Há relatos de que, à medida que aumenta o teor de matéria orgânica, decresce a disponibilidade de zinco para as plantas.

Calvo (1999) considera a matéria orgânica o fator mais importante na sorção e na formação de complexos metálicos, pois esses mecanismos são baseados na capacidade de quelação dos compostos orgânicos. O autor comenta ainda que a grande complexidade da

fração orgânica do solo dificulta muito o estudo da formação de complexos metálicos e os ataques biológicos que esses compostos sofrem.

Deve-se também considerar a ação dos organismos do solo sobre os metais. Determinadas espécies microbianas têm a capacidade de incorporar certos elementos metálicos em quistes, grupos ou cápsulas, eliminando-os do meio através de reações químicas (Calvo, 1999).

As análises de Zn e Mn, realizadas ao longo do experimento, não demonstraram alterações nas concentrações desses metais devido às aplicações do agrotóxico. Nas Figuras 5.26 e 5.27 não observam-se diferenças significativas entre o comportamento dos oito reatores, tampouco entre os períodos anterior e posterior à aplicação do Manzate[®] 800 (250ºdia).

Tabela 5.4- Íons de maior interesse na química do solo agrupados de acordo com suas principais características

Íons	Comentários
	PRINCIPAIS CÁTIONS
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ K ⁺ , Na ⁺ NH ₄ ⁺ H ⁺ , Al ³⁺	Ocorrem predominantemente, como cátions trocáveis no solo. Seus teores no solo são facilmente alterados pela calagem, irrigação, acidificação. O Al em solos ácidos é fitotóxico: em solos corrigidos com calcário, os teores de Ca e Mg são altos
	PRINCIPAIS ÂNIONS
NO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ Cl ⁻ HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻	Geralmente seus teores na solução do solo são inferiores aos dos cátions trocáveis. O NO ₃ ⁻ pode aparecer em maiores concentrações em solos com maiores teores de matéria orgânica.
	ÂNIONS POUCO SOLÚVEIS
H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻ H ₂ AsO ₄ ⁻ AsO ₂ H ₃ BO ₃ , H ₂ BO ₃ ⁻ Si(OH) ₄ MoO ₄ ⁻	São fortemente retidos pelos óxidos do solo; os boratos são os mais solúveis do grupo. Molibdato e sílica são mais solúveis em pH mais altos; fosfato é mais solúvel em pH ligeiramente ácido.
	ALUMÍNIO E METAIS DE TRANSIÇÃO
Al ³⁺ , AlOH ²⁺ Al(OH) ²⁺ Fe(OH) ₂ ⁺ , Fe ²⁺ Mn²⁺ Cu ²⁺ , Zn²⁺	Hidróxidos insolúveis tendem a se acumular em solos. Ferro e manganês são mais solúveis em solos reduzidos ou inundados. São fortemente complexados pela matéria orgânica.
	ÍONS TÓXICOS
Cd ²⁺ , Al ³⁺ Pb ²⁺ Hg ²⁺ , Hg Be ²⁺ AsO ₄ ³⁻ CrO ₄ ²⁻	Comportamento no solo semelhante ao dos metais de transição. Al ³⁺ é tóxico às plantas; os demais são geralmente tóxicos aos animais; Cd ²⁺ é relativamente solúvel e disponível às plantas, e sua retenção no solo é relativamente independente do pH; os demais íons são menos disponíveis às plantas com o aumento do pH, exceto talvez, para o As. Os últimos três íons ainda são pouco estudados em solos.
	ELEMENTOS ATIVOS EM REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO
C, N, O, S Fe, Mn Se, Hg	Participam e são modificados por reações de oxirredução resultantes da atividade de microrganismos em solos; o O ₂ é o principal receptor de elétrons; Fe ³⁺ , Mn ^{3,4+} , nitrato e sulfato são receptores de elétrons quando o suprimento de oxigênio é baixo.

(Fonte: Meurer, 2000, adaptado de Wolt, 1994)

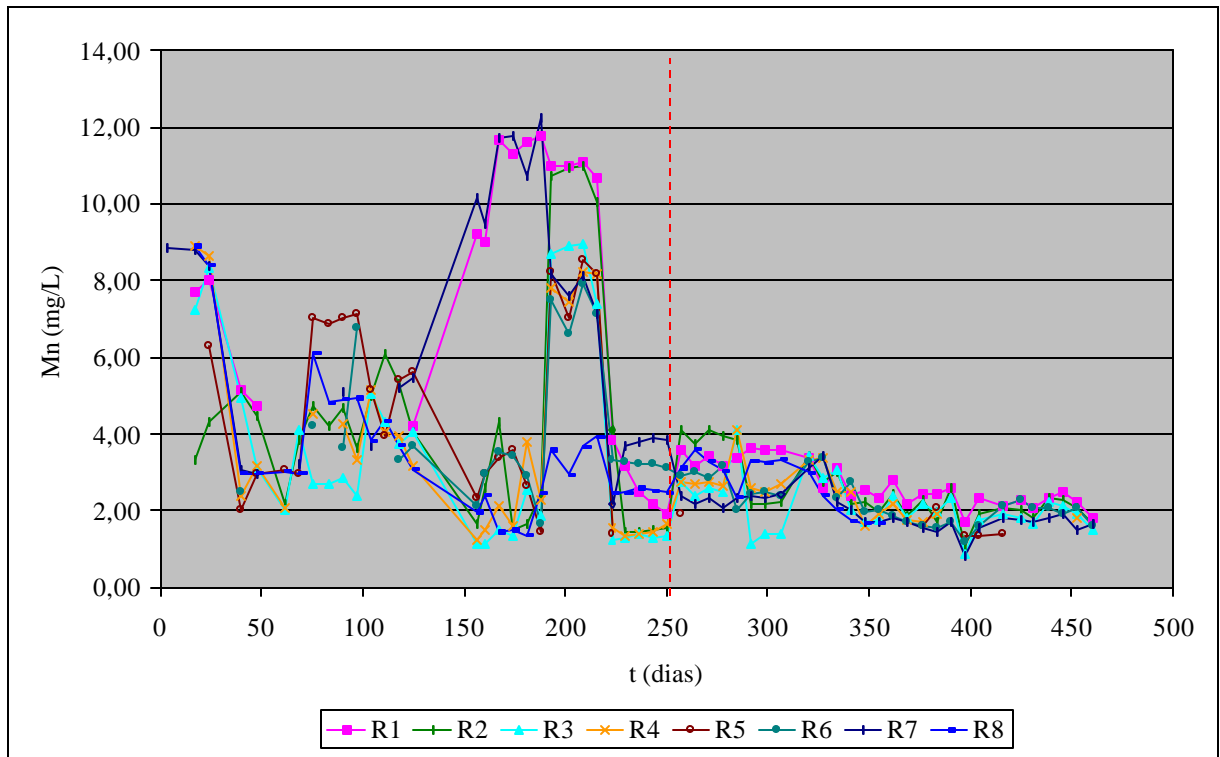


Figura 5.26 - Concentrações de manganês no percolato dos reatores

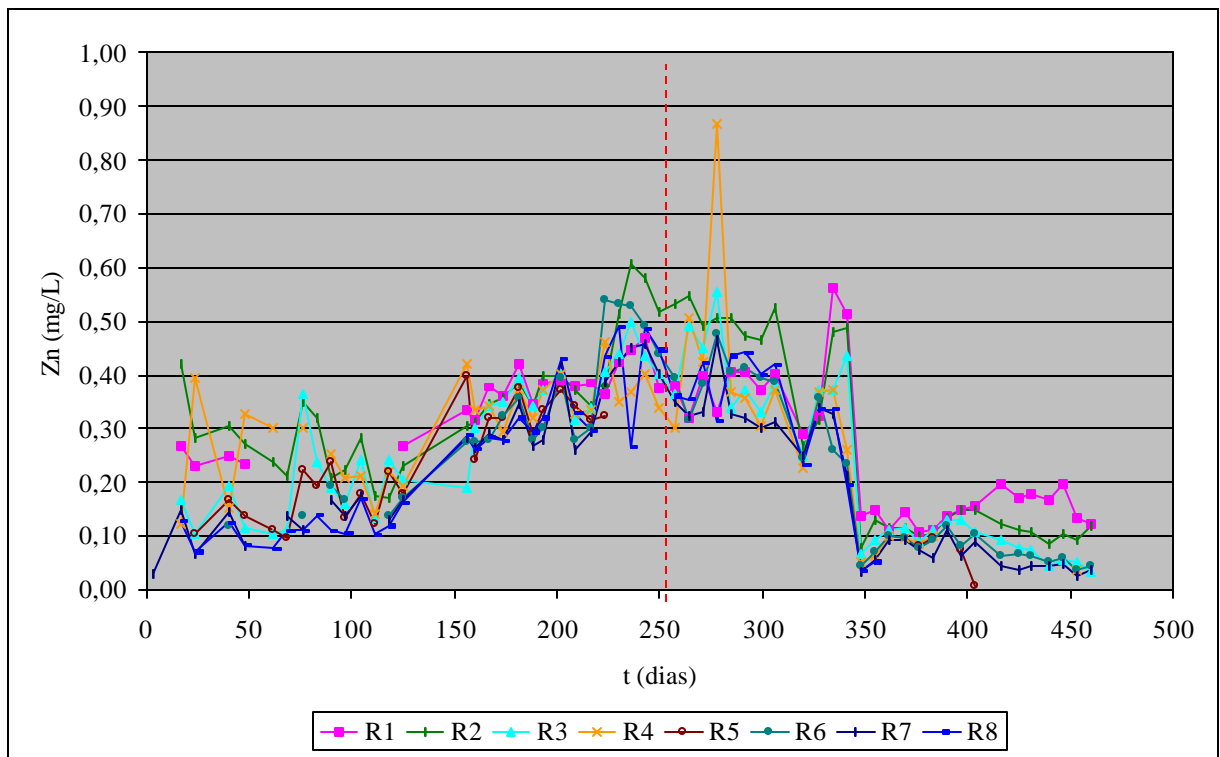


Figura 5.27 - Concentrações de zinco no percolato dos reatores

5.14 – Gases

As análises da fase gasosa dos reatores ficaram prejudicadas devido às dificuldades na coleta das amostras, às infiltrações de ar atmosférico nos reatores e a problemas técnicos no aparelho de cromatografia gasosa utilizado o qual, por diversos períodos, permaneceu sem condições de operação. Esses problemas comprometeram não somente a obtenção de resultados como também a confiabilidade dos dados obtidos.

No entanto, as análises realizadas indicam a produção de metano na fase correspondente à metanogênica (Figura 5.28). O decréscimo e a extinção da produção do gás estão relacionados à fase de maturação final, quando a atividade biológica foi estabilizada por falta de nutrientes (estabilização da matéria orgânica). O comportamento das frações mássicas do nitrogênio e do gás carbônico estão apresentados nas Figuras B.11 e B.12 e os valores das análises dos três gases nas Tabelas A.37 a A.39, em anexo.

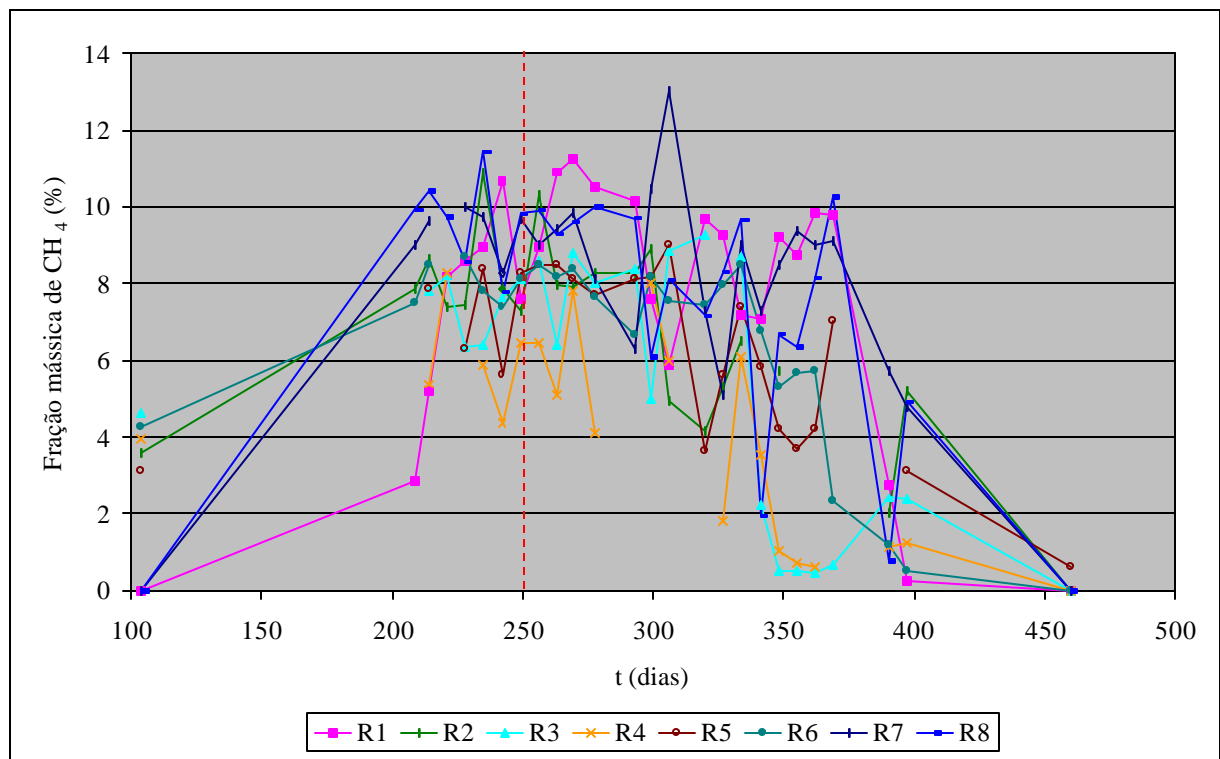


Figura 5.28 – Fração mássica de CH_4 nos gases dos reatores

5.15 - Desempenho dos reatores

O processo de estabilização de aterros sanitários foi descrito por Pohland *et al.* (1983), que o decompôs em fases, associadas a variáveis indicadoras. Para melhor ilustrar o decorrer do processo e suas fases, fez gráficos utilizando as porcentagens das variáveis no eixo esquerdo das ordenadas, os valores do pH no eixo direito das ordenadas em relação ao tempo na abscissa. Assim é possível comparar mais de uma variável associada à fase do processo.

Seguindo o modelo proposto pelo autor, as Figuras 5.27 a 5.34 apresentam as porcentagens das concentrações de DQO_{total} , amônia e ácidos voláteis, os valores absolutos de pH em relação ao tempo, nos oito reatores, respectivamente. Nelas, podem-se distinguir as fases da estabilização propostas por Pohland *et al.* (1983) e salientadas por Bidone (1999). A linha tracejada vermelha, indica o início da aplicação do Manzate[®] 800, nos reatores 2 a 7. Os dados que deram origem a essas figuras estão nas Tabelas A.40 a A.47, em anexo.

Inicialmente, observa-se a Fase I, onde ocorre um ajustamento. Nesse período, acumula-se umidade até o suficiente para estimular o início das reações. Em seguida, a Fase II, com transição das condições aeróbias para anaeróbias e estabelecimento das condições de óxi-redução. Na Fase III, os ácidos orgânicos voláteis começam a predominar, ocorrendo um decréscimo no pH. As concentrações de DQO_{total} são muito elevadas e há liberação de nutrientes como N e P. Na Fase IV, os produtos intermediários da fase de formação dos ácidos são convertidos em metano e dióxido de carbono, há uma drástica redução nas concentrações de DQO_{total} e o pH retorna à condição de tampão. Finalmente, na Fase V, como os nutrientes se tornam limitados, há pouco substrato disponível para a degradação, a atividade microbiana se estabiliza, com relativa inatividade. Predominam as condições ambientais naturais.

Pode-se verificar que, em todos os reatores, as quatro variáveis (DQO_{total} , amônia, ácidos voláteis e pH), apresentaram mudanças nas concentrações compatíveis com as esperadas no decorrer do processo de estabilização do resíduo. Cabe salientar que os resultados encontrados, para essas variáveis, não mostraram alterações decorrentes da aplicação do Manzate[®] 800, a partir do 250º dia, sugerindo que esse agrotóxico não interferiu no processo.

No decorrer do experimento, ocorreram alguns imprevistos como entupimentos, infiltrações de ar atmosférico e impossibilidade de rega. Esses fatos podem ter influenciado no processo de degradação dos resíduos e diferenciado as condições entre os reatores.

A partir do 230º dia passou-se a ter dificuldades para regar o reator 5, pois a solução transbordava pelo tubo de entrada, localizado no topo do reator. Em seguida, esse reator passou a não produzir mais percolado. Presumiu-se que o dreno de saída do percolado, localizado na base do reator, estivesse entupido; no entanto, ao tentar consertá-lo, verificou-se que esse dispositivo não apresentava problemas. Aproximadamente aos 350 dias de experimentação, outros drenos passaram a apresentar o mesmo problema na rega. No dia 20/04/2001, aos 363 dias, os reatores R4, R5, R6, R7 e R8 foram abertos. Verificou-se que os chuveiros, acoplados às tampas, no interior dos reatores, estavam entupidos pelo agrotóxico; assim, optou-se pela retirada desses dispositivos. O entupimento deveu-se provavelmente, à não solubilização completa do Manzate® 800 na água, ocorrendo a sua deposição no interior dos chuveiros. Após essa data, as regas e as coletas do percolado dos reatores passaram a ser feitas normalmente.

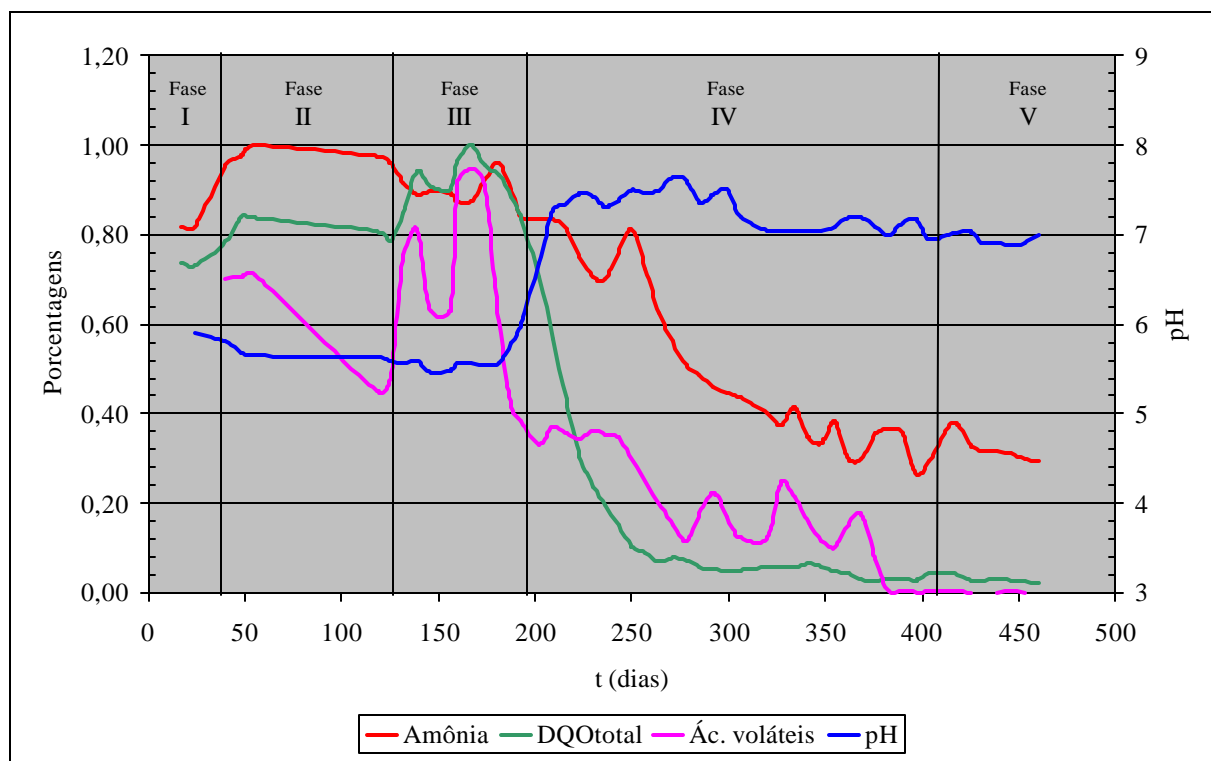


Figura 5.29 – Desempenho do reator 1

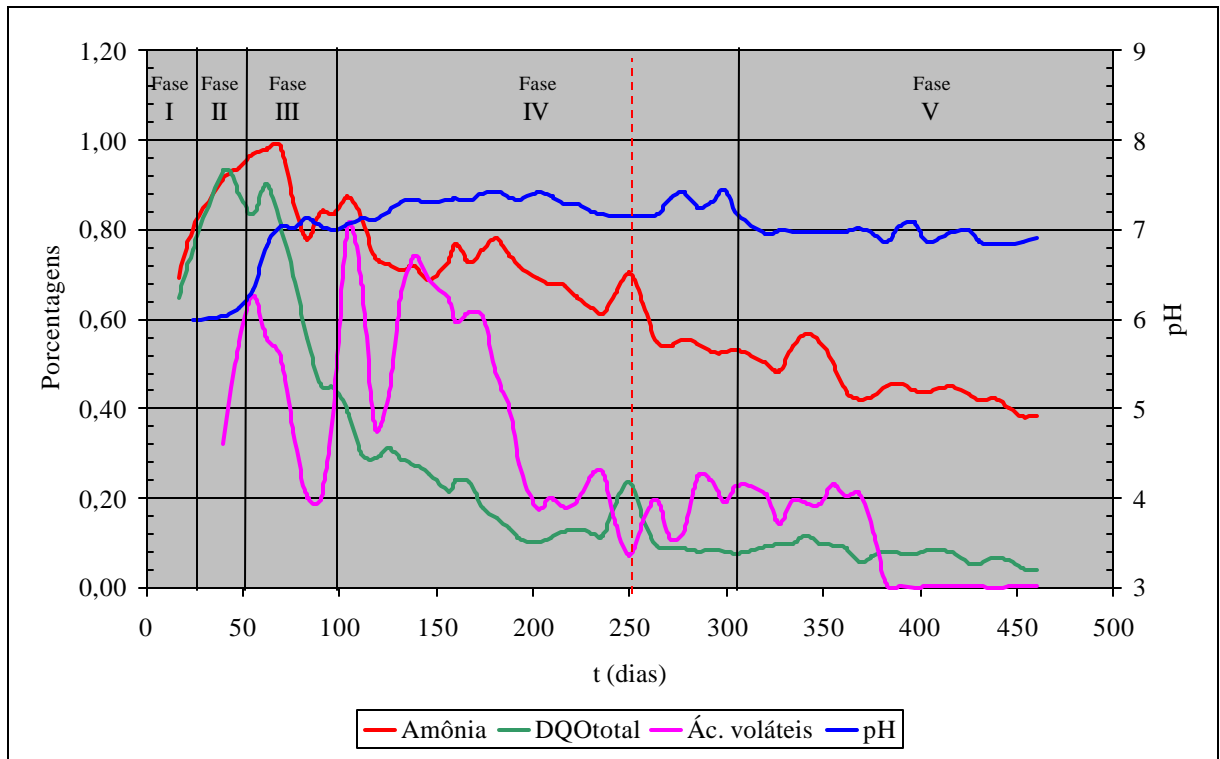


Figura 5.30 - Desempenho do reator 2

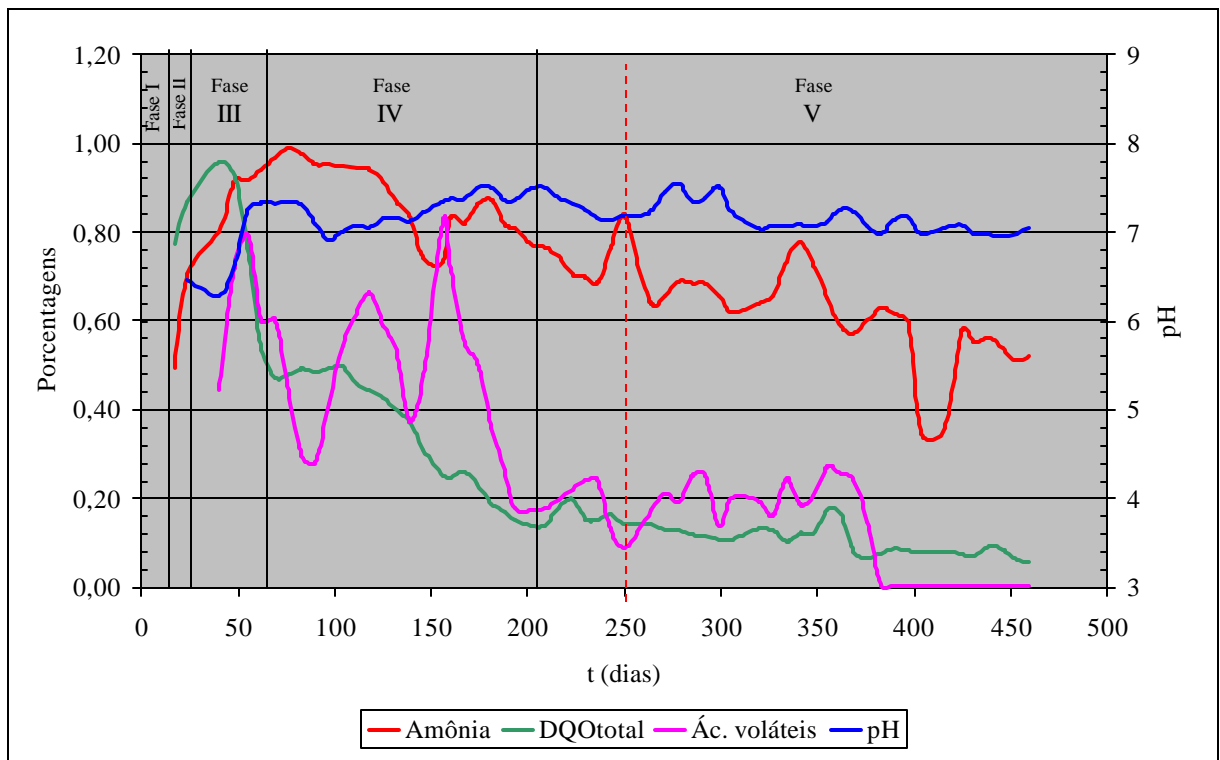


Figura 5.31 - Desempenho do reator 3

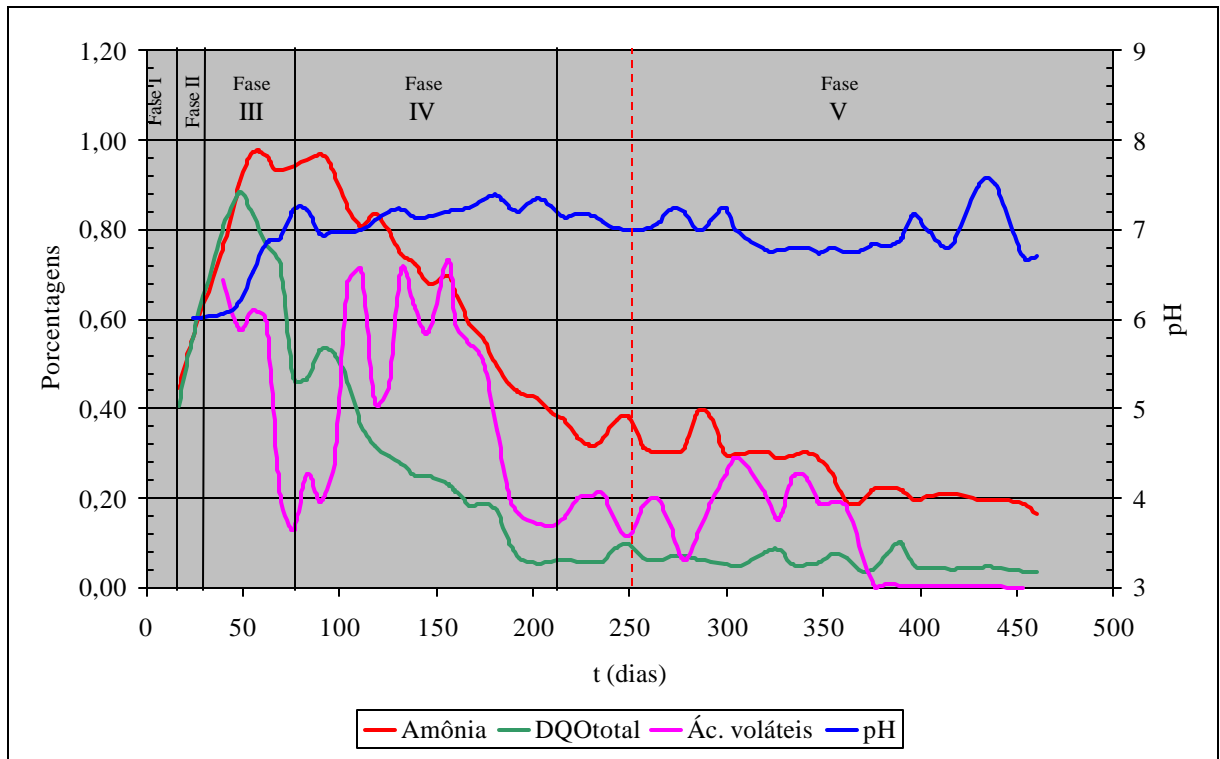


Figura 5.32 - Desempenho do reator 4

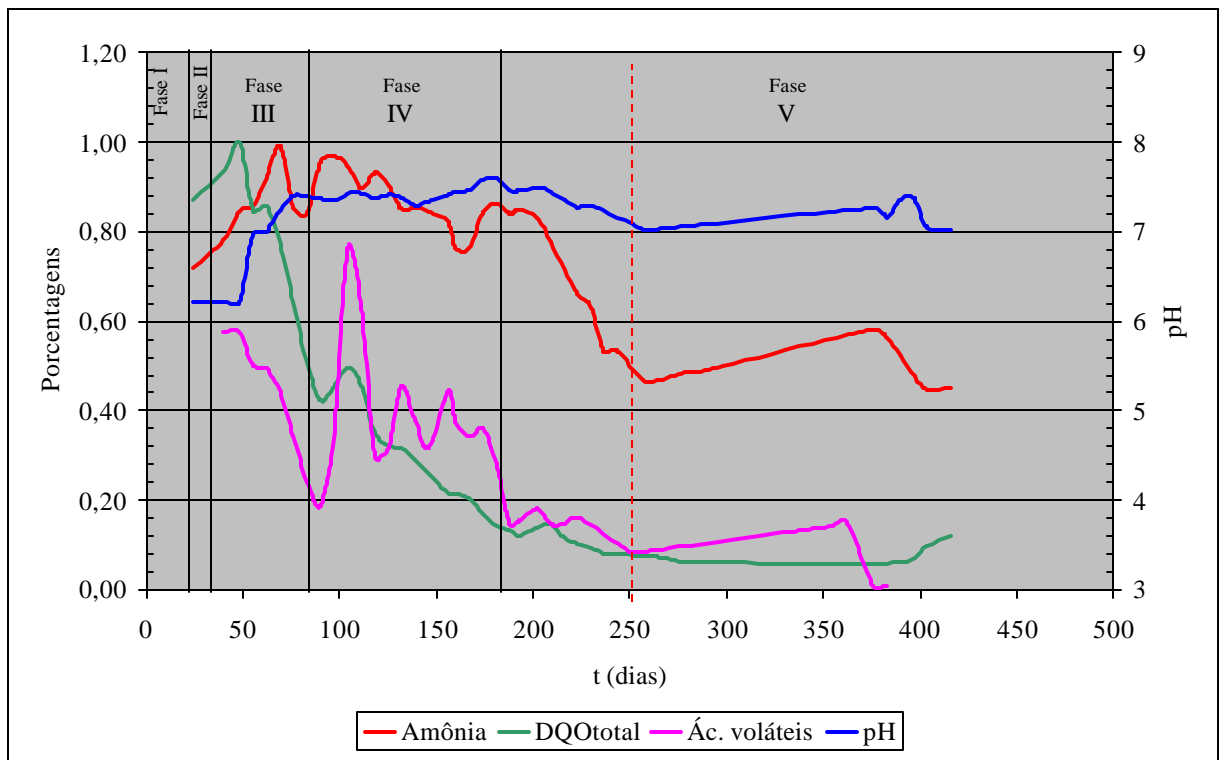


Figura 5.33 - Desempenho do reator 5

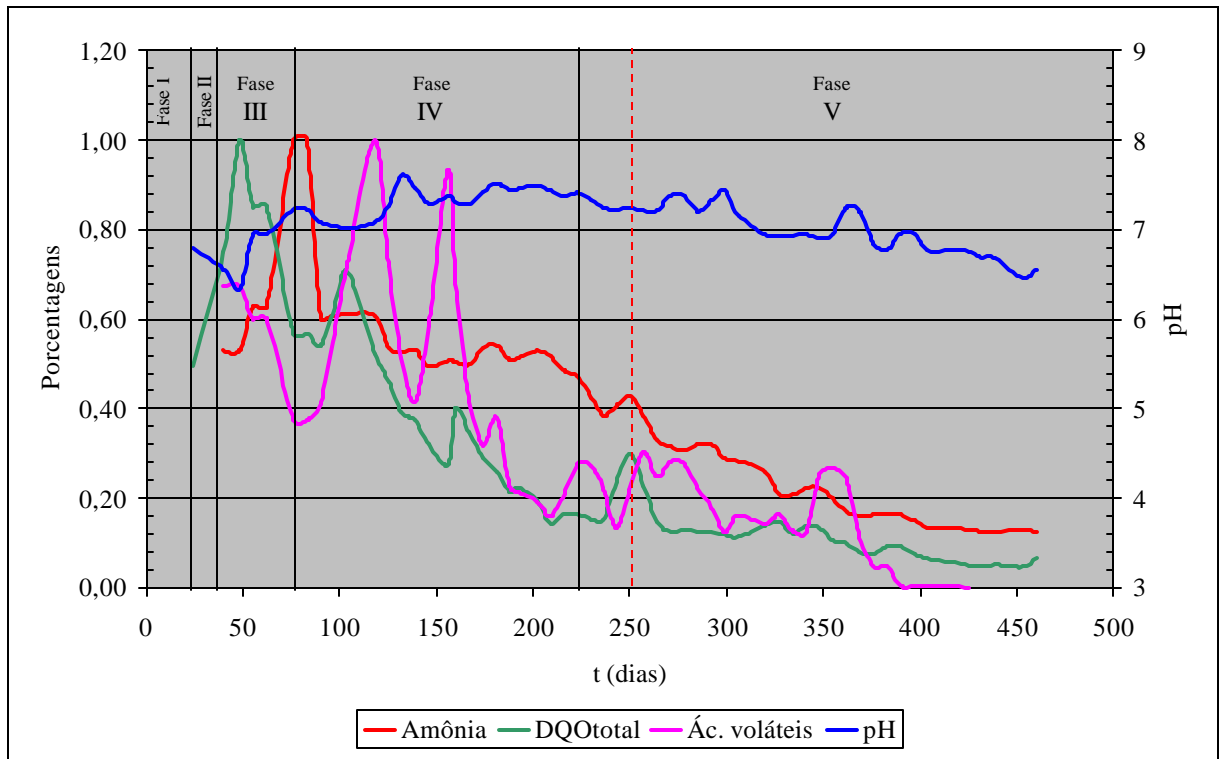


Figura 5.34 - Desempenho do reator 6

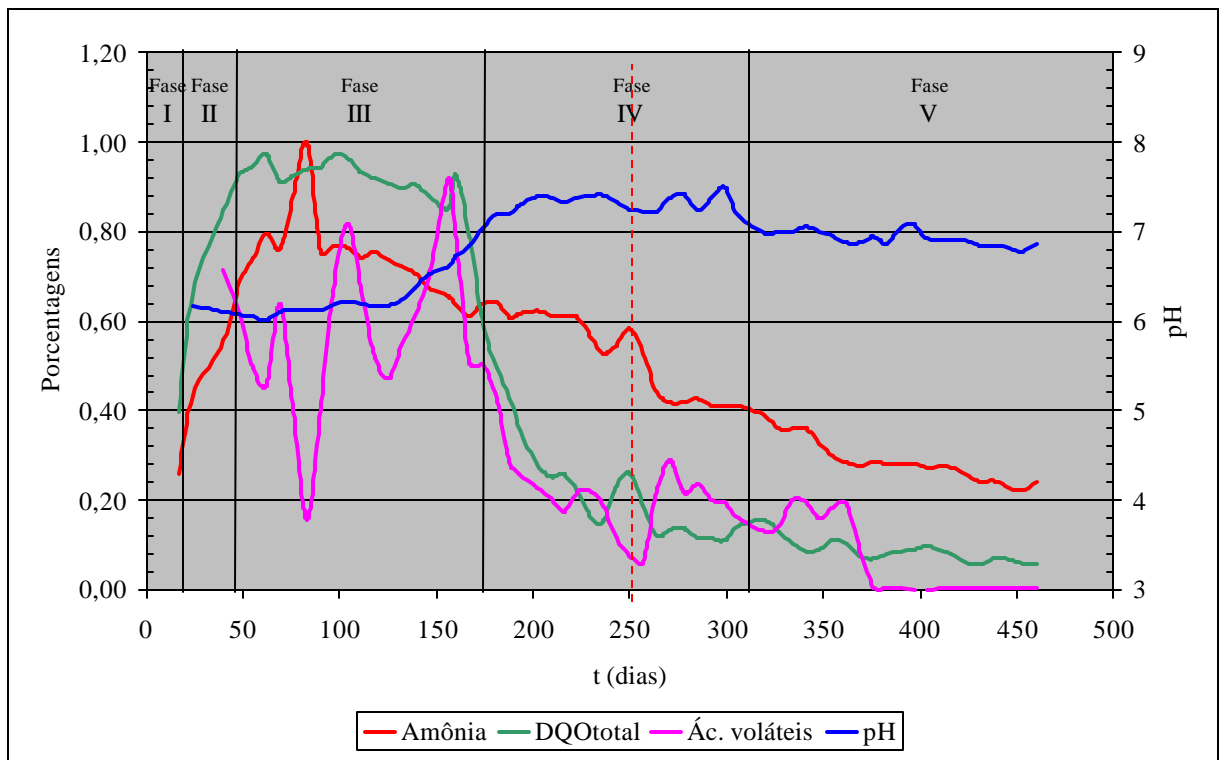


Figura 5.35 - Desempenho do reator 7

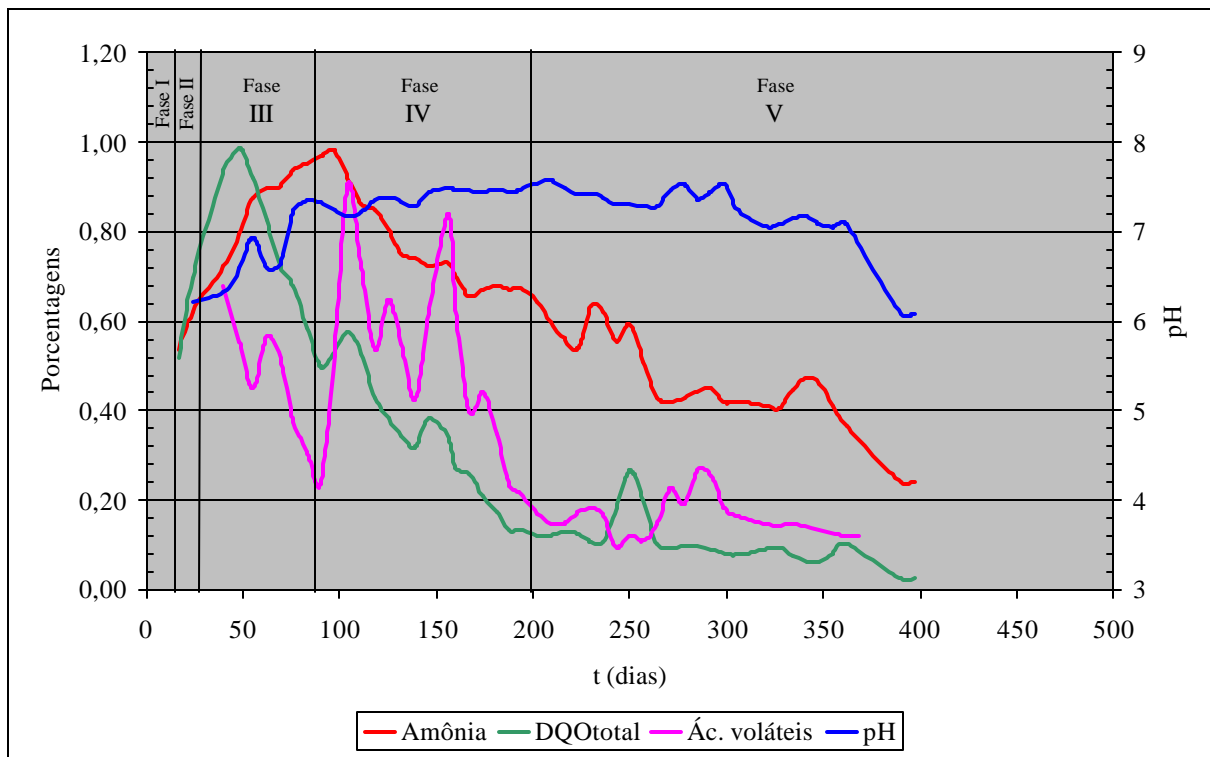


Figura 5.36 - Desempenho do reator 8

5.16 - Análises complementares

Para complementar os estudos realizados acerca dos efeitos do Manzate[®] 800 na degradação de RSU, foram realizadas algumas análises extras, afora aquelas semanais realizadas no percolado e nos gases dos reatores. São elas:

- análises físico-químicas das três soluções de água e Manzate[®] 800 aplicadas nos reatores;
- concentrações de zinco e manganês no percolado dos reatores, coletado após o término do experimento (análise realizada no Laboratório de Geoquímica da UFRGS, através de absorção atômica);
- concentrações de zinco e manganês no material sólido do interior dos reatores, retirado após o término do experimento (análise realizada no Laboratório de Geoquímica da UFRGS, através de fluorescência de raio-X).

Os resultados obtidos nessas análises complementares estão apresentados nos subitens a seguir.

5.15.1 – Análises físico-químicas das soluções de Manzate[®] 800 aplicadas nos reatores

As três soluções de Manzate[®] 800 em água utilizadas nos reatores foram analisadas com o propósito de se conhecer suas características físico-químicas principais, visando a sua e comparação com as análises do percolado, se necessário. Os resultados dessas análises encontram-se na Tabela 5.5.

Tabela 5.5–Análises físico-químicas das soluções de Manzate[®] 800 utilizadas no experimento

Soluções de Manzate	pH	Potencial redox (mV)	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	Condutividade (μmhos/cm)
3g/3,5L	6,50	-23,3	500	350	100
5g/3,5L	6,60	-39,9	1000	250	150
7g/3,5L	6,62	-40,2	1500	180	190

As diferenças visuais entre as três soluções do agrotóxico, utilizadas na rega dos reatores, e as amostras de percolado coletadas nos mesmos, podem ser percebidas na Figura 5.35. As amostras foram coletadas no final da Etapa II.

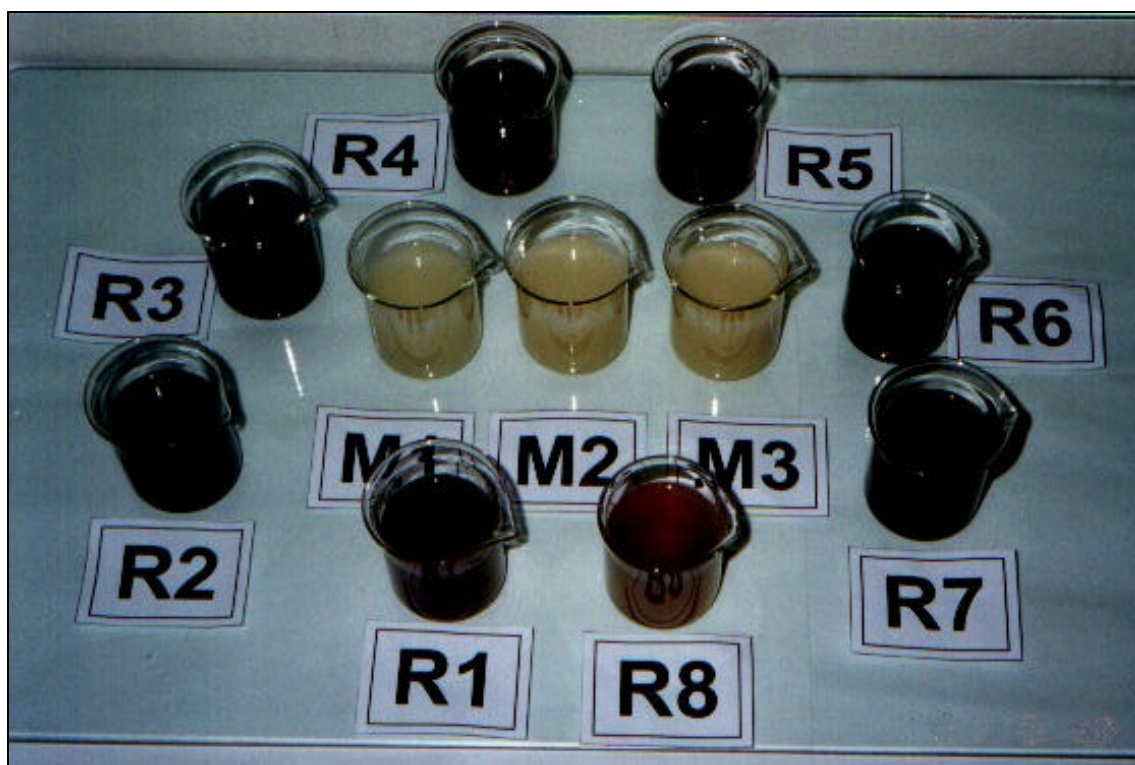


Figura 5.37 – Soluções de Manzate[®] 800 (centro) e amostras do percolado dos reatores

Durante a preparação das soluções, observou-se que o agrotóxico não solubilizava totalmente, ocorrendo a precipitação do produto no recipiente onde eram preparadas.

5.15.2 - Absorção atômica

Na Tabela 5.6 estão apresentadas as concentrações de zinco e manganês encontradas no percolado dos oito reatores ao final do período de experimentação. Os valores de zinco não ultrapassaram o limite máximo admitido para efluentes no Estado do Rio Grande do Sul (RS, 1989) que é 1,0 mg/L. Já o limite máximo para manganês, 0,2mg/L, foi excedido nos reatores R2, R3, R4, R5, R6 e R8.

Dados de Souza (2002) confirmam concentrações elevadas de zinco e manganês no percolado de célula de aterro sanitário contendo apenas resíduos sólidos urbanos, conforme observa-se na Tabela 5.7.

Tabela 5.6- Resultados de análise de absorção atômica no percolado dos reatores (02/10/2001)

Amostras	Concentração (mg/L)	
	Manganês	Zinco
R1	0,000	0,036
R2	1,467	0,136
R3	1,133	0,113
R4	1,827	0,063
R5	1,320	0,021
R6	0,307	0,000
R7	0,173	0,136
R8	0,347	0,055

Tabela 5.7– Concentrações de zinco e manganês em percolados de célula de aterro sanitário contendo RSU

Data	t (dias)	Concentrações (mg/L)	
		Zinco	Manganês
08/06/99	14	21,88	21,25
05/07/99	41	18,94	11,07
02/08/99	69	16,86	3,62
13/09/99	111	19,11	1,67
13/10/99	141	9,83	2,46
17/11/99	176	9,72	2,36
15/12/99	204	13,57	1,87
12/01/00	232	2,46	0,68
16/02/00	267	4,28	0,42
13/03/00	293	3,39	0,19
12/04/00	323	2,91	0,56
23/05/00	364	0,78	0,23
21/06/00	393	0,83	0,22
19/07/00	421	1,57	0,22
16/08/00	449	1,02	0,22
05/10/00	499	1,12	0,25
16/11/00	541	1,38	0,25
13/12/00	568	1,96	0,28
16/01/01	602	1,85	0,18
14/02/01	631	2,09	0,22
15/03/01	660	2,20	0,23

(Fonte: Dados parciais de Souza, 2002.)

5.15.3 -Fluorescência de raio-X

Na Tabela 5.8 têm-se as concentrações de zinco e manganês obtidas em análises do material sólido proveniente dos reatores. Nesses resultados, as concentrações obtidas são elevadas, além disso, nota-se que os reatores 1 e 8, sem Manzate, apresentaram valores inferiores à maioria dos demais. Esses resultados sugerem que esses metais, presentes na composição do Manzate[®] 800, tenham sido complexados pela matéria orgânica dos reatores onde foi adicionado o agrotóxico. Pode-se atribuir as concentrações de zinco e manganês nos

reatores onde não se adicionou o agrotóxico à própria composição do material sólidos e a recipientes metálicos presentes nas misturas.

Povinelli *apud* Keeney *et al.* (1981) cita como fontes do metal zinco em resíduo doméstico, as canalizações, utensílios, colas, pós cosméticos e farmacêuticos, unguentos, tecidos, produtos de porcelana, tinta, óleo e antissépticos. Rousseaux *et al.*(1989), a partir de dados da composição dos resíduos urbanos de 20 cidades brasileiras, estimaram o teor total dos principais metais pesados presentes no RSU brasileiro. Para o zinco, apontam valores entre 167 ppm e 282 ppm do peso bruto e 372 ppm e 627 ppm do peso seco do RSU.

As diferenças entre as concentrações dos micronutrientes dos reatores e a não proporção entre a carga de agrotóxico recebida e as concentrações obtidas devem-se à diversidade entre o material sólido e materiais metálicos constituintes do substrato dos reatores. Apesar de ter-se feito uma homogeneização do material utilizado, o pequeno volume das unidades experimentais propiciaram grandes diferenças na composição do substrato.

Tabela 5.8 - Análise de fluorescência de Raio-X no material sólido dos reatores (02/10/2001)

Amostras	Concentração (mg/kg)	
	Manganês	Zinco
R1	85	301
R2	429	2045
R3	918	3923
R4	189	740
R5	507	2003
R6	151	1454
R7	842	2628
R8	251	452

5.17 – Análise de DBO₅ em amostras de percolado de célula de aterro sanitário e Manzate[®] 800

Calvo (1999), cita os principais fatores influentes na eliminação dos praguicidas no solo, começando pela composição do produto, sua estrutura química, capacidade volátil, solubilidade, a dose e a formulação; em seguida as características do próprio solo, tipo, pH, estrutura e os microrganismos, que, segundo o autor, exercem um papel fundamental na degradação do praguicida; por fim, considera o meio também como um fator interveniente nessa degradação, a temperatura, as precipitações e a cobertura vegetal.

Os pesticidas também são decompostos pelos microrganismos, desde que esses possuam a capacidade de produzir as enzimas específicas necessárias para o processo. Basicamente, os microrganismos utilizam esses compostos como fonte de carbono e energia para o seu desenvolvimento. Dependendo do grau de resistência à decomposição que o princípio ativo do pesticida apresentar, haverá uma atividade microbiana mais ou menos intensa e, conseqüentemente, a persistência do poluente no solo será diferenciada. O inseticida carbamato tem uma persistência muito reduzida no solo, sendo facilmente degradado por diversos microrganismos (Meurer, 2000).

Segundo Rüegg *et al.* (1986) os pesticidas podem desaparecer no solo, em muitos casos, devido à atividade microbiológica desse. Os autores citam estudos conduzidos no Instituto Biológico de São Paulo, em que bactérias do gênero *Nocardia* e fungos do gênero *Fusarium*, isolados do solo, degradaram *in vitro* o pesticida Paration. Como se pode comprovar, esse processo biológico tem grande importância na degradação de pesticidas no solo e no controle da poluição ambiental.

Nas bateladas de testes, feitas em paralelo, com percolado de aterro sanitário e doses de Manzate[®] 800, verificou-se que a concentração de DBO₅ foi proporcional à quantidade do agrotóxico introduzida. Quanto maior a dose de Manzate, maiores os valores de DBO₅ encontrados, conforme verifica-se na Figura 5.36 e nos resultados numéricos apresentados na Tabela A.48, em anexo.

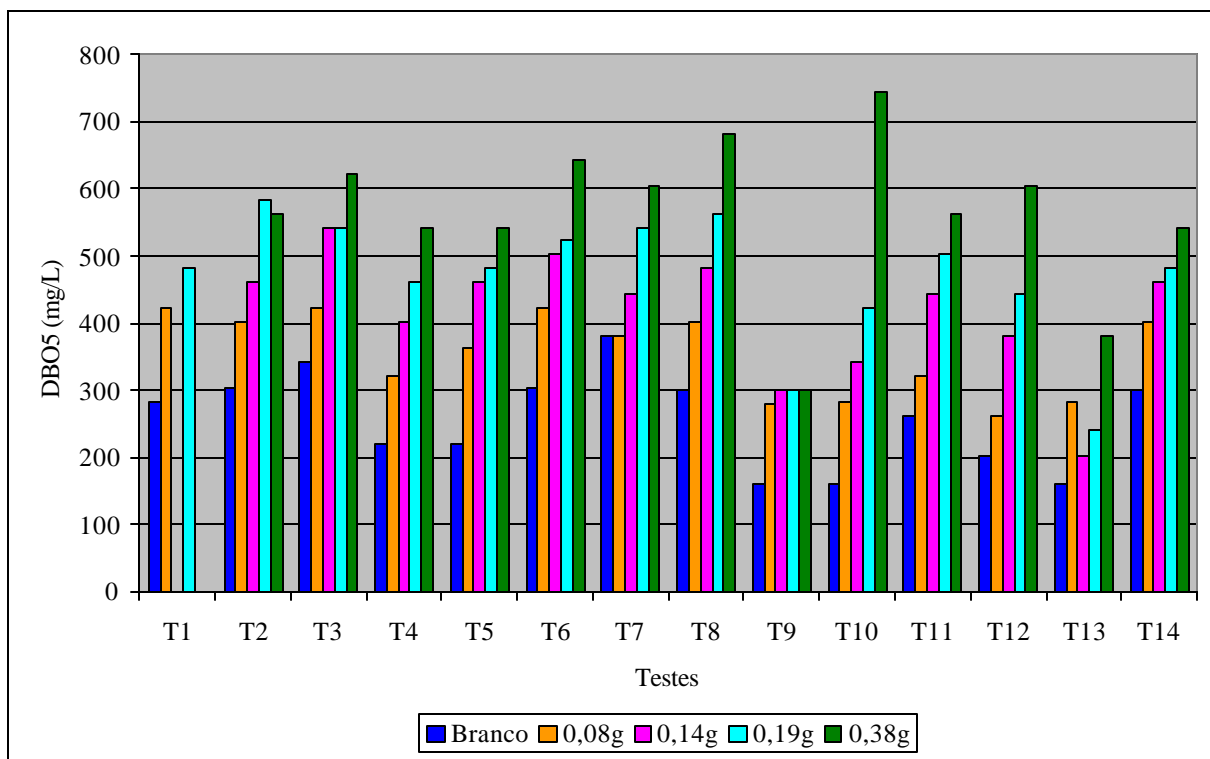


Figura 5.38 - Concentrações de DBO₅ para diferentes dosagens de Manzate em 97mL de percolado de aterro sanitário

5.16.1 – Análise estatística dos dados de DBO₅

Para verificar se as diferenças entre as concentrações de DBO₅ encontradas para o branco (B), e as quatro diferentes dosagens (D1, D2, D3 e D4) do agrotóxico são significativas, fez-se uma análise de variância, cujos resultados encontram-se na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Análise de variância dos dados de DBO₅.

Fonte de variação	GL	SQ	MQ	F	F crítico
Entre tratamentos	4	729.923,9	182.481	23,10566	5,780748
Residual	63	497.553,5	7.897,674		
Total	67	1.227.477			

O F obtido foi muito superior ao F crítico para o nível de 0,05%, indicando que havia probabilidade superior a 99,95% de existirem contrastes entre os tratamentos. Utilizou-se então o teste “t” para determinarem-se quais dos tratamentos diferenciavam significativamente do controle.

O módulo das diferenças das médias entre o controle e os tratamentos foram:

$$\begin{aligned} |\bar{B} - \bar{D1}| &= 97,46 \\ |\bar{B} - \bar{D2}| &= 160,26 \\ |\bar{B} - \bar{D3}| &= 212,33 \\ |\bar{B} - \bar{D4}| &= 307,18 \end{aligned}$$

As diferenças mínimas significativas (DMS) foram calculadas através da seguinte expressão:

$$DMS = EP_{Dif} * t_{Tab} \quad (5.1)$$

onde,

- EP_{Dif} : erro padrão da diferença;
- t_{Tab} : da tabela de distribuições de t (Hald, 1970).

sendo,

$$EP_{Dif} = \sqrt{\frac{2 * MQ_{Res}}{N}} \quad (5.2)$$

onde,

- MQ_{Res} : média dos quadrados residual;
- N: número de observações.

As DMSs calculadas foram:

- para D1: $DMS_{1\%} = 86,93$;
- para D2: $DMS_{1\%} = 125,27$;
- para D3: $DMS_{1\%} = 86,93$;
 $DMS_{0,1\%} = 113,17$;
- para D4: $DMS_{1\%} = 125,27$;
 $DMS_{0,1\%} = 163,09$.

Com base na análise estatística, concluiu-se que os quatro tratamentos diferiram do controle. Os tratamentos D1 e D2 com diferença significativa ao nível de 1% e os tratamentos D3 e D4 ao nível de 0,1%. Ou seja, a adição de Manzate[®] 800 no percolado da célula de aterro provocou aumento na DBO_5 .

Esses resultados levam a crer que o agrotóxico foi, em parte, degradado pelos microrganismos presentes no percolado da célula de aterro, que continha RSU; tal fenômeno provavelmente ocorreu também no âmbito dos reatores, que continham o mesmo tipo de resíduo.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos durante os 460 dias de acompanhamento dos 8 reatores permitem concluir o seguinte:

1. foi possível acompanhar o processo de degradação anaeróbia nos 8 reatores, apesar das pequenas dimensões desses, distinguindo-se as cinco fases que caracterizam o processo;
2. após o início das aplicações do Manzate[®] 800, o comportamento das variáveis analisadas seguiu como esperado, demonstrando que o agrotóxico, nas dosagens utilizadas, não interferiu no processo de degradação do RSU;
3. as análises realizadas no percolado dos oito reatores não apresentaram, em nenhum momento, vestígios do Manzate[®] 800;
4. as análises realizadas no material orgânico sólido, extraído dos reatores após o término do experimento, indicaram maiores concentrações dos metais Zn e Mn, constituintes do Manzate 800, nos reatores que receberam cargas do agrotóxico, em relação aos dois reatores considerados brancos. Esses resultados sugerem que os metais em questão tenham sido adsorvidos e/ou quelados pela matéria orgânica presentes na massa de RSU;
5. nas análises realizadas em paralelo, utilizando-se como amostras, percolado de célula de aterro sanitário e diferentes doses de Manzate[®] 800, as concentrações de DBO₅ indicaram que o agrotóxico foi degradado pelos microrganismos presentes no percolado.

O presente trabalho pretendeu elucidar alguns pontos na questão da codisposição de resíduos de agrotóxicos em células de aterro sanitário, mostrando que essa é uma solução viável para a questão da disposição final desses resíduos, embora o assunto requeira ainda muitos estudos e experimentos práticos para esclarecerem-se dúvidas importantes. Como sugestões para próximos trabalhos nessa linha de pesquisa, apresentam-se as seguintes:

1. utilizar unidades que comportem maiores volumes de RSU, pois as pequenas dimensões dos reatores, levaram a utilização de pequenos volumes de resíduo, o

que propiciou diferenças significativas na composição do conteúdo de cada reator, mesmo havendo-se homogeneizado a massa de RSU empregada;

2. ainda para evitarem-se grandes contrastes nas quantidades dos materiais constituintes das unidades experimentais, sugere-se que o RSU utilizado seja triturado e eliminem-se grandes peças de materiais inertes ou de difícil degradabilidade;
3. utilizar um dreno para gases que viabilize a coleta das amostras sem que haja infiltração do ar atmosférico, pois a análise dos gases é fundamental no acompanhamento do processo de degradação anaeróbia. Da mesma forma, o dispositivo para rega das unidades deve ser o mais estanque possível;
4. para a distribuição do líquido no interior das unidades, utilizar um dispositivo que não venha a entupir no decorrer do experimento, como aconteceu com os chuveiros utilizados nesse trabalho;
5. fazer coletas do material sólido orgânico do interior das unidades durante o processo, analisando a variação na composição desses no decorrer do tempo de experimentação, principalmente as concentrações de metais;
6. fazer as aplicações do agrotóxico desde o início do processo, para verificar sua influência a partir da aclimação da biota do interior das unidades experimentais;
7. utilizar outros agrotóxicos, principalmente aqueles cujas embalagens não tenham ainda reciclagem ou reutilização garantida, seja por inviabilidade técnica ou econômica.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduo sólido: classificação.** NBR – 10.004. Rio de Janeiro: 1987_a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Lixiviação.** NBR – 10.005. Rio de Janeiro: 1987_b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solubilização.** NBR – 10.006. Rio de Janeiro: 1987_c.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Amostragem de resíduos sólidos.** NBR – 10.007. Rio de Janeiro: 1987_d.

AGAR CROSS. **Folha de dados de segurança: Manzate CC.** [on line]. Jul. 2000. Disponível: <http://e-net.agacross.com.ar/msds/manzate.html>. [acessado em 27 mai. 2002]

ANDEF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Campanha da Tríplice Lavagem de Embalagens Vazias de Agrotóxicos e sua Destinação Final: Programa de Defesa Ambiental Rural.** Brasília: 1999.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION);.AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION) & WEF (WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 19^a ed.. Washington, 1995. Editor: Eaton, A. O.; Clesceri, L. S.; Greenberg, A. E.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 65p.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização.** Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001. 240p.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; MORAES, Beatriz Stoll & POVINELLI, Jurandy. Caracterização Físico-Química de Lixiviados de Serragens e Aparas de Couros Dispostas em Células de Aterros Sanitários. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 20^o. 1999, Rio de Janeiro. Anais . ABES,1999_a.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade & POVINELLI, Jurandy. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos.** São Carlos: EESC/USP, 1999_b. 120p.

- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990. Dispõe sobre a Pesquisa, a Experimentação, a Embalagem e Rotulagem, o Transporte, o Armazenamento, a Comercialização, a Propaganda Comercial, a Utilização, a Importação, a Exportação, o Destino Final de resíduos e Embalagens, o Registro, a Classificação, o Controle, a Inspeção e a Fiscalização de Agrotóxicos, seus Componentes e Afins. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de jan. de 1990.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a Pesquisa, a Experimentação, a Embalagem e Rotulagem, o Transporte, o Armazenamento, a Comercialização, a Propaganda Comercial, a Utilização, a Importação, a Exportação, o Destino Final de resíduos e Embalagens, o Registro, a Classificação, o Controle, a Inspeção e a Fiscalização de Agrotóxicos, seus Componentes e Afins, e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 12 de ago. de 1989.
- CALVO, Mariano Seoánez. **Contaminación del Suelo: Estudios, Tratamiento y Gestión**. Espanha: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 352p.
- CANTANHEDE, Alvaro Luiz Gonçalves & FERREIRA, João Alberto. Codisposição de Resíduos Perigosos. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 15º, 1989, Belém/PA. Anais. ABES, 1989_a.
- CANTANHEDE, Alvaro Luiz Gonçalves; FERREIRA, João Alberto & AMARAL, Gisele Carlomagno do. Projeto para Tratamento e Disposição de Resíduos Industriais Perigosos. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 14º, 1989, São Paulo. Anais. ABES, 1989_b.
- CASTILHOS JR., Armando Borges de & OLIVEIRA, Flávio Batista. Diagnóstico do Manejo de Produtos Residuários do Uso de Agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Cubatão do Sul. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 21º, 2001, São Paulo. Anais. ABES, 2001.
- COSSU, R.; BLAKEY, N. & CANNAS, P. Influence of Codisposal of Municipal Solid Waste and Olive Vegetation Water on the Anaerobic Digestion of a Sanitary Landfill. **Water Science Technology**. Grã-Bretanha, 1993. V. 27, nº 2, p. 261-271.

- DE DEUS, Ana Beatriz Souza. **Codisposição de resíduos domésticos e industriais perigosos**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1996. 26p.
- E.U.A. Code of Federal Regulation. **Title 40 – Protection of enviromental**. [on line]. Jul. 2000. Disponível: <http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/180/176/2000>. [acessado em 19 mar. 2001]
- E.U.A. Environmental Protection Agency. **.Pesticides industry sales and usage**. Washington, DC, 1988.
- E.U.A. Environmental Protection Agency **What is a pesticide** [on line]. Jan.2001. Disponível: http://epa.gov/pesticides/biopesticides/what_are_biopesticides.htm [acessado em 14 mar. 2001]
- _____.**Emergency Revision of Land Disposal Restriction (LDR) Treatment Standars for Listed Hazardous Wastes from Carbamate Production** [on line]. Set. 1998. Disponível <http://epa.gov/fedrgstr.1998/09/04>. [acessado em 14 mar. 2001]
- _____.**Ethyl Carbamate** [on line]. 1994. Disponível: <http://epa.gov/pesticides/activeingrediente/ethylcarb.html>. [acessado em 14 mar. 2001]
- _____.**Information Fungicides - Mancozeb** [on line]. 1987. Disponível <http://epa.gov/pesticides/activeingredient/fung-prof-mancozeb>. [acessado em 14 mar. 2001]
- _____.**Pesticides on Food** [on line]. Fev.2001. Disponível <http://epa.gov/pesticides/citizens/protect.htm> [acessado em 14 mar. 2001]
- FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 2^a ed. São Paulo: Saraiva, 2001. 308p.
- FRAZAR, C. **The Bioremediation and Phitoremediation of Pesticide-Contaminated sites**. Washington, DC: National Network of Enviromental Studies (NNEMS), 2000. 50p.
- GOMES, Celso B. **Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia**. São Paulo: Pró-Minério, 1984. 218p.
- GOMES, L. P. **Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. 1989. 160p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo. São Carlos/SP.
- GOMES, Frederico Pimentel. **Iniciação à Estatística**. 6^a ed. Piracicaba: Nobel, 1976. 430p.

- GRINBAUM, Elvira Lúcia Straus; SALVADOR FILHO, Paulo; BERNARDES JUNIOR, Cyro & ROCCA, Alfredo Carlos Cardoso. Sistemática de controle da poluição por resíduos sólidos no Estado de São Paulo. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 14^o , 1987,São Paulo. Anais. ABES, 1987.
- LARINI, Lorival. **Toxicologia**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1993. 281p.
- HALD, A. **Statistical tables and formulas**. Nova Iorque – EUA: John Wiley & Sons, 1970. 97p.
- LaGREGA, Michael D.; BUCHINGHAM, Phillip L. & EVANS, Jeffrey C. **Hazardous waste management**. Nova Iorque/EUA: McGraw-Hill. 1994. 1146p.
- LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Estudo da influência da reciclagem de chorume na aceleração da metanogênese em aterro sanitário**. 1988. 242p. Tese (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo. São Carlos/SP.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 9^a ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda. 2001. 1031p.
- MEURER, Egon José. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 174p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Campanha da tríplex lavagem de embalagens vazias de agrotóxicos e sua destinação final: programa de defesa ambiental rural**. Brasília, DF, 1999. 7f.
- POHLAND,F. G., CROSS, W. H. & KING L. W. Codisposal of disposable diapers with shredded municipal refuse in simulated landfills. **Water Science Technology**. Grã-Bretanha, 1993. v. 27, no 2, p. 209 – 223.
- POHLAND,F. G., DERTEIN, J. T. & GHOSH, S. B. Leachate and gas quality changes during landfill stabilization of municipal refuse. In: **Simpósio Internacional de Digestão Anaeróbia**. 3^o , 1983, Cambridge, MA. Anais, 1983. p.185-201.
- POHLAND,F. G. & GOULD, J. P. **Codisposal of municipal refuse and industrial waste sludge in landfills**. Atlanta, E.U.A., 1986.

- POVINELLI, Jurandyr. A influência da toxidez provocada por metais pesados sobre a DBO. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 11^o, 1981, Fortaleza. Anais. ABES, 1981.
- REIGART, J. R. & ROBERTS, J. R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. [on line]. 1999. Disponível: <http://www.epa.gov/pesticides/safety/healthcare> [acessado em 19 mar. 2001]
- REINHART, D. R. et al. The fate of selected organic pollutants codisposed with municipal refuse. **Research Journal WPCF**. Jul/ago 1991, v. 63, n.5, p.780-788.
- REINHART. D. R. & AL-YOUSFI, A. B. The impact of leachate recirculation on municipal solid waste landfill operating characteristics. **Waste Management & Research**. 1996, v.14, p.337-346.
- RIO GRANDE DO SUL. Decreto Estadual nº 38.356 de 01 de abril de 1998. Aprova o Regulamento da Lei no 9.921 de 27 de julho de 1993 que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 1998.
- RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual De Proteção Ambiental (FEPAM). **Relatório técnico de agrotóxicos e afins não biológicos**. 1999.
- RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 9.921 de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos nos termos do artigo 247, parágrafo 3^o da Constituição do Estado e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 1993.
- RIO GRANDE DO SUL. Portaria no 05 de 1989. Aprova a Norma Técnica da Secretaria de Saúde e Meio Ambiente no 01/08-DMA que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 1989.
- ROUSSEAU, Patrick et al. Estimativa de distribuição e dos teores dos metais pesados nas diversas frações dos resíduos urbanos no Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 15^o, 1989, Belém (PA). Anais. ABES, 1989.
- RÜEGG, Elza Flores; PUGA, Flávio Rodrigues; *et al.* **Impacto dos agrotóxicos sobre o meio ambiente, a saúde e a sociedade**. São Paulo: Ícone, 1986. 94 p.

- SANTOS, Gabriel de Araújo & CAMARGO, Flávio A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999_a. 491p.
- SANTOS, J. E. G. et al. Problemas no descarte de embalagens vazias de agrotóxicos. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. 28^o, 1989, Pelotas. Anais. 1999_b.
- SAWYER, Clair N.; McCARTY, Perry L. & PARKIN, Gene F. **Chemistry for environmental engineering**. 4^a ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1994. 658p.
- SILVA, Adriane Alves & FLECK, Eduardo. Programa de gerenciamento integrado de resíduos sólidos industriais no município de Porto Alegre. In: **Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 27^o, 2000, Porto Alegre. Anais. ABES, 2000.
- SILVA, Ana Paula da. **Simulação da codisposição de lodos de tratamento de água em aterros sanitários**. 1999. 109p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS.
- SOUZA, Helga Bernhard de; GUNTHER, Marco Antonio & GOMES, José Arnaldo. Codisposição de lodo de galvanoplastia e resíduo domiciliar. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 17^o, 1993, Natal. Anais. ABES, 1993.
- SOUZA, Luciane Felipe de. Codisposição de resíduos sólidos de serviços de saúde com resíduos sólidos urbanos. 2002. Tese (doutorado) em andamento. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS.
- TEIXEIRA, E. N. *et al.* Revisão crítica das normas sobre resíduos sólidos: parte 1. **Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, set/out, 1991.

ANEXO A – Tabelas com os resultados

Tabela A.1 – Concentrações de DQO_{Total} no percolado dos reatores (mgO₂/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	10573,91	-	-	-	4173,91	-
09/05/00	17	25398,43	11905,01	9574,67	6585,75	-	-	9827,97	9827,97
16/05/00	24	24894,49	15811,76	13051,97	11590,55	16941,18	5896,06	13404,72	16530,48
01/06/00	40	29085,71	18342,86	11971,43	14714,29	19428,57	11857,14	16428,57	18914,29
09/06/00	48	28845,35	13848,19	12185,20	13969,13	-	-	16146,14	18444,09
16/06/00	55	-	16706,49	7729,87	13153,25	16457,14	10098,70	17080,52	16332,47
23/06/00	62	-	16341,75	6275,73	11743,69	16900,97	-	-	14912,62
30/06/00	69	-	13525,97	6075,22	-	13182,09	-	15990,45	12494,33
07/07/00	76	-	12058,54	6439,02	7609,76	11707,32	6731,71	16507,32	13112,20
14/07/00	83	-	8482,39	6419,10	-	8023,88	-	-	9055,52
21/07/00	90	-	8170,21	6244,38	8637,08	8403,65	6419,45	16573,86	9804,26
28/07/00	97	-	8195,12	6614,63	8370,73	9248,78	8370,73	17560,98	10302,44
04/08/00	104	-	6281,48	6400,00	6637,04	10074,07	-	16355,56	11496,30
11/08/00	111	-	4668,69	5602,43	5135,56	7586,63	-	-	8403,65
18/08/00	118	27806,90	5898,43	5958,62	5115,99	6018,81	6199,37	16130,41	7824,45
25/08/00	125	26242,01	5537,30	5176,18	4514,11	6500,31	4754,86	15769,28	6620,69
01/09/00	132	32285,35	5014,01	5258,60	-	5747,77	4524,84	15775,80	6359,24
08/09/00	139	32482,62	5036,07	4469,51	4091,80	5539,67	4343,61	15989,51	5665,57
15/09/00	146	29942,12	4321,54	3642,44	4074,60	4568,49	3272,03	14940,19	8766,56
25/09/00	156	32107,02	3595,99	2953,85	3467,56	3724,41	-	-	4109,70
29/09/00	160	34421,05	5178,95	3536,84	3536,84	4547,37	4736,84	16294,74	6189,47
06/10/00	167	-	3480,00	3300,00	2460,00	3360,00	3480,00	11520,00	3600,00
13/10/00	174	32833,88	3001,95	2751,79	3689,90	3127,04	3439,74	9381,11	4252,77
20/10/00	181	31475,41	2643,93	2140,33	1888,52	2455,08	2706,89	8057,70	2266,23
27/10/00	188	29245,03	2225,17	2256,95	1303,31	2670,20	2415,89	6993,38	2733,77
01/11/00	193	28164,04	1817,03	1756,47	878,23	1998,74	2907,26	5693,38	2362,15
10/11/00	202	20392,16	1945,10	1850,98	920,26	3388,24	1694,12	4141,18	2258,82
17/11/00	209	18762,21	2095,11	1813,68	1021,50	2282,74	-	4753,09	2314,01
24/11/00	216	11006,37	2537,58	2873,89	998,73	2170,70	1956,69	4280,25	2537,58
01/12/00	223	9941,75	2267,96	2299,03	952,75	1833,01	1957,28	3479,61	2205,83
08/12/00	230	6482,32	2191,64	1697,75	926,05	-	1666,88	2160,77	1821,22
14/12/00	236	6970,30	2091,09	2281,19	1013,86	1584,16	1900,99	3168,32	2217,82
21/12/00	243	3459,46	4958,56	1989,19	1902,70	-	3690,09	4958,56	4612,61
28/12/00	250	3703,26	3703,26	1737,69	1224,93	-	3418,40	4216,02	5469,44
04/01/01	257	2439,88	1829,91	2026,98	943,11	1435,78	2026,98	2280,35	2055,13
11/01/01	264	2352,14	1613,68	1641,03	1011,97	-	1449,57	1969,23	1750,43
18/01/01	271	3020,00	1676,50	1729,00	1242,00	-	1503,00	2756,50	1759,50
25/01/01	278	1984,00	1525,00	1615,00	1109,00	1195,00	1571,00	2057,00	1910,00
01/02/01	285	1919,00	1468,00	1469,00	926,00	-	1426,00	2019,00	1715,00
08/02/01	292	1811,00	1607,00	1503,00	981,00	-	1483,00	2000,00	1686,00
15/02/01	299	1514,00	1374,00	1323,00	780,00	-	1346,00	1886,00	1391,00
22/02/01	306	1963,00	1459,00	1505,00	789,00	-	1346,00	3160,00	1582,00
08/03/01	320	2018,00	1905,00	1955,00	1779,00	-	1937,00	2290,00	1862,00
15/03/01	327	1968,00	1660,00	1404,00	1009,00	-	1550,00	2260,00	1705,00
22/03/01	334	1912,00	2000,00	1309,00	714,00	-	1318,00	1405,00	1209,00
29/03/01	341	2594,00	2303,00	1876,00	963,00	-	1946,00	1603,00	1216,00
05/04/01	348	1412,00	1359,00	1304,00	887,00	-	1194,00	1573,00	1137,00
12/04/01	355	1916,00	2134,00	3262,00	1560,00	-	1327,00	2290,00	1957,00
19/04/01	362	1155,00	1133,00	1095,00	677,00	-	1027,00	1375,00	-
26/04/01	369	927,00	969,00	968,00	586,00	-	863,00	1228,00	-
03/05/01	376	949,00	1702,00	774,00	789,00	1111,00	954,00	1207,00	-
10/05/01	383	1247,00	1288,00	1239,00	1636,00	1210,00	1248,00	1621,00	-
17/05/01	390	962,00	1551,00	1068,00	-	1186,00	955,00	1365,00	467,00
24/05/01	397	973,00	1249,00	1088,00	815,00	1520,00	849,00	1771,00	-
31/05/01	404	1969,00	1800,00	1016,00	685,00	2303,00	692,00	1664,00	-
12/06/01	416	1179,00	1135,00	1108,00	-	-	687,00	1163,00	-
21/06/01	425	739,00	882,00	828,00	-	-	500,00	932,00	-
27/06/01	431	971,00	1039,00	1007,00	749,00	-	617,00	1081,00	-
05/07/01	439	1300,00	1460,00	1399,00	-	-	-	1428,00	-
12/07/01	446	665,00	799,00	841,00	-	-	-	954,00	-
19/07/01	453	1030,00	804,00	831,00	611,00	-	563,00	1110,00	-
26/07/01	460	625,00	715,00	654,00	558,00	-	1020,00	859,00	-

Tabela A.2 – Concentrações de DQO_{Filtrada} no percolado dos reatores (mgO₂/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	10852,17	-	-	-	4730,43	-
09/05/00	17	-	12885,56	11140,11	8316,58	-	-	10626,74	10934,76
16/05/00	24	25897,67	16735,83	12680,21	11396,79	16838,50	5854,26	14322,99	16633,16
01/06/00	40	26867,53	18638,96	10348,05	13457,14	17314,29	12485,71	14714,29	17714,29
09/06/00	48	28139,52	17080,32	8693,76	12656,64	-	-	15851,52	16588,80
16/06/00	55	-	11457,05	4595,41	10575,74	9568,52	6232,13	13912,13	10323,93
23/06/00	62	-	12840,00	6060,00	10500,00	15120,00	-	-	13200,00
30/06/00	69	-	11992,79	5592,79	-	11531,53	-	14068,47	11992,79
07/07/00	76	-	9399,40	5674,03	6705,67	10316,42	13640,60	6877,61	12952,84
14/07/00	83	-	8236,86	6206,65	-	8352,87	-	-	9745,02
21/07/00	90	-	8152,62	6025,85	8448,00	8270,77	5848,62	15950,77	9806,77
28/07/00	97	-	5688,89	6518,52	7170,37	7348,15	7348,15	15288,89	8888,89
04/08/00	104	-	5214,81	5511,11	5748,15	8651,85	-	27022,22	9718,52
11/08/00	111	-	4902,13	4902,13	5193,92	7119,76	-	-	8170,21
18/08/00	118	-	5898,43	5657,68	5296,55	6981,82	6079,00	15167,40	8426,33
25/08/00	125	26642,35	5003,26	5628,66	4377,85	6003,91	4690,55	16010,42	6629,32
01/09/00	132	25436,94	4280,25	5014,01	4157,96	5870,06	4219,11	11960,66	7302,30
08/09/00	139	29044,59	4402,55	4157,96	3913,38	4891,72	4280,25	15042,04	5747,77
15/09/00	146	30977,64	3803,19	3557,83	3435,14	4416,61	3987,22	13617,89	5398,08
25/09/00	156	27933,11	3981,27	2696,99	3082,27	4109,70	-	12971,24	4623,41
29/09/00	160	27157,89	4294,74	3094,74	3536,84	4673,68	4105,26	11621,05	4800,00
06/10/00	167	26153,85	1846,15	1415,38	3261,54	2461,54	2707,69	10461,54	3076,92
13/10/00	174	28327,87	1510,82	1794,10	3084,59	2580,98	2140,33	7805,90	2329,18
20/10/00	181	-	1007,21	1416,39	1353,44	1699,67	1384,92	7931,80	1825,57
27/10/00	188	26952,68	-	1786,75	1059,94	1756,47	1514,20	6056,78	1998,74
01/11/00	193	16996,72	1762,62	1762,62	912,79	2518,03	1384,92	4406,56	2518,03
10/11/00	202	19566,88	1620,38	1712,10	-	2201,27	1406,37	4524,84	1926,11
17/11/00	209	17121,02	1589,81	1589,81	937,58	1864,97	-	4219,11	1956,69
24/11/00	216	9783,44	1559,24	1712,10	794,90	2140,13	1314,65	3240,76	1589,81
01/12/00	223	10121,41	1594,89	1625,56	1001,92	1625,56	1901,60	3496,49	1870,93
08/12/00	230	7009,52	1371,43	1432,38	650,16	-	1340,95	2255,24	1859,05
14/12/00	236	4027,59	1351,72	1489,66	845,98	1406,90	1324,14	2427,59	1241,38
21/12/00	243	6380,66	-	1595,17	889,43	9774,02	1711,18	2204,23	1566,16
28/12/00	250	8023,88	1776,72	1318,21	1008,72	9542,69	1375,52	4069,25	1404,18
04/01/01	257	4598,24	1970,67	1998,83	1083,87	1379,47	1576,54	2167,74	2055,13
11/01/01	264	1859,83	1176,07	1258,12	793,16	-	929,91	1531,62	1340,17
18/01/01	271	1883,50	1115,50	1431,00	13339,00	-	1238,00	1774,50	2105,00
25/01/01	278	2841,00	1222,00	1061,00	733,00	955,00	1442,00	1735,00	1429,00
01/02/01	285	1639,00	1082,00	1201,00	797,00	-	1958,00	1625,00	1466,00
08/02/01	292	1522,00	1043,00	1085,00	656,00	-	1027,00	1357,00	1298,00
15/02/01	299	2150,00	857,00	832,00	461,00	-	964,00	1176,00	959,00
22/02/01	306	1015,00	885,00	844,00	426,00	-	916,00	1322,00	963,00
08/03/01	320	1125,00	1182,00	1157,00	615,00	-	1098,00	1173,00	1169,00
15/03/01	327	1108,00	1012,00	997,00	502,00	-	1096,00	1174,00	1038,00
22/03/01	334	821,00	794,00	778,00	429,00	-	827,00	1694,00	1093,00
29/03/01	341	1703,00	816,00	806,00	647,00	-	874,00	1314,00	756,00
05/04/01	348	1104,00	949,00	1272,00	551,00	-	816,00	879,00	904,00
12/04/01	355	1473,00	1086,00	1572,00	530,00	-	1470,00	1891,00	707,00
19/04/01	362	772,00	678,00	741,00	614,00	-	655,00	1088,00	-
26/04/01	369	812,00	757,00	751,00	561,00	-	674,00	813,00	-
03/05/01	376	918,00	1625,00	801,00	747,00	990,00	594,00	1185,00	-
10/05/01	383	816,00	1023,00	902,00	697,00	974,00	619,00	1036,00	-
17/05/01	390	724,00	739,00	717,00	-	867,00	511,00	739,00	355,00
24/05/01	397	885,00	801,00	826,00	687,00	1034,00	626,00	1108,00	-
31/05/01	404	1249,00	775,00	743,00	500,00	1397,00	544,00	851,00	-
12/06/01	416	630,00	775,00	757,00	-	-	500,00	813,00	-
21/06/01	425	521,00	567,00	502,00	-	-	316,00	593,00	-
27/06/01	431	810,00	801,00	787,00	627,00	-	451,00	761,00	-
05/07/01	439	761,00	1240,00	1226,00	-	-	-	1513,00	-
12/07/01	446	547,00	465,00	422,00	-	-	-	548,00	-
19/07/01	453	673,00	673,00	626,00	540,00	-	423,00	758,00	-
26/07/01	460	617,00	798,00	597,00	445,00	-	555,00	547,00	-

Tabela A.3 – Concentrações de DBO₅ no percolado dos reatores (mgO₂/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
16/05/00	24	-	965	724	724	-	724	905	-
01/06/00	40	905	643	382	503	603	382	563	-
30/06/00	69	-	352	151	-	352	-	453	402
14/07/00	83	-	553	352	-	553	-	-	-
28/07/00	97	-	553	503	905	855	654	1509	956
04/08/00	104	-	654	654	553	1056	-	1811	1308
11/08/00	111	-	604	553	553	805	-	-	956
18/08/00	118	-	553	553	453	654	553	1710	855
25/08/00	125	1610	453	251	453	402	-	855	654
06/10/00	167	-	126	108	180	288	306	855	144
13/10/00	174	315	144	144	288	162	198	810	144
20/10/00	181	765	108	90	126	126	144	720	126
27/10/00	188	-	108	108	90	126	108	495	180
01/11/00	193	-	141	121	100	161	141	553	221
10/11/00	202	-	151	201	151	201	201	603	251
17/11/00	209	308	50	100	100	100	100	502	151
24/11/00	216	904	80	81	60	81	81	303	151
01/12/00	223	603	60	40	40	60	40	201	50
08/12/00	230	402	60	342	100	-	60	80	342
14/12/00	236	503	101	201	302	-	121	362	402
21/12/00	243	201	50	50	101	-	101	101	302
28/12/00	250	52	121	302	101	-	151	201	302
04/01/01	257	301	151	301	100	60	553	301	301
11/01/01	264	301	151	201	251	-	201	201	301
18/01/01	271	804	201	301	201	-	301	402	301
25/01/01	278	402	301	402	301	-	301	402	301
01/02/01	285	100	100	100	100	-	100	100	100
08/02/01	292	201	201	151	201	-	50	50	50
15/02/01	299	-	100,6	100,6	100,6	-	151	151	151
22/02/01	306	101	101	101	101	-	101	101	101
08/03/01	320	220	-	-	-	-	402	301	201
15/03/01	327	96	502	502	402	-	904	703	603
22/03/01	334	-	201	101	-	-	50	502	161
29/03/01	341	40	140	55	141	-	34	280	-
05/04/01	348	-	150	82	125	-	29	270	280
12/04/01	355	170	180	160	135	-	32	250	155
19/04/01	362	110	-	85	75	-	21	150	-
26/04/01	369	-	190	140	110	-	43	260	-
03/05/01	376	-	155	145	105	130	64	190	-
10/05/01	383	-	195	160	150	220	64	280	-
17/05/01	390	170	175	155	-	140	70	260	-
24/05/01	397	190	155	120	-	200	70	230	-
31/05/01	404	170	160	135	90	250	74	200	-
12/06/01	416	200	140	110	-	-	64	220	-
21/06/01	425	90	135	145	-	-	60	190	-
27/06/01	431	175	165	110	-	-	135	210	-
05/07/01	439	250	175	130	-	-	-	240	-
12/07/01	446	310	165	95	-	-	-	220	-
19/07/01	453	420	210	145	105	-	160	260	-
26/07/01	460	340	180	145	-	-	155	250	-

Tabela A.4 – Concentrações de alcalinidade total no percolado dos reatores (mgCaCO₃/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	1823,04	-
09/05/00	17	-	-	-	-	-	-	-	-
16/05/00	24	4666,48	3315,89	3230,64	2512,72	3701,78	2032,61	3046,67	3719,72
01/06/00	40	4315,20	3549,60	3016,00	3016,00	3967,20	2992,80	3271,20	4199,20
09/06/00	48	3735,20	3062,40	3781,60	2668,00	-	-	2760,80	3781,60
16/06/00	55	-	-	-	-	-	-	-	-
23/06/00	62	-	3897,60	4384,80	3503,20	4686,40	-	-	4895,20
30/06/00	69	-	3990,40	4384,80	-	5312,80	-	3178,40	5034,40
07/07/00	76	-	4363,65	4480,32	3943,62	5437,06	3896,95	3290,24	5133,70
14/07/00	83	-	4200,30	4176,97	-	5787,08	-	-	5553,73
21/07/00	90	-	4153,63	4036,96	3500,25	5507,06	4013,62	3476,92	5367,05
28/07/00	97	-	4176,97	4106,96	3733,60	5693,74	3943,62	3500,25	5553,73
04/08/00	104	-	3640,26	3756,94	3406,91	4923,69	-	3313,57	4877,02
11/08/00	111	-	4293,64	4363,65	3850,28	5553,73	-	-	5647,07
18/08/00	118	5206,05	4535,96	4639,05	4381,33	6211,17	5128,73	3994,74	6288,49
25/08/00	125	3762,79	4175,15	4355,55	4046,28	5773,04	4896,78	3247,34	6108,08
01/09/00	132	5025,64	4484,42	4355,55	4149,37	5927,68	4845,23	3917,42	6211,17
08/09/00	139	5438,00	7138,98	4613,28	3917,42	6108,08	4767,91	4278,24	6185,40
15/09/00	146	3530,83	4819,46	4819,46	3865,88	6340,04	5077,18	3891,65	6236,95
25/09/00	156	6318,00	5812,56	5475,60	4492,80	7356,96	-	5026,32	7300,80
06/10/00	167	7288,16	6383,09	6168,73	4882,59	7955,05	5859,11	5001,68	6454,54
13/10/00	174	6810,04	4847,00	4338,07	2932,44	7197,80	4459,24	5234,76	5792,17
20/10/00	181	4214,00	4141,76	3997,28	2576,56	5779,20	4214,00	4478,88	5851,44
27/10/00	188	6117,58	3850,06	4936,58	3070,60	6613,60	5125,54	4204,36	5361,74
01/11/00	193	5466,16	4527,04	4021,36	2600,64	6622,00	4262,16	4406,64	4623,36
10/11/00	202	5811,47	4263,33	4048,98	2691,38	5382,76	4906,41	5930,56	6002,01
17/11/00	209	5220,02	3850,06	4039,02	2267,52	4865,72	4204,36	4416,94	5031,06
24/11/00	216	6010,28	4168,42	3732,19	2253,86	4435,01	4435,01	4604,65	5016,65
01/12/00	223	6454,54	3953,71	4120,43	1905,40	4001,34	4191,88	4501,51	4620,60
08/12/00	230	6492,61	4131,66	3695,40	2155,65	-	3721,06	4542,26	4721,90
14/12/00	236	5825,39	4285,64	4003,35	2053,00	-	3618,41	4593,59	4516,60
21/12/00	243	5416,46	4117,62	4007,08	2459,52	-	3924,17	4725,59	4891,40
28/12/00	250	6190,24	3896,54	3841,27	2321,34	-	4145,25	3620,19	4421,60
04/01/01	257	6936,39	3675,46	4145,25	4615,05	3205,66	4255,79	4200,52	4587,41
11/01/01	264	5637,54	4338,70	4007,08	2404,25	-	4145,25	4089,98	4974,30
18/01/01	271	5250,65	3647,82	3924,17	2348,98	-	4615,05	4725,59	4587,41
25/01/01	278	4753,22	3537,28	3703,09	2100,26	-	4089,98	4421,60	4062,35
01/02/01	285	4863,76	3786,00	3482,01	2017,36	-	3868,90	4283,43	4283,43
08/02/01	292	4587,41	3537,28	3537,28	2127,90	-	3896,54	4145,25	4642,68
15/02/01	299	4133,50	3448,52	2905,26	1865,98	-	2976,12	3472,14	3850,06
22/02/01	306	4396,98	3133,48	3360,91	1844,71	-	3214,34	3641,41	3537,80
08/03/01	320	4396,98	3133,48	3613,61	1743,63	-	2830,24	3891,58	3916,85
05/04/01	348	3722,04	3114,36	3291,60	1531,86	-	2481,36	3089,04	3899,28
12/04/01	355	3468,84	3063,72	3342,24	1481,22	-	2468,70	3190,32	3544,80
19/04/01	362	3443,52	2962,44	3190,32	1392,60	-	2304,12	2987,76	-
26/04/01	369	3405,54	2886,48	3228,30	1392,60	-	2190,18	2975,10	-
08/05/01	381	3367,56	2949,78	3215,64	1329,30	3165,00	2126,88	2975,10	-
10/05/01	383	3291,60	2861,16	3190,32	1240,68	2924,46	2000,28	2886,48	-
17/05/01	390	3210,90	2748,90	3003,00	-	2587,20	1871,10	2795,10	207,90
24/05/01	397	3285,10	2918,69	3133,48	-	2425,92	1869,98	2931,32	-
31/05/01	404	3080,00	2750,00	2959,00	-	1839,20	1639,00	2596,00	-
12/06/01	416	5328,00	4773,00	5150,40	-	-	2486,40	4573,20	-
21/06/01	425	4684,20	4706,40	4972,80	-	-	4417,80	2442,00	-
27/06/01	431	5217,00	4750,80	4906,20	-	-	2486,40	4573,20	-
05/07/01	439	4817,40	4462,20	4795,20	-	-	-	4440,00	-
12/07/01	446	4852,45	4489,65	4535,00	-	-	-	4444,30	-
19/07/01	453	4875,13	4444,30	4557,68	1677,95	-	2154,13	3945,45	-
26/07/01	617	4625,70	4353,60	4512,33	-	-	2108,78	4081,50	-

Tabela A.5 – Valores de pH no percolado dos reatores

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
16/05/00	24	5,90	5,98	6,46	6,01	6,22	6,79	6,17	6,22
01/06/00	40	5,71	6,09	6,10	6,11	6,22	6,33	6,04	6,43
09/06/00	48	5,65	6,17	7,17	6,27	-	-	6,10	6,75
16/06/00	55	-	6,49	7,33	6,80	6,97	6,95	6,01	7,13
23/06/00	62	-	7,14	7,33	6,91	7,04	-	-	6,07
30/06/00	69	-	6,93	7,32	-	7,45	-	6,11	7,20
07/07/00	76	-	7,10	7,34	7,22	7,35	7,23	6,12	7,27
14/07/00	83	-	7,15	7,28	-	7,43	-	-	7,42
21/07/00	90	-	6,94	6,91	6,95	7,30	7,08	6,12	7,23
28/07/00	97	-	7,05	6,92	7,00	7,40	7,01	6,25	7,25
04/08/00	104	-	7,08	7,10	6,93	7,45	-	6,19	7,09
11/08/00	111	-	7,16	7,04	7,08	7,41	-	-	7,36
18/08/00	118	5,64	7,07	7,07	7,12	7,32	7,08	6,16	7,34
25/08/00	125	5,54	7,34	7,23	7,29	7,50	7,47	6,19	7,43
01/09/00	132	5,58	7,28	7,09	7,17	7,27	7,74	6,27	7,24
08/09/00	139	5,60	7,37	7,16	7,11	7,32	7,21	6,48	7,32
15/09/00	146	5,32	7,25	7,28	7,18	7,35	7,37	6,57	7,55
25/09/00	156	5,65	7,41	7,42	7,23	7,47	-	6,65	7,42
29/09/00	160	5,49	7,28	7,33	7,21	7,42	7,31	6,80	7,50
06/10/00	167	5,64	7,37	7,42	7,29	7,50	7,26	6,88	7,41
13/10/00	174	5,46	7,44	7,57	7,38	7,66	7,58	7,21	7,47
20/10/00	181	5,67	7,41	7,43	7,39	7,52	7,44	7,17	7,48
27/10/00	188	5,90	7,31	7,28	7,10	7,40	7,44	7,22	7,39
01/11/00	193	6,14	7,35	7,44	7,31	7,51	7,47	7,36	7,54
10/11/00	202	7,21	7,47	7,54	7,38	7,46	7,52	7,43	7,54
17/11/00	209	7,30	7,28	7,46	7,15	7,44	7,35	7,33	7,60
24/11/00	216	7,40	7,28	7,32	7,12	7,26	7,38	7,33	7,36
01/12/00	223	7,52	7,30	7,33	7,25	7,29	7,44	7,43	7,46
08/12/00	230	7,33	7,11	7,19	7,07	-	7,22	7,37	7,40
14/12/00	236	7,30	7,23	7,12	7,08	-	7,26	7,44	7,36
21/12/00	243	7,47	7,08	7,15	6,96	-	7,19	7,23	7,25
28/12/00	250	7,52	7,23	7,22	7,04	-	7,29	7,27	7,35
04/01/01	257	7,42	7,09	7,15	6,97	7,03	7,13	7,18	7,21
11/01/01	264	7,56	7,25	7,33	7,15	-	7,30	7,28	7,35
18/01/01	271	7,72	7,45	7,57	7,30	-	7,46	7,48	7,58
25/01/01	278	7,49	7,38	7,52	7,10	-	7,30	7,35	7,48
01/02/01	285	7,23	7,12	7,18	6,88	-	7,11	7,12	7,24
08/02/01	292	7,66	7,48	7,60	7,33	-	7,53	7,62	7,65
15/02/01	299	7,36	7,40	7,42	7,16	-	7,34	7,37	7,41
22/02/01	306	7,05	6,92	7,02	6,79	-	6,98	6,98	7,06
08/03/01	320	7,03	7,00	7,06	6,76	-	6,91	6,99	7,06
15/03/01	327	7,07	6,98	7,08	6,78	-	6,93	7,00	7,10
22/03/01	334	7,03	6,99	7,07	6,82	-	6,94	7,01	7,20
29/03/01	341	7,04	6,96	7,10	6,78	-	6,95	7,10	7,15
05/04/01	348	7,03	6,98	7,03	6,70	-	6,86	6,90	7,02
12/04/01	355	7,14	6,99	7,21	6,90	-	7,03	7,01	7,08
19/04/01	362	7,25	6,98	7,31	6,60	-	7,47	6,74	-
26/04/01	369	7,14	7,04	7,15	6,92	-	6,94	7,02	-
03/05/01	376	7,02	6,86	6,98	6,75	7,26	6,76	6,87	-
10/05/01	383	6,97	6,87	6,99	6,89	7,05	6,79	6,87	-
17/05/01	390	7,29	7,23	7,3	-	7,67	7,13	7,22	6,08
24/05/01	397	7,04	6,92	7,04	7,17	7,06	6,79	6,94	-
31/05/01	404	6,86	6,81	6,92	6,82	7,02	6,75	6,9	-
12/06/01	416	7,16	7,12	7,19	-	-	6,79	6,93	-
21/06/01	425	6,91	6,88	6,97	-	-	6,72	6,85	-
27/06/01	431	6,91	6,85	6,99	7,52	-	6,68	6,85	-
05/07/01	439	6,91	6,85	6,95	-	-	-	6,85	-
12/07/01	446	6,84	6,84	6,95	-	-	-	6,78	-
19/07/01	453	6,97	6,89	7,03	6,7	-	6,46	6,79	-
26/07/01	460	7,03	6,92	7,06	-	-	6,66	6,94	-

Tabela A.6 – Valores de condutividade no percolado dos reatores (S/m)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	0,31	-
09/05/00	17	1,10	0,90	0,90	0,60	-	-	0,80	0,90
16/05/00	24	1,55	1,10	1,10	0,90	1,20	0,65	1,05	1,20
01/06/00	40	1,30	1,10	1,00	0,90	1,10	0,90	1,00	1,30
09/06/00	48	1,20	1,00	0,90	0,85	-	-	0,95	1,10
16/06/00	55	1,30	1,25	1,20	0,70	0,80	0,65	0,70	1,50
23/06/00	62	-	0,90	0,85	0,75	1,00	-	-	1,05
30/06/00	69	-	1,00	0,98	-	1,10	-	0,95	0,70
07/07/00	76	-	0,95	1,05	0,90	1,20	0,70	1,00	1,25
14/07/00	83	-	0,60	0,60	-	0,70	-	-	0,80
21/07/00	90	-	0,90	0,80	0,70	1,00	0,80	0,90	1,20
28/07/00	97	-	0,60	0,90	0,55	1,10	0,50	0,80	1,15
04/08/00	104	-	0,75	0,80	0,68	0,90	-	0,85	1,00
11/08/00	111	-	0,70	0,71	0,60	0,85	-	-	1,00
18/08/00	118	1,30	0,80	0,90	0,70	1,10	0,90	1,00	1,20
25/08/00	125	1,20	0,90	0,90	0,70	1,00	0,80	1,00	1,20
01/09/00	132	1,20	0,80	0,80	0,70	1,00	0,80	0,95	1,00
08/09/00	139	1,20	0,80	0,80	0,65	1,00	0,80	0,90	1,10
15/09/00	146	1,25	0,80	0,80	0,70	1,00	0,75	0,90	1,00
25/09/00	156	-	0,60	0,60	0,50	0,75	-	0,70	0,75
29/09/00	160	1,10	0,80	0,75	0,60	0,90	0,70	0,80	0,95
06/10/00	167	1,19	0,78	0,60	0,59	0,91	0,70	0,69	0,92
13/10/00	174	1,25	0,82	0,81	0,55	1,00	0,79	0,80	0,98
20/10/00	181	1,20	0,65	0,38	0,50	1,03	0,80	0,88	0,77
27/10/00	188	1,20	0,80	0,80	0,50	1,05	0,80	0,80	1,00
01/11/00	193	1,30	0,90	0,90	0,55	1,15	0,85	1,00	1,10
10/11/00	202	1,10	0,73	0,65	0,48	0,95	0,71	0,85	0,91
17/11/00	209	1,10	0,72	0,69	0,42	0,80	0,70	0,80	0,80
24/11/00	216	1,20	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,89	0,92
01/12/00	223	1,03	0,70	0,65	0,40	0,68	0,65	0,79	0,82
08/12/00	230	1,10	0,78	0,65	0,45	-	0,70	0,86	0,55
14/12/00	236	0,90	0,79	0,70	0,49	-	0,65	0,70	0,85
21/12/00	243	0,29	0,70	0,35	0,34	-	0,70	0,40	0,80
28/12/00	250	0,85	0,60	0,70	0,40	-	0,40	0,70	0,60
04/01/01	257	1,00	0,70	0,80	0,50	0,60	0,70	0,80	0,85
11/01/01	264	0,90	0,70	0,70	0,40	-	0,60	0,70	0,70
18/01/01	271	0,80	0,70	0,70	0,45	-	0,60	0,70	0,70
25/01/01	278	0,90	0,80	0,80	0,60	-	0,60	0,70	0,80
01/02/01	285	0,60	0,60	0,50	0,40	-	0,50	0,60	0,60
08/02/01	292	0,30	0,60	0,35	0,25	-	0,55	0,60	0,70
15/02/01	299	0,70	0,55	0,60	0,27	-	0,50	0,25	0,30
22/02/01	306	0,70	0,60	0,65	0,50	-	0,50	0,65	0,70
08/03/01	320	0,65	0,60	0,68	0,40	-	0,50	0,60	0,60
15/03/01	327	0,50	0,50	0,60	0,40	-	0,50	0,70	0,75
22/03/01	334	0,60	0,30	0,70	0,30	-	0,40	0,60	0,50
29/03/01	341	0,60	0,56	0,60	0,30	-	0,40	0,50	0,45
05/04/01	348	0,60	0,60	0,65	0,30	-	0,40	0,58	0,67
12/04/01	355	0,79	0,72	0,77	0,36	-	0,52	0,70	0,79
19/04/01	362	0,78	0,71	0,75	0,35	-	0,49	0,69	-
26/04/01	369	0,76	0,69	0,72	0,35	-	0,47	0,68	-
03/05/01	376	0,25	0,40	0,40	0,20	0,30	0,25	0,30	-
10/05/01	383	0,40	0,40	0,25	0,20	0,30	0,28	0,40	-
31/05/01	404	0,48	0,50	0,50	0,21	0,40	0,21	0,40	-
12/06/01	416	0,30	0,50	0,30	-	-	0,25	0,50	-
21/06/01	425	0,40	0,40	0,39	-	-	0,20	0,39	-
27/06/01	431	0,40	0,40	0,48	0,12	-	0,25	0,39	-
05/07/01	439	0,40	0,45	0,48	-	-	-	0,40	-
12/07/01	446	0,41	0,40	0,40	-	-	-	0,38	-
19/07/01	453	0,40	0,40	0,41	0,19	-	0,18	0,32	-
26/07/01	460	0,39	0,40	0,41	-	-	0,20	0,40	-

Tabela A.7 – Valores de potencial redox no percolado dos reatores (mV)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	-109	-96	-132	-113	-	-	-111	-99
16/05/00	24	-102	-110	-160	-125	-125	-104	-124	-127
01/06/00	40	-28	-76	-143	-98	-127	-157	-101	-135
09/06/00	48	-126	-159	-197	-151	-	-	-135	-169
16/06/00	55	-84	-167	-194	-164	-163	-154	-120	-181
23/06/00	62	-	-159	-170	-153	-183	-	-	-171
30/06/00	69	-	22	8	-	-31	-	29	-121
07/07/00	76	-	-197	-142	-130	-183	-131	-144	-190
14/07/00	83	-	-161	-100	-	-178	-	-	-72
21/07/00	90	-	-174	-164	-209	-209	-165	-140	-203
28/07/00	97	-	-166	-125	-168	-200	-159	-134	-199
04/08/00	104	-	-141	-126	-150	-195	-	-125	-193
11/08/00	111	-	-200	-179	-183	-204	-	-	-194
18/08/00	118	-108	-155	-170	-138	-85	-170	-138	-164
25/08/00	125	-118	-151	-165	-146	-166	-78	-149	-197
01/09/00	132	-115	-125	-74	-44	-99	10	-143	-109
08/09/00	139	272	192	182	192	166	164	191	130
15/09/00	146	-71	-190	-173	-63	-178	-121	-124	-167
25/09/00	156	-50	-50	10	46	31	-	-123	-79
29/09/00	160	-101	-176	-133	-62	-34	-5	-119	-161
06/10/00	167	-119	-72	-14	57	39	30	20	50
13/10/00	174	203	160	153	158	153	159	165	160
20/10/00	181	210	156	162	173	169	173	186	172
27/10/00	188	-141	-76	25	32	17	88	-106	-27
01/11/00	193	161	195	178	124	138	192	185	215
10/11/00	202	-166	73	82	106	59	71	97	114
17/11/00	209	-23	100	97	123	90	97	103	113
24/11/00	216	106	114	116	120	99	95	98	108
01/12/00	223	59	105	112	96	82	109	118	122
08/12/00	230	-182	-68	6	115	-	66	64	56
14/12/00	236	-19	53	68	94	-	101	41	77
21/12/00	243	56	67	72	45	-	59	66	68
28/12/00	250	-54	9	-40	-54	-	-26	-37	-9
04/01/01	257	-103	-1	-17	-52	-25	-1	16	25
11/01/01	264	102	95	64	58	-	73	76	87
01/02/01	285	-103	-10	-28	-104	-	-50	-55	-28
08/02/01	292	-93	-29	-26	-99	-	-108	-83	27
15/02/01	299	-55	35	11	-44	-	-3	30	45
22/02/01	306	-94	13	-15	-63	-	-113	25	-8
08/03/01	320	-134	-118	-84	-83	-	-65	-21	10
15/03/01	327	-130	-87	-153	-12	-	-145	-76	-25
22/03/01	334	-126	-122	-125	-131	-	-129	-93	-48
10/05/01	383	-147	-111	-128	-67	-94	-127	-127	-
17/05/01	390	-120	-177	-175	-	-132	-164	-122	-48
24/05/01	397	-112	-173	-223	-183	-182	-178	-201	-
31/05/01	404	-73	-139	-197	-181	-197	-191	-164	-
12/06/01	416	-87	-126	-125	-	-	-131	-130	-
21/06/01	425	-78	-153	-159	-	-	-148	-130	-
12/07/01	446	-33	-134	-106	-	-	-	-144	-
19/07/01	453	-73	-159	-176	-155	-	-161	-140	-
26/07/01	460	-62	-184	-182	-	-	-169	-112	-

Tabela A.8 – Valores de turbidez no percolado dos reatores (UNT)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
06/10/00	167	68	20	26	35	35	60	52	45
13/10/00	174	75	30	47	97	55	85	65	75
20/10/00	181	70	45	50	90	60	100	80	80
27/10/00	188	70	45	50	70	55	80	60	60
01/11/00	193	75	40	43	65	61	93	68	55
10/11/00	202	40	35	43	45	58	82	58	54
17/11/00	209	50	39	44	49	57	85	50	58
24/11/00	216	60	45	50	50	60	90	60	70
01/12/00	223	55	45	50	55	50	90	50	60
08/12/00	230	60	48	60	55	-	80	50	65
14/12/00	236	66	46	57	55	-	90	60	75
21/12/00	243	60	45	58	61	-	100	55	85
28/12/00	250	70	45	55	65	-	95	55	85
04/01/01	257	60	45	50	60	55	80	50	80
11/01/01	264	85	35	50	65	-	90	60	90
18/01/01	271	90	40	60	70	-	90	70	90
25/01/01	278	100	50	60	80	-	90	80	90
01/02/01	285	120	50	60	80	-	-	90	100
08/02/01	292	110	50	60	70	-	100	90	100
15/02/01	299	110	60	70	80	-	110	100	110
22/02/01	306	110	60	60	70	-	100	100	100
08/03/01	320	110	50	50	60	-	100	90	100
15/03/01	327	130	80	70	90	-	110	110	110
22/03/01	334	110	60	60	70	-	110	100	100
03/05/01	376	80	30	20	25	40	60	70	-
24/05/01	397	70	32	28	-	63	54	86	-
31/05/01	404	80	-	30	30	40	45	70	-
12/06/01	416	70	40	30	-	-	50	70	-
21/06/01	425	60	30	20	-	-	40	60	-
27/06/01	431	70	30	20	-	-	30	60	-
05/07/01	439	60	30	20	-	-	-	60	-
12/07/01	446	60	20	20	-	-	-	50	-
19/07/01	453	60	30	30	20	-	40	70	-
26/07/01	460	-	30	20	-	-	40	70	-

Tabela A.9 – Valores de cor aparente no percolado dos reatores (mgPt/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
06/10/00	167	1000	1500	2000	1000	1000	1000	1000	1000
13/10/00	174	1500	1500	1500	1000	1000	750	1500	1000
20/10/00	181	1000	1000	1500	1000	1500	1500	1000	750
27/10/00	188	1000	1000	1500	1000	1500	1000	1000	1000
01/11/00	193	2500	2500	2500	1000	1500	2000	2500	2500
10/11/00	202	2500	2000	1500	750	1500	1000	1500	1000
17/11/00	209	2500	2500	2000	1000	2500	2000	2500	2000
24/11/00	216	1000	1000	1500	500	1000	750	1000	750
01/12/00	223	2000	2500	2500	1000	2000	2000	2500	2000
08/12/00	230	1500	1500	1500	1000	-	1500	1500	2000
14/12/00	236	2500	2500	2500	1000	-	1500	1500	2000
21/12/00	243	1500	2000	1500	1500	-	2000	2500	2500
28/12/00	250	2500	2500	2000	1500	-	1000	2000	1500
04/01/01	257	1000	1500	1500	750	1000	1000	1000	2000
11/01/01	264	2500	2500	2000	1500	-	1500	2500	2000
18/01/01	271	2500	1500	1500	1500	-	1500	2000	1500
25/01/01	278	3500	2500	1500	1500	-	1500	2000	2000
01/02/01	285	3000	1500	2500	1000	-	1000	2500	2000
08/02/01	292	2500	2500	2000	1500	-	1500	2000	2500
15/02/01	299	1500	1500	1000	750	-	1000	2500	1000
22/02/01	306	1500	1000	1000	1000	-	1000	1500	1500
08/03/01	320	2500	2500	1500	1000	-	2500	2500	1500
15/03/01	327	3000	1500	1000	1000	-	2000	1500	1500
22/03/01	334	2000	2500	1500	1000	-	1500	1500	2000
29/03/01	341	1500	1000	1000	750	-	750	750	750
05/04/01	348	1500	1000	750	750	-	750	1000	1000
12/04/01	355	1500	1500	750	750	-	-	-	-
24/05/01	397	500	500	750	-	250	500	500	-
31/05/01	404	750	500	500	250	250	250	750	-
12/06/01	416	1000	1000	1000	-	-	750	750	-
21/06/01	425	1500	1500	1000	-	-	750	1000	-
27/06/01	431	1000	750	1000	-	-	1000	750	-
05/07/01	439	1000	1000	1000	-	-	1000		-
12/07/01	446	750	750	750	-	-	1000		-
19/07/01	453	1000	750	500	500	-	1000	1000	-
26/07/01	460	1500	500	500	-	-	500	1000	-

Tabela A.10 – Concentrações de NTK no percolado dos reatores (mgNTK-N/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	231,27	-	-	-	99,12	-
09/05/00	17	1076,28	723,12	639,04	336,34	-	-	512,91	580,18
16/05/00	24	1101,50	908,11	630,63	512,91	899,70	-	479,28	773,57
01/06/00	40	1117,26	906,12	580,62	598,22	826,95	563,03	738,97	870,93
09/06/00	48	1266,81	237,53	615,81	686,19	-	-	835,75	914,92
16/06/00	55	-	996,38	581,95	555,50	934,65	520,23	828,84	1031,65
23/06/00	62	-	-	-	696,58	943,47	-	-	987,56
30/06/00	69	-	229,25	-	-	828,84	-	-	1005,19
07/07/00	76	-	-	855,30	-	934,65	546,68	811,21	987,56
14/07/00	83	-	800,83	773,83	-	962,79	-	-	-
21/07/00	90	-	782,83	-	611,87	917,80	647,86	773,83	1088,77
28/07/00	97	-	132,92	769,06	655,12	958,95	579,17	-	1034,90
04/08/00	104	-	693,10	731,08	522,20	911,47	-	1860,93	968,44
11/08/00	111	-	674,11	854,51	626,64	873,50	-	-	939,96
18/08/00	118	1102,90	688,13	801,25	556,16	867,24	593,87	829,53	961,50
25/08/00	125	1093,47	697,56	688,13	546,74	857,81	509,03	744,69	904,94
01/09/00	132	1077,88	671,47	680,30	512,44	830,50	468,26	742,15	697,97
08/09/00	139	1069,05	671,47	636,13	424,09	830,50	450,59	715,64	821,67
15/09/00	146	1042,54	653,80	609,62	424,09	804,00	344,57	689,14	812,83
25/09/00	156	998,17	737,78	642,30	460,03	815,89	-	659,66	789,85
29/09/00	160	1067,61	685,70	650,98	381,91	711,74	416,63	616,26	746,46
06/10/00	167	1649,34	1005,48	987,84	590,94	1270,08	679,14	934,92	1155,42
13/10/00	174	987,36	679,98	624,09	307,39	847,64	493,68	605,46	754,50
20/10/00	181	1005,99	689,29	400,53	307,39	838,33	493,68	1499,68	754,50
27/10/00	188	948,29	672,09	653,68	294,62	819,40	451,13	570,82	736,54
01/11/00	193	920,67	635,26	598,44	267,00	856,23	460,34	598,44	672,09
10/11/00	202	905,20	676,61	630,89	237,73	813,76	420,60	630,89	694,90
17/11/00	209	886,91	603,46	576,03	228,59	777,19	438,88	585,18	676,61
24/11/00	216	839,66	714,96	573,63	257,72	706,65	432,30	640,14	640,14
01/12/00	223	773,15	615,20	532,06	299,29	615,20	415,67	606,88	606,88
08/12/00	230	794,57	532,53	498,72	228,23	-	371,93	532,53	591,70
14/12/00	236	773,15	615,20	540,38	207,84	-	332,54	515,44	606,88
21/12/00	243	1910,96	1347,61	1303,43	530,21	-	806,36	1226,11	1325,52
28/12/00	250	894,73	662,76	684,85	254,06	-	441,84	607,53	673,81
04/01/01	257	707,97	514,89	514,89	225,26	493,43	332,53	450,53	536,34
11/01/01	264	675,79	311,08	547,07	246,72	-	332,53	450,53	525,61
18/01/01	271	627,23	495,18	572,21	209,08	-	330,12	473,17	495,18
25/01/01	278	561,20	550,20	528,19	209,08	484,18	319,12	451,16	484,18
01/02/01	285	539,20	495,18	528,19	253,09	-	209,08	429,16	616,22
08/02/01	292	501,01	476,77	509,09	210,10	-	290,91	420,20	484,85
15/02/01	299	501,01	468,69	517,17	226,26	-	266,67	412,12	501,01
22/02/01	306	468,69	476,77	501,01	202,02	-	331,31	428,28	476,77
08/03/01	320	435,21	462,41	507,75	199,47	-	190,41	362,68	462,41
15/03/01	327	426,15	453,35	534,95	199,47	-	217,61	389,88	462,41
22/03/01	334	516,65	617,95	607,82	212,74	-	233,00	384,96	536,91
29/03/01	341	496,39	516,65	547,04	243,13	-	253,26	405,22	536,91
05/04/01	348	409,36	417,09	463,43	177,65	-	193,10	301,23	401,64
12/04/01	355	386,19	378,47	455,70	162,20	-	185,37	301,23	409,36
19/04/01	362	417,09	393,91	455,70	162,20	-	185,37	293,50	-
26/04/01	369	370,74	432,53	386,19	162,20	-	162,20	285,78	-
03/05/01	376	379,01	403,20	467,71	266,11	588,67	193,54	306,43	-
10/05/01	383	387,07	387,07	459,65	177,41	564,48	177,41	298,37	-
17/05/01	390	427,39	499,97	483,84	-	483,84	169,34	298,37	249,98
24/05/01	397	269,89	424,12	470,38	177,36	485,81	169,65	254,47	-
31/05/01	404	377,85	416,40	470,38	185,07	478,09	169,65	254,47	-
12/06/01	416	370,14	400,98	462,67	0,00	-	223,62	285,31	-
21/06/01	425	327,60	361,20	428,40	0,00	-	134,40	243,60	-
27/06/01	431	352,08	379,87	453,99	176,04	-	138,98	259,43	-
05/07/01	439	361,34	398,40	426,20	-	-	-	268,69	-
12/07/01	446	293,50	339,85	370,74	-	-	-	208,54	-
19/07/01	453	285,78	339,85	399,54	136,21	-	127,13	227,01	-
26/07/01	460	303,31	320,16	362,28	58,98	-	210,63	219,06	-

Tabela A.11 – Concentrações de amônia no percolado dos reatores (mgNH₃-N/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	165,19	-	-	-	53,69	-
09/05/00	17	723,12	525,53	462,46	227,03	-	-	348,95	491,89
16/05/00	24	130,33	689,49	433,03	344,74	601,20	-	327,93	647,45
01/06/00	40	844,54	699,39	585,02	439,87	708,18	378,28	541,04	677,39
09/06/00	48	884,13	725,78	576,22	483,85	-	-	532,24	782,96
16/06/00	55	-	745,08	586,36	511,41	718,62	449,69	621,63	824,43
23/06/00	62	-	740,67	608,41	476,14	824,43	-	-	820,03
30/06/00	69	-	758,30	621,63	-	837,66	-	595,18	833,25
07/07/00	76	-	551,09	634,86	-	590,77	714,22	780,35	890,57
14/07/00	83	-	629,87	607,37	-	814,33	-	-	859,32
21/07/00	90	-	643,36	602,87	494,89	787,33	431,91	589,37	917,80
28/07/00	97	-	621,89	607,65	450,99	835,52	436,75	612,40	882,99
04/08/00	104	-	702,59	598,15	417,76	754,81	-	579,17	807,03
11/08/00	111	-	550,68	602,90	408,26	745,32	-	-	773,80
18/08/00	118	862,52	570,30	593,87	447,76	815,39	433,62	589,16	787,11
25/08/00	125	834,24	527,88	565,59	367,63	697,56	334,64	560,88	688,13
01/09/00	132	786,33	547,78	538,94	393,16	728,90	415,25	565,45	689,14
08/09/00	139	786,33	543,36	521,27	348,99	702,39	344,57	538,94	671,47
15/09/00	146	799,58	499,18	419,67	344,57	711,23	362,24	512,10	658,22
25/09/00	156	776,83	607,58	512,10	368,89	664,00	-	512,10	681,36
29/09/00	160	768,16	559,84	546,82	303,79	616,26	360,21	481,72	603,24
06/10/00	167	776,83	542,48	494,74	299,45	664,00	351,53	473,04	598,90
13/10/00	174	855,54	605,46	600,80	270,13	749,84	414,51	526,28	633,40
20/10/00	181	842,99	577,52	507,65	237,53	693,95	358,62	475,05	610,12
27/10/00	188	741,14	547,80	529,39	225,57	713,52	368,27	474,15	621,45
01/11/00	193	741,14	543,20	497,16	220,96	708,92	368,27	487,96	616,85
10/11/00	202	736,04	502,89	484,60	210,30	681,18	388,59	484,60	566,89
17/11/00	209	740,62	525,75	489,17	192,01	621,75	352,02	470,89	530,32
24/11/00	216	698,33	498,81	457,24	191,21	577,79	340,85	482,18	498,81
01/12/00	223	625,52	481,82	439,55	152,15	527,91	332,54	465,55	490,50
08/12/00	230	621,29	469,14	448,00	173,28	-	274,72	414,19	676,23
14/12/00	236	617,06	460,68	422,65	169,06	448,00	274,72	409,97	464,91
21/12/00	243	723,51	541,25	546,78	215,40	-	303,77	441,84	552,30
28/12/00	250	712,47	524,69	519,16	171,21	-	309,29	469,46	535,73
04/01/01	257	568,52	434,44	407,62	150,18	391,53	241,35	353,98	402,26
11/01/01	264	536,34	396,89	402,26	160,90	-	230,63	332,53	386,16
18/01/01	271	456,67	423,65	429,16	148,55	-	220,08	319,12	385,14
25/01/01	278	440,16	418,15	445,66	170,56	407,15	220,08	335,62	401,65
01/02/01	285	418,15	407,15	423,65	231,08	-	236,59	330,12	412,65
08/02/01	292	395,96	391,92	444,44	157,58	-	222,22	311,11	-
15/02/01	299	391,92	404,04	387,88	149,49	-	189,90	327,27	383,84
22/02/01	306	379,80	400,00	400,00	157,58	-	214,14	315,15	387,88
08/03/01	320	326,41	362,68	412,55	154,14	-	158,67	290,14	367,21
15/03/01	327	335,48	371,75	421,61	140,54	-	140,54	272,01	376,28
22/03/01	334	395,09	445,74	511,59	162,09	-	157,02	288,72	445,74
29/03/01	341	217,56	415,35	476,13	146,89	-	162,09	273,52	425,48
05/04/01	348	374,82	420,41	445,74	146,89	-	157,02	238,06	420,41
12/04/01	355	301,23	343,71	382,33	112,00	-	127,44	227,85	335,99
19/04/01	362	229,32	320,54	366,88	84,96	-	115,86	216,27	-
26/04/01	369	301,23	316,68	359,16	108,13	-	112,00	216,27	-
03/05/01	376	326,59	334,66	403,20	116,93	487,87	120,96	229,82	-
10/05/01	383	318,53	346,75	395,14	112,90	451,58	112,90	209,66	-
17/05/01	390	314,50	346,75	387,07	-	427,39	120,96	229,82	221,76
24/05/01	397	154,22	320,01	370,14	100,25	370,14	92,53	208,20	-
31/05/01	404	366,28	343,15	69,40	107,96	377,85	100,25	219,77	-
12/06/01	416	304,59	339,29	385,56	-	-	92,53	208,20	-
21/06/01	425	281,40	319,20	352,80	-	-	92,40	189,00	-
27/06/01	431	277,20	315,00	348,60	100,80	-	88,20	189,00	-
05/07/01	439	282,59	324,28	365,98	-	-	-	189,94	-
12/07/01	446	266,47	285,78	316,68	-	-	-	166,06	-
19/07/01	453	262,61	293,50	332,12	96,55	-	92,69	181,51	-
26/07/01	460	256,97	290,67	332,80	71,61	-	84,25	193,78	-

Tabela A.12 – Concentrações de ácido acético no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	4550,4	2403,6	2574,6	4867,2	4592,2	4120,2	5728,4	5185,8
09/06/00	48	5539	5686,8	7003,6	3013	-	-	3485,2	2466
16/06/00	55	-	3204,2	3901,4	5839,8	3630	3203,6	3394,6	3205,6
23/06/00	62	-	3539,4	3409,8	2343	3086,8	-	-	3937,6
30/06/00	69	-	4438	5959,6	-	5757,6	-	5526	3418,6
07/07/00	76	-	1556,2	1307,4	1519,6	1861,4	2062,2	709,4	1841,6
14/07/00	83	-	752,8	1362,8	-	1007,4	-	-	1241,4
21/07/00	90	-	1099,6	1234	1046,6	1156,6	2266,2	2048	1055,4
28/07/00	97	-	6276,4	4637,4	-	4536,8	4333,6	7614,4	5270,2
04/08/00	104	-	5808,4	4087,2	9604,4	11960,6	-	5733,8	8630,4
11/08/00	111	-	3121,8	5010,2	3227	2352	-	-	3140
18/08/00	118	5885,8	3347,8	4571,8	3002,6	2723,2	5992	3315	5935,8
25/08/00	125	4696	4339,4	4511,6	4125,8	3043,4	2628,4	2785,4	4846,2
01/09/00	132	9707,4	8258	4151	8155,8	6489,8	4335,2	5542	3419,4
08/09/00	139	5461,6	5399,6	1878,2	2335,8	1299,8	1181,4	3826,4	2823,8
15/09/00	146	5100	7314,2	6659,6	8124,2	5820,6	7565,6	7592	8101,4
25/09/00	156	-	4894,8	9487,8	6269	5312,8	-	9155	9207,8
29/09/00	160	8842,6	6236,8	4823	5811,2	4485,4	4948,8	5001,6	3809,6
06/10/00	167	10113	6708,6	6226,4	6073,2	4940,6	1463	3487,4	3971,4
13/10/00	174	7903	6964,6	4231	4915,4	5241,8	4268,6	5065,2	5776,2
20/10/00	181	2536,4	3006,4	3102,4	2652	2711,6	2713,6	2346,8	2078,4
27/10/00	188	3436,8	4001	2119,6	1978,4	1610,8	1737,2	2585,2	2526
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	1890,8	1543,2	1536,2	1864,4	2948,8	2535,6	1899	2316,6
17/11/00	209	2939,2	2628	2113,2	1503,8	2308,8	1276,8	1919,2	1932,4
24/11/00	216	3184,6	2165	1623,6	1688	2013,2	1807,4	1453,6	1734,4
01/12/00	223	2532,4	2207,2	2509,4	1982,2	2412,8	2331,6	1963	1970,6
08/12/00	230	3188,8	2574,8	2189,8	2704,4	-	3231,4	3328	2396,2
14/12/00	236	4120	3609,8	2950,8	2149,8	-	2263	2321,2	2262,8
21/12/00	243	4508,2	2798,4	2184,6	2843,4	-	2269,4	2512,2	2037
28/12/00	250	885,2	585,4	531,8	524,4	-	430,4	479,6	366,2
04/01/01	257	1125	1214,6	1297,8	2209,4	1288,4	3921,4	1448	2715
11/01/01	264	462,4	2579,2	683,6	2157,6	-	2115,6	199,2	77
18/01/01	271	2373,8	2355,4	2379,4	2560	-	2891	4686	3628
25/01/01	278	2298,2	356	2126,8	693,6	-	2793	1807,6	2150
01/02/01	285	1182,8	2808,8	1939,8	769,2	-	-	3785,2	2726,2
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	4335,2	3421,4	3439	2090,4	-	2243,4	2333,6	4126,4
08/03/01	320	2628,8	2596	1945,6	2466	-	1378,6	2823,2	2395,2
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	2199,6	2187,2	988	3410,8	-	1135	2192,2	2215,2
29/03/01	341	1891,2	3542,8	3325,8	3484,6	-	2113,4	1984,8	1981
05/04/01	348	1736	1720,6	803,4	1494,6	-	773,2	1361,6	1782,6
12/04/01	355	3824,4	1859,4	2623,2	2135	-	2500,2	2286,8	1854,6
19/04/01	362	2762,4	3024	-	3718,8	-	48	2840	-
26/04/01	369	2127	1699,8	1990,6	2123,6	-	2449,4	2154,4	-
03/05/01	376	1521,6	2927,4	2438,4	2353,4	2086,8	2663,8	1958	-
10/05/01	383	1614	2869,2	3372	2126,4	2222	2730,2	2747,8	-
17/05/01	390	3119,6	2204,8	2070,4	-	2355,2	2205,8	2201,8	1514,4
24/05/01	397	2241,8	3024	3106,6	-	123,2	42	86,4	-
31/05/01	404	46,8	32	26,2	54,6	130	710	44,2	-
12/06/01	416	57,6	54,2	37,8	-	-	28,4	33,2	-
21/06/01	425	15,8	10,2	14,6	-	-	12,2	10,8	-
27/06/01	431	29,4	30,4	23,6	-	-	21	19,4	-
05/07/01	439	36,4	25	20	-	-	-	14,8	-
12/07/01	446	16	12,4	10,4	-	-	-	13	-
19/07/01	453	17,8	52,4	18,8	26,2	-	20,6	25,4	-
26/07/01	460	33	5,6	10,6	-	-	7,4	14,2	-

Tabela A.13 – Concentrações de ácido propiônico no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	2093,2	695,6	995,6	1731,8	1643,4	1380,8	1801,4	1625,4
09/06/00	48	2066,2	2044,8	2427,6	1337,4	-	-	1721,4	1282,8
16/06/00	55	-	1681	2114,8	2240,8	1823	1837,4	166,2	371,4
23/06/00	62	-	2417,4	2906,8	1655,6	2418	-	-	2865,4
30/06/00	69	-	992,8	373,8	-	198,6	-	1396,2	920,6
07/07/00	76	-	800,6	1002,8	1304,2	1625,4	1373,6	302	1548,4
14/07/00	83	-	900,4	1598,6	-	1504,2	-	-	1498,4
21/07/00	90	-	1408,2	1507,2	838,6	1201,2	1860	1415,4	1322,4
28/07/00	97	-	1398,8	1632,8	-	3324,6	2917,2	3067,6	-
04/08/00	104	-	2713,2	1585,4	2214,2	2547,4	-	1309,8	2980,6
11/08/00	111	-	1484,6	2926	1827	1385,4	-	-	2241
18/08/00	118	540	715,2	2197,6	1842,8	2273,4	2890,4	1580	1706,8
25/08/00	125	2337,2	2285,4	1590,8	1892	1703,4	1964	1850	3379
01/09/00	132	2803,6	1380,4	1219,6	3491,2	2950,4	1863,2	2357	1902,4
08/09/00	139	2431,2	2286,2	763	1519,4	1248	1364,6	2458,6	1801,6
15/09/00	146	2006	1637,4	1096	2183,6	1653	2246,2	1852,6	2396,4
25/09/00	156	-	2052,8	646,6	1416,6	1084	-	2166,8	2016,2
29/09/00	160	2488,8	1107,8	555,8	212,6	709	2287,6	1889,8	1252
06/10/00	167	2580,6	957,6	242,6	432,4	309,2	86,8	1254,2	1015,2
13/10/00	174	2325,8	265,8	67,8	838,2	391,6	664,4	1836,6	486
20/10/00	181	1185,8	944	258,2	124,6	101,2	143	866,8	665,4
27/10/00	188	1230,2	697,6	115,6	21,4	8,6	6,8	1306,4	797,8
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	1369,2	73	15	6,2	3,8	11	1182,6	57,2
17/11/00	209	1759,8	72,2	4,4	6,2	4,8	12,4	1304,8	30,6
24/11/00	216	2958,6	84,6	23,6	8,2	7,4	31,4	927,8	46,4
01/12/00	223	2870,6	55,4	32,2	7,4	4,2	9,2	385,8	12,2
08/12/00	230	3098,4	63,8	9	5,2	-	2,8	25,6	2,4
14/12/00	236	1741,4	53,4	7,2	2,6	-	2	5,4	2,2
21/12/00	243	1051,8	17,8	4	3,4	-	2,8	2	4,6
28/12/00	250	746,2	11,6	23,8	22,6	-	16,4	5,6	21,2
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	820,8	ND	-	ND	10,2	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	19,4	1080,6	16
25/01/01	278	22,8	3	3,4	3,8	-	3,4	3,6	2,2
01/02/01	285	5	2,2	2,2	0	-	-	0	0
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	6,8	5,4	3,8	4,4	-	3,2	4,6	3,6
08/03/01	320	4,2	3,8	2,4	3,6	-	3,4	5,8	2,8
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	4	3,8	4	4,4	-	3,2	4,8	2,8
29/03/01	341	3,6	2,2	2	2,6	-	3,4	2,4	0
05/04/01	348	2,4	2,2	2	2,6	-	2	2,8	0
12/04/01	355	2,6	0	2,4	2,2	-	0	0	0
19/04/01	362	2,2	0	-	2,6	-	2,8	2	-
26/04/01	369	2	2	2	2	-	0	0	-
03/05/01	376	0	0	0	0	0	0	0	-
10/05/01	383	4	5,4	2	18	2	2,2	3,2	-
17/05/01	390	2,2	2,4	2,2	-	2	2	2,4	0
24/05/01	397	2	2,8	2,8	-	0	0	2,6	-
31/05/01	404	4,4	2,6	2,8	4,2	4	267,4	3	-
12/06/01	416	2,2	1,4	1	-	-	1,2	1,6	-
21/06/01	425	ND	5,4	2	-	-	0	0	-
27/06/01	431	1,4	1,2	0	-	-	ND	0	-
05/07/01	439	0	3,8	2,4	-	-	-	ND	-
12/07/01	446	3	2,4	2	-	-	-	0	-
19/07/01	453	0	2	2	0	-	0	0	-
26/07/01	460	0	0	0	-	-	0	0	-

ND: Não detectável

Tabela A.14 – Concentrações de ácido isobutírico no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	285	142,8	216,8	201	262,6	177,8	186,6	272
09/06/00	48	321	321,4	269,4	173,6	-	-	166,4	280,6
16/06/00	55	-	282	182,2	235,8	398	235	166,2	371,4
23/06/00	62	-	385,2	178,6	183,6	396,4	-	-	468,8
30/06/00	69	-	110,8	13	-	23	-	127,8	203,2
07/07/00	76	-	236,6	239	168	406,8	199,2	76	493
14/07/00	83	-	275,4	255,8	-	377	-	-	450,4
21/07/00	90	-	317,6	213,6	140,2	348	171	184	410,8
28/07/00	97	-	266,4	41,6	-	571	495,2	312,6	201,2
04/08/00	104	-	-	130,2	ND	521,4	-	162,8	563,8
11/08/00	111	-	183,8	180,4	154,8	278,2	-	-	458,8
18/08/00	118	104,8	112,2	126,4	307,4	427,6	308,8	222,2	221,2
25/08/00	125	259,2	46,4	165,2	32,8	198,4	211,4	134,8	183,8
01/09/00	132	481,6	107	79,4	41,8	206,2	95,2	146,6	53
08/09/00	139	293,4	247,6	27,2	11,4	65,8	60,6	172,2	91,2
15/09/00	146	503	31,6	5,8	22	15,6	8,6	229	64,6
25/09/00	156	-	407,8	21,8	10,4	16	-	297,2	28,2
29/09/00	160	548,4	76	8,4	690	13,8	17,2	197	46,6
06/10/00	167	490,2	74,4	26	14	11,6	14,8	180,8	85,2
13/10/00	174	496,2	7,2	16,4	18,4	40,4	33,4	200,4	8
20/10/00	181	291	99,8	ND	ND	4,6	2	144	16,6
27/10/00	188	328,2	65	ND	ND	ND	ND	104	8,6
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	445,8	21,8	3	2	ND	3,4	3,4	5,4
17/11/00	209	333,6	4,2	7,4	ND	2,2	2	7,4	6,8
24/11/00	216	377,6	13,4	3,6	3	ND	18,6	4,4	2,2
01/12/00	223	14	2,4	3,6	4,8	2,2	2,8	5,6	2
08/12/00	230	12,8	2	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	9,4	2	ND	ND	-	ND	2,8	ND
21/12/00	243	8,4	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
28/12/00	250	2	ND	2,8	7	-	ND	ND	2,4
04/01/01	257	2	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	6,2	ND
25/01/01	278	7,2	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	0	0	0	0	-	-	0	2,4
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	ND	ND	2,8	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	0	0	0	0	-	0	0	0
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	0	0	0
29/03/01	341	2,2	0	0	0	-	0	0	0
05/04/01	348	2,2	0	0	0	-	0	0	0
12/04/01	355	0	0	0	2	-	0	0	2
19/04/01	362	0	0	-	0	-	0	0	-
26/04/01	369	0	0	0	2	-	0	0	-
03/05/01	376	0	0	0	0	0	0	0	-
10/05/01	383	0	4	2,2	0	2,2	0	2,6	-
17/05/01	390	0	0	0	-	0	2	2	0
24/05/01	397	2	2	2	-	0	0	2	-
31/05/01	404	0	0	0	0	0	16,2	0	-
12/06/01	416	1,6	1,2	0	-	-	0	0	-
21/06/01	425	2	0	2	-	-	2	2	-
27/06/01	431	0	0	1	-	-	2,6	0	-
05/07/01	439	0	2,8	0	-	-	-	2,2	-
12/07/01	446	2	2	2	-	-	-	0	-
19/07/01	453	0	0	2	0	-	0	0	-
26/07/01	460	0	0	0	-	-	0	0	-

ND: Não detectável

Tabela A.15 – Concentrações de ácido butírico no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	4949,2	1207,8	1389,6	2072,2	2527,2	1655	2349,8	2490,4
09/06/00	48	4335	2646,6	788,6	1519,4	-	-	2278,2	2135,6
16/06/00	55	-	2183	624,4	1545,8	2545,2	1249	1994,4	2497,8
23/06/00	62	-	1718,6	272	985,2	2312,8	-	-	2062,2
30/06/00	69	-	398,6	35,2	-	73,2	-	1806	424,4
07/07/00	76	-	559	252	95,6	390,4	143,2	1039,4	1182
14/07/00	83	-	148	168,4	-	85,4	-	-	91,2
21/07/00	90	-	142,8	75,6	231,8	134	114,4	2149	425,6
28/07/00	97	-	77,8	ND	-	74	97,8	2419	812,6
04/08/00	104	-	1081,6	22	209,4	461	-	1846,4	1322,4
11/08/00	111	-	171,8	36,2	24,6	41	-	-	60
18/08/00	118	676,8	282,6	66,8	13,6	31,4	1777,2	2229,6	502,6
25/08/00	125	1311	245	117	33,8	12,6	5,2	1063,4	986,8
01/09/00	132	3747,8	678,8	207,8	100,4	22,6	8,6	1061,4	534,4
08/09/00	139	2259,6	1395,6	22,4	17,2	33,2	17,6	1332,6	1061
15/09/00	146	3072,4	33,8	27,4	ND	10,6	16,2	1656,2	299,8
25/09/00	156	-	461,2	32,4	13,4	5,6	-	1893,2	74,8
29/09/00	160	3450,8	231,6	36	27	21,6	8,8	1194,8	161,8
06/10/00	167	3616,6	438	23,8	10,6	11,6	18,6	881,8	246,6
13/10/00	174	3368	8,6	10,2	10	25,4	14,6	671,8	15,8
20/10/00	181	2260,4	993,4	132,4	12	3,6	ND	222,2	86,6
27/10/00	188	2520,2	754,2	ND	ND	ND	2,2	ND	2
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	2059	112,2	17,4	16,8	10,6	4,8	10,8	3
17/11/00	209	721,4	25,8	4	6,4	8	5,6	4	5,8
24/11/00	216	67,2	5,8	4,4	2,2	3,2	38,8	9	9,2
01/12/00	223	ND	ND	4,8	5,2	ND	5,2	4,6	5,8
08/12/00	230	5	3,8	ND	ND	-	2,2	2	4,6
14/12/00	236	3,8	2	3	ND	-	3	2,8	2
21/12/00	243	2	4,2	ND	2,4	-	ND	ND	2,2
28/12/00	250	3,6	3	2	8,2	-	3,4	4,6	9
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	48,2
25/01/01	278	15	ND	ND	ND	-	3,6	ND	2
01/02/01	285	0	0	0	0	-	-	0	0
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	ND	2	2,6	3,2	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	0	0	0	0	-	0	0	2
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	ND	2,4	ND	0	-	2,6	0	0
29/03/01	341	2	0	0	0	-	0	0	0
05/04/01	348	0	0	2	0	-	0	0	0
12/04/01	355	0	0	0	0	-	0	0	0
19/04/01	362	0	0	-	4,4	-	0	0	-
26/04/01	369	0	0	0	0	-	0	0	-
03/05/01	376	0	0	0	0	0	0	0	-
10/05/01	383	2	2	ND	0	ND	0	0	-
17/05/01	390	ND	0	0	-	0	0	0	0
24/05/01	397	0	0	0	-	0	0	0	-
31/05/01	404	0	2,8	0	3,2	2,2	4,2	2,6	-
12/06/01	416	1,2	0	0	-	-	0	0	-
21/06/01	425	ND	0	0	-	-	0	0	-
27/06/01	431	0	0	0	-	-	ND	0	-
05/07/01	439	0	2	0	-	-	-	ND	-
12/07/01	446	2	0	0	-	-	-	0	-
19/07/01	453	0	0	2	0	-	0	0	-
26/07/01	460	0	0	2	-	-	0	0	-

ND: Não detectável

Tabela A.16 – Concentrações de ácido isovalérico no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	218	61	74,2	84	98,4	61,6	99,6	136,6
09/06/00	48	130,2	98,8	97,2	64,4	-	-	105,6	127,6
16/06/00	55	-	102,4	78,4	73,6	109,4	73,2	94,8	154,6
23/06/00	62	-	107,4	101,6	70,8	113,6	-	-	170
30/06/00	69	-	27,2	13,6	-	7,2	-	71	59,4
07/07/00	76	-	72	107,4	79,2	112,8	54	69,2	196,4
14/07/00	83	-	97,4	122,6	-	122,4	-	-	173,4
21/07/00	90	-	101,4	98,4	89,4	102,4	64,2	107,8	166,6
28/07/00	97	-	136	3,4	-	146,4	205,4	176,8	51,8
04/08/00	104	-	-	135,2	143,6	136,2	-	216,6	202,4
11/08/00	111	-	77,2	84,6	61	120,2	-	-	218,6
18/08/00	118	31,4	47,2	54,2	106,2	121,4	110,8	101,6	150,6
25/08/00	125	115,2	20,4	43	39,6	78	93,2	101,4	178,6
01/09/00	132	168,2	76	33,6	102,4	53	94	84,2	140,8
08/09/00	139	153,4	21	17,6	59	12,2	59,6	137,4	182,2
15/09/00	146	179	46	18,6	56,4	8,6	21,2	109,6	186,6
25/09/00	156	-	258,6	15,8	14,8	ND	-	161	51,2
29/09/00	160	226,2	17,8	41,8	24,4	18,4	29,6	120,2	34,2
06/10/00	167	150	20,4	8	7,2	11	11,8	62	66,4
13/10/00	174	184,8	31,4	17,4	10	12,4	32,8	132,4	19,4
20/10/00	181	118,8	29	ND	2	2	4	77	13,6
27/10/00	188	120	28,6	ND	ND	2	ND	2,6	19,8
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	117,2	11,6	2,6	6	13,8	9,2	41	7,6
17/11/00	209	135	8,6	7,2	7,8	50,2	13,6	3,8	7,2
24/11/00	216	159,2	10,2	8,8	6,4	8,6	13	11,4	4
01/12/00	223	125,8	3,8	3,8	5	2,2	3,8	4,8	9,6
08/12/00	230	2	ND	ND	ND	-	2	5,4	ND
14/12/00	236	5,8	8,2	3,4	2	-	2,2	2,2	2
21/12/00	243	4,4	2,4	2,2	3,4	-	ND	4	2
28/12/00	250	3	3,4	ND	ND	-	4	ND	3
04/01/01	257	4	2,8	12,4	ND	ND	123,4	2,8	4,4
11/01/01	264	ND	ND	ND	2,2	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	7	-	2	3,6	ND
25/01/01	278	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	0	13,4	0	0	-	-	0	0
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	6,6	ND	ND	7,8	-	ND	4	4,6
08/03/01	320	0	0	0	0	-	0	0	0
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	ND	ND	ND	0	-	ND	0	26
29/03/01	341	2,6	3,2	2,6	0	-	0	0	0
05/04/01	348	0	0	0	0	-	0	0	0
12/04/01	355	0	0	2	0	-	14,6	0	6
19/04/01	362	0	0	-	40,2	-	0	0	-
26/04/01	369	3,6	4,4	0	0	-	5,2	0	-
03/05/01	376	0	2	0	0	0	0	0	-
10/05/01	383	0	ND	4,2	3	2,6	2,8	3,4	-
17/05/01	390	7,2	8	8	-	3	9,4	0	4,8
24/05/01	397	3,6	4	4	-	0	0	0	-
31/05/01	404	0	0	0	0	0	0	0	-
12/06/01	416	0	0	0	-	-	0	0	-
21/06/01	425	6	0	13,4	-	-	0	7,6	-
27/06/01	431	0	0	0	-	-	ND	0	-
05/07/01	439	0	0	2,2	-	-	-	3	-
12/07/01	446	2,4	0	3,8	-	-	-	3,4	-
19/07/01	453	0	0	0	0	-	0	0	-
26/07/01	460	2,4	0	2,2	-	-	0	10	-

ND: Não detectável

Tabela A.17 – Concentrações de ácido valérico no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	1614,8	208	359,4	453,8	1363,6	499	346,8	360,4
09/06/00	48	975,8	522,6	1600,8	420,4	-	-	411,8	561,8
16/06/00	55	-	559,4	181	442,2	666,2	557	1419,6	687,6
23/06/00	62	-	599,8	645,4	596,6	648,8	-	-	776,2
30/06/00	69	-	138	154,8	-	0	-	378,6	266,4
07/07/00	76	-	431,2	1022,8	383,2	927,2	578,8	471,6	796,6
14/07/00	83	-	340	295,4	-	545,8	-	-	318,6
21/07/00	90	-	364,2	169,6	414	390,8	206	544,6	326,6
28/07/00	97	-	12,4	95,6	-	265,4	228	657,4	402,2
04/08/00	104	-	-	68,8	390,6	525,4	-	519,8	609,6
11/08/00	111	-	146,4	45,2	169,2	383	-	-	363
18/08/00	118	202,8	92,2	82,4	51,8	45,2	492,6	565,4	245,6
25/08/00	125	277,8	59,2	41,6	9,4	2	21,6	546	174,4
01/09/00	132	938,6	233,6	79,6	25,2	12,8	13,8	374,6	112,8
08/09/00	139	769,2	187,2	46,4	27,8	13,8	14,2	500	247,2
15/09/00	146	880,4	39,6	19,8	21	10,8	35,2	542,8	153,6
25/09/00	156	-	265,8	19,6	16,2	6,6	-	638,4	90
29/09/00	160	917,8	112,8	15,6	17,2	22,6	12,8	76,8	63,4
06/10/00	167	89,6	218,6	29,8	15	8,4	27,2	399,4	116,8
13/10/00	174	909,2	20,6	5	34,4	14,2	13,2	400,2	6,8
20/10/00	181	866,6	233,6	ND	8,4	4,4	3	315,2	80
27/10/00	188	1000,2	238,4	ND	ND	8,2	2,4	102,4	24,2
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	130,6	10,8	3,2	2,2	149,8	14,8	12,6	12,8
17/11/00	209	500,4	63,6	ND	18,8	69	27,2	21,2	54,8
24/11/00	216	152,4	9,2	5,4	4,8	19,2	42,4	6,8	4,2
01/12/00	223	23,2	2	7	10,2	9,4	5,2	8,4	10,4
08/12/00	230	14,4	2,8	ND	32,2	-	ND	8,6	ND
14/12/00	236	13	2,6	5,2	9	-	7	7,8	ND
21/12/00	243	10,2	3,2	ND	ND	-	2	9,6	ND
28/12/00	250	ND	13,8	ND	2	-	3,2	2	4,2
04/01/01	257	ND	ND	24	ND	ND	30,8	2	14,2
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	9,6	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	16,8	-	ND	75,6	ND
25/01/01	278	33	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	0	12,2	12	0	-	-	0	0
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	2,2	2,6	ND	9	-	2,8	2	3,4
08/03/01	320	0	0	0	0	-	0	0	0
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	ND	ND	ND	0	-	ND	0	5
29/03/01	341	2	27,8	17,8	0	-	0	0	2,4
05/04/01	348	0	0	2,4	5,6	-	0	0	0
12/04/01	355	0	0	2,8	4,8	-	31	2,2	28,4
19/04/01	362	0	0	-	0	-	0	56,2	-
26/04/01	369	2,8	3,6	3,6	3	-	4,6	2,4	-
03/05/01	376	0	0	0	0	0	0	0	-
10/05/01	383	3,8	7,8	28,4	5,6	16,4	9,6	5,6	-
17/05/01	390	30	4,8	30,8	-	7,4	12,6	26,2	19,6
24/05/01	397	5	3	4	-	0	0	20,4	-
31/05/01	404	8,8	28	12,8	34,8	0	3,4	0	-
12/06/01	416	4,4	3,4	4,4	-	-	8	3,4	-
21/06/01	425	15	0	10	-	-	56,8	18,4	-
27/06/01	431	3,4	0	6,4	-	-	41	5,4	-
05/07/01	439	2	0	0	-	-	-	17,8	-
12/07/01	446	23,6	21,2	24,8	-	-	-	29	-
19/07/01	453	3	0	3	7,6	-	2,8	0	-
26/07/01	460	0	17,2	23,4	-	-	9,6	24,8	-

ND: Não detectável

Tabela A.18 – Concentrações de AOV como ácido acético no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
01/06/00	40	10891,94	4046,06	4731,35	8136,41	8685,24	6818,16	9179,65	8678,16
09/06/00	48	11037,25	9732,39	10690,86	5535,94	-	-	6850,79	5557,85
16/06/00	55	-	6635,85	6317,88	9173,64	7569,57	6074,90	5892,24	5957,23
23/06/00	62	-	7348,52	6512,37	4874,00	7341,44	-	-	8541,54
30/06/00	69	-	5687,06	6394,47	-	5988,38	-	8240,01	4784,12
07/07/00	76	-	3043,25	3119,44	3028,32	4333,76	3781,07	2032,34	4822,13
14/07/00	83	-	2028,40	3193,50	-	2934,73	-	-	3114,40
21/07/00	90	-	2828,62	2810,41	2275,89	2748,78	4127,29	5168,87	2987,35
28/07/00	97	-	7732,10	6047,51	4289,70	7913,43	7357,25	12453,09	10373,14
04/08/00	104	-	12526,74	5596,00	11856,05	15084,05	-	8597,80	12809,38
11/08/00	111	-	4699,03	7605,95	4965,58	3988,42	-	-	5652,10
18/08/00	118	6993,89	4278,56	6565,16	4808,04	4976,79	10111,37	6658,85	8045,57
25/08/00	125	7891,71	6437,34	6043,17	5733,66	4615,01	4435,53	5482,25	8590,55
01/09/00	132	15513,13	10094,52	5401,90	11157,70	9076,01	5979,64	8545,61	5510,92
08/09/00	139	9714,69	8495,06	2568,12	3637,95	2394,19	2384,23	7219,65	5321,89
15/09/00	146	9785,63	8736,38	7593,22	9954,73	7189,78	9436,43	10762,09	10492,30
25/09/00	156	-	7459,37	10069,69	7451,74	6210,09	-	12874,21	10995,35
29/09/00	160	14258,15	7421,20	5337,54	6496,63	5108,35	6845,78	7597,82	5023,88
06/10/00	167	15144,50	7974,56	6479,22	6453,52	5218,46	1579,05	5499,52	5128,16
13/10/00	174	13065,02	7221,40	4317,26	5640,31	5619,71	4866,92	7461,52	6201,78
20/10/00	181	5815,80	4671,03	3401,93	2767,29	2802,98	2834,99	3529,61	2743,14
27/10/00	188	7033,86	5281,76	2213,31	1995,75	1623,77	1745,62	3776,78	3205,79
01/11/00	193	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/00	202	4853,40	1706,87	1565,67	1887,06	3055,30	2564,22	2898,81	2380,69
17/11/00	209	5458,29	2749,42	2128,77	1528,83	2389,73	1316,02	2999,34	2002,25
24/11/00	216	6069,19	2258,07	1656,53	1704,78	2037,73	1904,55	2225,51	1784,60
01/12/00	223	4956,46	2257,15	2547,58	2003,95	2424,52	2349,80	2290,44	1997,57
08/12/00	230	5722,14	2632,12	2197,10	2727,55	-	3236,34	3358,35	2401,28
14/12/00	236	5551,63	3662,16	2963,74	2158,38	-	2272,08	2335,27	2267,12
21/12/00	243	5376,46	2818,98	2189,14	2849,79	-	2272,85	2521,82	2043,40
28/12/00	250	-	606,96	554,36	554,25	-	450,24	488,45	395,39
04/01/01	257	-	1216,25	1319,20	2209,40	1288,40	4012,07	1450,82	2725,94
11/01/01	264	-	2579,20	1348,94	2158,89	-	2121,24	207,47	77,00
18/01/01	271	-	2355,40	2379,40	2573,99	-	2907,90	5612,73	3673,82
25/01/01	278	2351,21	358,43	2129,56	696,68	-	2798,21	1810,52	2153,15
01/02/01	285	1186,85	2825,64	1948,64	769,20	-	-	3785,20	2727,84
08/02/01	292	-	-	-	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/01	306	4345,89	3428,67	3445,76	2106,03	-	2247,64	2340,86	4134,02
08/03/01	320	2632,20	2599,08	1947,55	2468,92	-	1381,36	2827,90	2398,83
15/03/01	327	-	-	-	-	-	-	-	-
22/03/01	334	-	2191,92	991,24	3414,37	-	1139,37	2196,09	2235,70
29/03/01	341	1899,69	3562,81	3339,42	3486,71	-	2116,16	1986,75	1982,41
05/04/01	348	1739,44	1722,38	807,80	1500,00	-	774,82	1363,87	1782,60
12/04/01	355	3826,51	1859,40	2627,97	2140,97	-	2527,01	2288,09	1876,19
19/04/01	362	2764,18	3024,00	0,00	3747,54	-	50,27	2874,67	-
26/04/01	369	2132,38	1706,13	1994,34	2128,35	-	2455,16	2155,81	-
03/05/01	376	1521,60	2928,58	2438,40	2353,40	2086,80	2663,80	1958,00	-
10/05/01	383	1620,84	2882,25	3394,29	2146,05	2236,29	2739,27	2757,46	-
17/05/01	390	3143,26	2214,27	2095,00	-	2362,94	2221,72	2220,51	1528,75
24/05/01	397	2249,84	3031,75	3114,94	-	123,20	42,00	101,87	-
31/05/01	404	55,54	52,48	36,00	80,65	134,74	942,66	48,40	-
12/06/01	416	63,88	58,15	41,20	-	-	34,08	36,50	-
21/06/01	425	29,51	14,58	31,34	-	-	46,96	27,45	-
27/06/01	431	32,53	31,37	28,04	-	-	46,88	22,58	-
05/07/01	439	37,58	31,35	23,24	-	-	-	28,53	-
12/07/01	446	36,45	28,17	30,20	-	-	-	32,05	-
19/07/01	453	19,56	54,02	24,91	30,67	-	22,25	25,40	-
26/07/01	460	34,41	15,71	27,02	-	-	13,04	34,66	-

Tabela A.19 – Concentrações de sólidos totais no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	22104	14166	12448	8836	-	-	11616	13128
16/05/00	24	22470	13904	12806	11494	14662	-	13068	15522
01/06/00	40	20632	14062	12330	12318	15304	11872	14254	15906
09/06/00	48	22110	14606	11348	12382	-	-	14092	16500
16/06/00	55	-	13602	10698	16444	14878	11240	14306	15476
23/06/00	62	-	11418	11810	10506	14852	-	-	15626
30/06/00	69	-	13200	9680	-	-	-	14520	14520
07/07/00	76	-	12660	9600	9960	12960	9840	15420	14800
14/07/00	83	-	10460	9480	-	11640	-	-	13320
21/07/00	90	-	10760	9080	9960	11880	9860	15040	13780
28/07/00	97	-	10360	9200	9500	12280	11040	14760	13940
04/08/00	104	-	9070	8998	8632	11716	-	14054	13268
11/08/00	111	-	8576	8598	7758	10558	-	-	12498
18/08/00	118	19606	8050	8428	7704	10050	9662	13068	11484
25/08/00	125	21450	8052	8094	7568	10924	9258	14324	11156
01/09/00	132	20576	7854	7556	7008	-	8338	13338	10666
08/09/00	139	16988	6794	5850	5846	8184	7248	11100	9164
25/09/00	156	-	6854	5822	5582	7796	-	10800	8660
29/09/00	160	20060,6	6900	6360	5886	8126	7318	11602	8692
06/10/00	167	18560	5994	5946	5384	7306	7194	10258	-
13/10/00	174	19022	6206	6250	5622	7586	7260	10048	7650
20/10/00	181	23052	6368	6200	4790	7638	6764	9732	7982
27/10/00	188	21566	5820	5750	4048	7426	6248	8710	7510
01/11/00	193	23918	6252	6026	4010	7944	6642	8728	7892
10/11/00	202	15930	5810	5620	3496	7220	7146	8552	7328
17/11/00	209	9606	4884	4460	2914	5246	5282	6072	6116
24/11/00	216	11266	5780	5376	3704	5538	5966	7310	7572
01/12/00	223	9834	5374	5026	3408	4732	5878	7322	6584
08/12/00	230	9396	5386	5018	3196	-	6036	6358	6430
14/12/00	236	8520	5258	4862	3228	-	5828	6312	6416
21/12/00	243	7542	5250	4858	3382	-	5740	6258	5964
28/12/00	250	5862	4360	4250	2648	-	4368	5280	5136
04/01/01	257	6876	5008	4816	3268	3434	4840	5902	5416
11/01/01	264	6468	4862	4932	3252	-	4848	5280	5436
18/01/01	271	6204	5002	5174	3738	-	4730	5966	5056
25/01/01	278	5750	4764	4884	4204	-	4902	5684	5888
01/02/01	285	5794	4664	5046	4120	-	5130	5616	5464
08/02/01	292	5122	4472	4962	4252	-	5234	5822	-
15/02/01	299	5664	4690	4894	-	-	5022	5696	5564
22/02/01	306	5518	-	4586	3596	-	4758	5384	4910
08/03/01	320	5394	4634	4794	3132	-	4404	5186	5062
15/03/01	327	5180	4400	4500	2900	-	4240	5120	4660
22/03/01	334	5060	4380	4320	2680	-	4220	4740	4900
29/03/01	341	4700	4060	4180	2500	-	3980	4880	4760
05/04/01	348	4880	4140	4160	2400	-	3800	4680	4560
12/04/01	355	4680	4320	4380	2300	-	3840	4680	4400
19/04/01	362	4700	4020	4060	2220	-	3480	4620	-
26/04/01	369	4420	3800	3780	2080	-	3260	4640	-
03/05/01	376	4620	4020	4040	2180	3820	3160	4600	-
10/05/01	383	4080	3640	3720	1780	3380	2780	4240	-
17/05/01	390	4440	3880	3880	-	3320	2900	4500	4000
24/05/01	397	4500	3820	3760	-	3080	2660	4260	-
31/05/01	404	4260	3820	3900	-	2800	2460	4260	-
12/06/01	416	4274	3934	3982	-	-	2512	4394	-
21/06/01	425	4036	3664	3620	-	-	2184	4270	-
27/06/01	431	1190	2010	1404	-	-	1564	1806	-
05/07/01	439	4074	3598	3846	-	-	-	4062	-
12/07/01	446	3996	3702	3692	-	-	-	4080	-
19/07/01	453	3528	3426	3402	1586	-	2086	3848	-
26/07/01	460	3732	3586	3484	-	-	2062	4346	-

Tabela A.20 – Concentrações de sólidos totais fixos no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	11050	7092	6780	4876	-	-	5930	7278
16/05/00	24	11944	7610	7236	6270	8058	-	-	8946
01/06/00	40	10368	7350	6278	6842	7826	6876	7754	9228
09/06/00	48	11740	8032	6898	7038	-	-	7878	9736
16/06/00	55	-	7654	6960	8992	8466	7118	8012	9294
23/06/00	62	-	6110	7656	8416	9764	-	-	10654
30/06/00	69	-	7200	6120	-	-	-	7540	9160
07/07/00	76	-	6920	6300	6140	7560	6420	7400	9100
14/07/00	83	-	6480	6080	-	7540	-	-	8860
21/07/00	90	-	6100	5460	5520	7260	6260	7500	8720
28/07/00	97	-	6500	5820	5720	7760	6960	7720	8980
04/08/00	104	-	5508	5614	5288	6986	-	7172	8144
11/08/00	111	-	5418	5598	5306	6722	-	-	8102
18/08/00	118	10282	5428	5492	5284	6850	6836	7310	7964
25/08/00	125	10350	5086	5098	4954	6714	6510	7304	7486
01/09/00	132	10366	5136	4884	4638	-	5866	7046	7304
08/09/00	139	10584	4944	4582	4176	5996	5566	6578	6888
25/09/00	156	-	4676	4392	3898	5690	-	6014	6302
29/09/00	160	10072,6	4640	4402	4016	5842	4910	6090	8692
06/10/00	167	9344	4094	4144	3714	5308	4904	5930	-
13/10/00	174	9806	4496	4354	3528	5724	5188	5766	7650
20/10/00	181	9884	4570	4248	3328	5684	5012	5842	7982
27/10/00	188	9276	4328	4064	3090	5584	4708	5468	7510
01/11/00	193	9246	4454	4122	2896	5876	4938	5606	6112
10/11/00	202	8246	4284	4102	2702	5130	5032	5416	5540
17/11/00	209	7992	4152	3848	2560	4640	4662	5346	5552
24/11/00	216	7070	4000	3650	2524	3994	4590	4956	5198
01/12/00	223	6512	3806	3482	2506	3342	4452	4800	5054
08/12/00	230	6200	3904	3630	2402	-	4370	4758	4934
14/12/00	236	5626	3856	3554	2444	-	4362	4680	4718
21/12/00	243	5290	3886	3462	2424	-	4318	4466	4584
28/12/00	250	4450	3102	3226	2176	-	3374	3912	3890
04/01/01	257	4750	3510	3346	2238	2140	3544	4174	3800
11/01/01	264	4714	3476	3442	2498	-	3600	3638	3948
18/01/01	271	3882	3490	3382	2590	-	3132	3900	3396
25/01/01	278	3732	3114	3184	2974	-	3500	4026	4262
01/02/01	285	3992	3200	3336	3086	-	3620	3860	3818
08/02/01	292	3630	3080	3306	3124	-	3816	3892	-
15/02/01	299	4032	3098	3340	2780	-	3608	3998	4016
22/02/01	306	3708	3094	3126	2648	-	3442	3626	3268
08/03/01	320	3890	3236	3336	2460	-	2992	3676	3620
15/03/01	327	3800	3100	3380	2120	-	3080	3660	3740
22/03/01	334	4120	3080	3140	1940	-	2960	3500	3720
29/03/01	341	3620	2960	3000	1840	-	2920	3440	3800
05/04/01	348	3800	3080	3060	1820	-	2780	3380	3580
12/04/01	355	3620	3000	3140	1620	-	2780	3580	3360
19/04/01	362	3460	2920	2980	1460	-	2540	3380	-
26/04/01	369	3420	2720	2820	1300	-	2420	3400	-
03/05/01	376	3600	2880	2960	1420	2820	2560	3280	-
10/05/01	383	3340	2720	2820	1360	2500	2200	3360	-
17/05/01	390	3560	2960	2880	-	2400	2300	3360	2380
24/05/01	397	3500	2820	2900	-	2240	2040	3280	-
31/05/01	404	3460	2980	2900	-	1980	1900	3220	-
12/06/01	416	3394	2896	2938	-	-	1842	3384	-
21/06/01	425	3092	2674	2684	-	-	1540	3228	-
27/06/01	431	652	1370	1048	-	-	1180	1392	-
05/07/01	439	2878	2562	2678	-	-	-	2982	-
12/07/01	446	3010	2664	2548	-	-	-	3024	-
19/07/01	453	2366	2656	2580	936	-	1468	2932	-
26/07/01	460	2868	2650	2464	-	-	1442	2976	-

Tabela A.21 – Concentrações de sólidos totais voláteis no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	11054	7074	5668	3960	-	-	5686	5850
16/05/00	24	10526	6294	5570	5224	6604	-	-	6576
01/06/00	40	10264	6712	6052	5476	7478	4996	6500	6678
09/06/00	48	10370	6574	4450	5344	-	-	6214	6764
16/06/00	55	-	5948	3738	7452	6412	4122	6294	6182
23/06/00	62	-	5308	4154	2090	5088	-	-	4972
30/06/00	69	-	6000	3560	-	5980	-	6980	5360
07/07/00	76	-	5740	3300	3820	5400	3420	8020	5700
14/07/00	83	-	3980	3400	-	4100	-	-	4460
21/07/00	90	-	4660	3620	4440	4620	3600	7540	5060
28/07/00	97	-	3860	3380	3780	4520	4080	7040	4960
04/08/00	104	-	3562	3384	3344	4730	-	6882	5124
11/08/00	111	-	3158	3000	2452	3836	-	-	4396
18/08/00	118	9324	2622	2936	2420	3200	2826	5758	3520
25/08/00	125	11100	2966	2996	2614	4210	2748	7020	3670
01/09/00	132	10210	2718	2672	2370	3152	2472	6292	3362
08/09/00	139	6404	1850	1268	1670	2188	1682	4522	2276
25/09/00	156	-	2178	1430	1684	2106	-	4786	2358
29/09/00	160	9988	2260	1958	1870	2284	2408	5512	2532
06/10/00	167	9216	1900	1802	1670	1998	2290	4328	-
13/10/00	174	9216	1710	1896	2094	1862	2072	4282	1696
20/10/00	181	13168	1798	1952	1462	1954	1752	3890	1948
27/10/00	188	12290	1492	1686	958	1842	1540	3242	1816
01/11/00	193	14672	1798	1904	1114	2068	1704	3122	1780
10/11/00	202	7684	1526	1518	794	2090	2114	3136	1788
17/11/00	209	1614	732	612	354	606	620	726	564
24/11/00	216	4196	1780	1726	1180	1544	1376	2354	2374
01/12/00	223	3322	1568	1544	902	1390	1426	2522	1530
08/12/00	230	3196	1482	1388	794	-	1666	1600	1496
14/12/00	236	2894	1402	1308	784	-	1466	1632	1698
21/12/00	243	2252	1364	1396	958	-	1422	1792	1380
28/12/00	250	1412	1258	1024	472	-	994	1368	1246
04/01/01	257	2126	1498	1470	1030	1294	1296	1728	1616
11/01/01	264	1754	1386	1490	754	-	1248	1642	1488
18/01/01	271	2322	1512	1792	1148	-	1598	2066	1660
25/01/01	278	2018	1650	1700	1230	-	1402	1658	1626
01/02/01	285	1802	1464	1710	1034	-	1510	1756	1646
08/02/01	292	1492	1392	1656	1128	-	1418	1930	-
15/02/01	299	1632	1592	1554	-	-	1414	1698	1548
22/02/01	306	1810	-	1460	948	-	1316	1758	1642
08/03/01	320	1504	1398	1458	672	-	1412	1510	1442
15/03/01	327	1380	1300	1120	780	-	1160	1460	920
22/03/01	334	940	1300	1180	740	-	1260	1240	1180
29/03/01	341	1080	1100	1180	660	-	1060	1440	960
05/04/01	348	1080	1060	1100	580	-	1020	1300	980
12/04/01	355	1060	1320	1240	680	-	1060	1100	1040
19/04/01	362	1240	1100	1080	760	-	940	1240	-
26/04/01	369	1000	1080	960	780	-	840	1240	-
03/05/01	376	1020	1140	1080	760	1000	600	1320	-
10/05/01	383	740	920	900	420	880	580	880	-
17/05/01	390	880	920	1000	-	920	600	1140	1620
24/05/01	397	1000	1000	860	-	840	620	980	-
31/05/01	404	800	840	1000	-	820	560	1040	-
12/06/01	416	880	1038	1044	-	-	670	1010	-
21/06/01	425	944	990	936	-	-	644	1042	-
27/06/01	431	538	640	356	-	-	384	414	-
05/07/01	439	1196	1036	1168	-	-	-	1080	-
12/07/01	446	986	1038	1144	-	-	-	1056	-
19/07/01	453	1162	770	822	650	-	618	916	-
26/07/01	460	864	936	1020	-	-	620	1370	-

Tabela A.22 – Concentrações de sólidos suspensos totais no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	474	302	418	302	-	-	232	310
16/05/00	24	448	360	508	632	418	-	374	460
01/06/00	40	554	520	474	712	666	730	470	722
09/06/00	48	690	556	600	632	-	-	612	652
16/06/00	55	-	350	370	450	276	396	328	300
23/06/00	62	-	180	160	420	260	-	-	240
30/06/00	69	-	400	220	-	420	-	700	240
07/07/00	76	-	340	200	360	380	240	460	300
14/07/00	83	-	200	140	-	340	-	-	220
21/07/00	90	-	120	140	220	280	320	660	240
28/07/00	97	-	352	208	278	382	364	468	278
04/08/00	104	-	244	266	226	268	-	212	274
11/08/00	111	-	158	174	72	238	-	-	310
18/08/00	118	434	238	238	266	274	324	384	140
25/08/00	125	224	362	172	158	212	166	424	236
01/09/00	132	382	98	172	174	158	242	428	332
08/09/00	139	384	158	214	162	238	258	306	200
15/09/00	146	470	272	334	312	270	270	478	284
25/09/00	156	-	154	134	128	200	-	402	180

Tabela A.23 – Concentrações de sólidos suspensos fixos no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	186	150	196	132	-	-	86	98
16/05/00	24	234	202	250	314	224	-	-	248
01/06/00	40	302	288	194	352	258	378	242	346
09/06/00	48	348	180	162	240	-	-	286	264
16/06/00	55	-	146	184	188	0	154	144	66
23/06/00	62	-	60	80	160	160	-	-	140
30/06/00	69	-	0	0	-	0	-	0	0
07/07/00	76	-	0	0	0	0	0	0	0
14/07/00	83	-	0	0	-	20	-	-	20
21/07/00	90	-	0	80	100	120	160	300	120
28/07/00	97	-	102	26	72	108	126	212	100
04/08/00	104	-	68	96	80	72	-	32	112
11/08/00	111	-	6	2	0	34	-	-	42
18/08/00	118	180	64	64	54	64	76	156	0
25/08/00	125	148	188	74	78	118	96	268	170
01/09/00	132	248	0	130	148	90	148	218	150
08/09/00	139	166	18	36	0	0	74	98	24
15/09/00	146	182	118	102	52	28	20	172	90
25/09/00	156	-	8	14	24	48	-	162	180

Tabela A.24 – Concentrações de sólidos suspensos voláteis no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
09/05/00	17	288	152	222	170	-	-	146	212
16/05/00	24	214	158	258	318	194	-	-	212
01/06/00	40	252	232	280	360	408	352	228	376
09/06/00	48	342	376	438	392	-	-	326	388
16/06/00	55	-	204	186	262	290	242	184	234
23/06/00	62	-	120	80	260	100	-	-	100
30/06/00	69	-	520	440	-	860	-	-	560
07/07/00	76	-	960	520	940	940	380	520	320
14/07/00	83	-	240	200	-	320	-	-	200
21/07/00	90	-	120	60	120	160	160	360	120
28/07/00	97	-	250	182	206	274	238	256	178
04/08/00	104	-	176	170	146	196	-	180	162
11/08/00	111	-	152	172	178	204	-	-	268
18/08/00	118	254	174	174	212	210	248	228	226
25/08/00	125	76	174	98	80	94	70	156	66
01/09/00	132	134	126	42	26	68	94	210	182
08/09/00	139	218	140	178	242	270	184	208	176
15/09/00	146	288	154	232	260	242	250	306	194
25/09/00	156	-	146	120	104	152	-	240	140

Tabela A.25 – Concentrações de cobre no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	0,20	-
09/05/00	17	0,27	0,23	0,24	0,21	-	-	0,23	0,17
16/05/00	24	0,26	0,20	0,20	0,21	0,19	-	0,17	0,17
01/06/00	40	0,24	0,20	ND	ND	0,23	0,20	0,20	0,20
09/06/00	48	0,21	0,24	0,24	0,21	0,24	-	0,18	0,20
23/06/00	62	-	0,24	0,24	0,23	0,21	-	-	ND
30/06/00	69	0,17	0,20	ND	0,17	-	0,17	ND	ND
07/07/00	76	-	0,14	0,15	0,17	0,11	0,11	0,14	0,12
14/07/00	83	-	0,12	0,17	-	0,11	-	-	0,14
21/07/00	90	-	0,07	0,14	0,20	0,18	0,17	0,11	0,17
28/07/00	97	-	0,14	0,17	0,20	0,14	0,14	0,17	0,15
04/08/00	104	-	0,22	0,21	0,21	0,21	-	ND	ND
11/08/00	111	-	0,21	ND	ND	ND	-	-	ND
18/08/00	118	-	0,22	0,21	0,21	-	0,21	0,21	ND
25/08/00	125	0,23	0,21	0,22	0,21	0,21	0,19	0,21	0,21
25/09/00	156	ND	ND	0,21	ND	ND	ND	ND	ND
29/09/00	160	0,23	ND	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
06/10/00	167	0,04	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
13/10/00	174	0,05	0,02	0,03	0,04	ND	ND	ND	ND
20/10/00	181	0,06	0,07	0,07	0,04	0,03	0,02	0,08	0,03
27/10/00	188	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	ND	0,01	ND
01/11/00	193	0,04	0,03	ND	ND	0,03	0,03	ND	ND
10/11/00	202	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	ND	ND	ND
17/11/00	209	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
24/11/00	216	0,04	0,04	0,03	ND	ND	ND	ND	ND
01/12/00	223	ND	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
08/12/00	230	0,07	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	ND	0,03	0,07	0,02	-	0,03	0,03	0,05
21/12/00	243	0,05	0,03	0,07	0,05	-	0,07	0,05	0,10
28/12/00	250	0,10	0,10	0,08	0,08	-	ND	ND	0,02
04/01/01	257	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03
11/01/01	264	0,05	0,03	0,06	0,03	-	0,03	0,04	0,04
18/01/01	271	0,07	0,05	0,05	0,04	-	0,03	0,03	0,03
25/01/01	278	0,05	0,04	0,04	0,03	-	0,02	0,03	0,03
01/02/01	285	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/02/01	292	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/02/01	299	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/02/01	306	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	0,01	ND	0,01	0,01	-	ND	ND	ND
15/03/01	327	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
29/03/01	341	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
05/04/01	348	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
12/04/01	355	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
19/04/01	362	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/04/01	369	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
03/05/01	376	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
10/05/01	383	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
17/05/01	390	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
24/05/01	397	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
31/05/01	404	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/06/01	416	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
21/06/01	425	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
27/06/01	431	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
05/07/01	439	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/07/01	446	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
19/07/01	453	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/07/01	460	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-

ND: Não detectável

Tabela A.26 – Concentrações de ferro no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	68,53	-
09/05/00	17	67,63	39,74	57,82	67,72	-	-	62,23	66,73
16/05/00	24	68,35	52,25	58,99	68,88	57,01	-	59,35	66,82
01/06/00	40	68,13	53,73	57,46	57,29	55,69	55,51	56,40	56,93
09/06/00	48	50,71	48,39	42,26	33,99	48,48	-	50,80	53,73
23/06/00	62	-	73,47	64,40	64,58	64,93	-	-	65,46
30/06/00	69	-	74,36	65,02	-	65,20	-	64,58	67,69
07/07/00	76	-	60,81	41,78	54,21	58,87	51,49	59,00	74,27
14/07/00	83	-	54,08	75,82	-	68,31	-	-	66,24
21/07/00	90	-	78,02	78,15	55,37	51,23	65,60	74,27	65,08
28/07/00	97	-	55,37	58,74	60,03	60,42	60,16	55,63	56,54
04/08/00	104	-	46,94	47,18	51,09	60,85	-	54,10	62,48
11/08/00	111	-	63,30	61,67	44,58	46,45	-	-	47,51
18/08/00	118	-	63,70	62,81	67,61	61,67	60,85	47,43	47,83
25/08/00	125	64,92	46,94	51,50	47,02	49,70	50,68	48,89	46,61
25/09/00	156	43,28	ND	ND	ND	12,84	4,54	24,96	12,84
29/09/00	160	30,58	14,30	9,26	9,18	4,70	12,84	32,21	4,29
06/10/00	167	37,48	22,63	12,43	12,63	17,53	17,63	21,92	29,57
13/10/00	174	39,06	21,61	9,57	11,41	11,10	15,79	27,02	14,26
20/10/00	181	36,92	26,00	21,31	17,73	20,90	26,92	27,23	21,00
27/10/00	188	38,04	34,47	33,35	26,00	27,02	20,90	29,57	10,95
01/11/00	193	41,67	32,53	32,79	32,63	20,84	21,16	21,68	23,96
10/11/00	202	44,21	41,10	37,83	36,74	30,87	30,66	26,56	27,13
17/11/00	209	32,37	25,78	27,39	29,10	15,65	18,46	19,13	19,91
24/11/00	216	38,76	32,84	30,82	32,37	29,72	26,04	22,19	26,14
01/12/00	223	34,40	19,94	21,26	22,64	20,88	26,15	27,09	26,26
08/12/00	230	34,45	21,32	21,54	18,79	-	17,97	25,82	17,36
14/12/00	236	30,44	20,05	20,66	18,46	-	17,53	26,32	26,21
21/12/00	243	31,32	19,89	18,90	18,96	-	23,52	18,35	25,77
28/12/00	250	26,81	18,79	18,19	20,22	-	22,64	18,35	24,18
04/01/01	257	34,00	22,28	21,94	21,79	23,08	24,66	25,25	24,26
11/01/01	264	30,74	12,55	19,76	21,59	-	23,62	25,25	22,93
18/01/01	271	37,11	22,28	19,57	22,53	-	22,28	26,14	21,20
25/01/01	278	36,22	22,58	19,47	21,89	-	23,57	26,34	21,99
01/02/01	285	36,62	35,97	32,56	31,28	-	31,18	30,69	30,79
08/02/01	292	32,47	35,13	35,18	35,04	-	32,37	31,67	21,30
15/02/01	299	35,13	35,58	37,11	39,09	-	38,59	39,43	28,71
22/02/01	306	36,12	35,48	36,12	37,11	-	40,08	24,16	27,47
08/03/01	320	26,04	26,73	24,26	18,33	-	21,30	20,31	20,80
15/03/01	327	26,73	25,50	25,25	24,76	-	25,25	27,23	27,47
22/03/01	334	26,24	25,74	22,53	22,28	-	19,32	18,13	18,08
29/03/01	341	19,57	19,32	18,53	17,99	-	17,54	17,39	17,34
05/04/01	348	12,87	6,17	5,08	6,64	-	8,64	7,79	7,76
12/04/01	355	12,13	4,24	5,96	8,51	-	9,57	9,10	9,23
19/04/01	362	13,12	5,46	5,21	7,30	-	9,38	8,07	-
26/04/01	369	12,78	7,95	6,42	8,04	-	9,91	9,29	-
03/05/01	376	11,94	7,33	6,24	6,61	6,73	10,23	9,23	-
10/05/01	383	13,75	7,54	6,83	8,11	5,96	10,94	8,67	-
17/05/01	390	13,65	6,36	6,45	-	-	10,04	9,48	-
24/05/01	397	13,65	7,33	6,67	-	5,49	9,57	8,70	-
31/05/01	404	12,31	7,42	3,99	-	-	6,98	9,10	-
12/06/01	416	15,74	8,92	8,23	-	-	10,28	11,14	-
21/06/01	425	14,68	8,58	7,86	-	-	7,82	10,62	-
27/06/01	431	13,83	8,58	7,35	-	-	8,23	9,60	-
05/07/01	439	14,99	11,34	8,23	-	-	8,06	8,41	-
12/07/01	446	14,62	9,60	8,30	-	-	10,45	10,62	-
19/07/01	453	14,65	8,75	8,23	-	-	9,43	10,55	-
26/07/01	460	10,28	7,86	7,89	-	-	7,82	8,23	-

ND: Não detectável

Tabela A.27 – Concentrações de sódio no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	1009,27	-
09/05/00	17	1928,65	1105,65	1268,77	1202,04	-	-	994,44	1613,54
16/05/00	24	1884,17	1064,88	1179,80	1124,19	1242,82	-	949,95	1561,64
01/06/00	40	2109,52	1179,49	1259,53	1198,55	1621,64	1209,98	1122,32	1678,81
09/06/00	48	1918,94	1126,13	1629,26	1126,13	1179,49	-	901,24	1545,40
23/06/00	62	-	1145,19	1640,69	1156,62	1202,36	-	-	1594,95
30/06/00	69	-	1156,62	1697,87	-	1480,61	-	916,49	1587,33
07/07/00	76	-	1231,19	1097,46	1013,87	863,42	876,79	846,70	841,69
14/07/00	83	-	1381,65	1324,81	-	1231,19	-	-	1222,83
21/07/00	90	-	1630,73	1587,26	1231,19	1164,32	1147,61	997,15	930,29
28/07/00	97	-	1247,91	1181,04	863,42	813,27	829,98	980,44	963,72
04/08/00	104	-	1452,61	1344,44	1533,73	1560,77	-	1609,44	1601,33
11/08/00	111	-	1668,93	1290,36	1317,40	1209,24	-	-	1236,28
18/08/00	118	-	1506,69	1385,00	1325,51	1309,29	1290,36	1109,19	1019,95
25/08/00	125	1528,32	1019,95	1068,62	1120,00	1155,16	1074,03	1311,99	1287,66
25/09/00	156	2504,50	2407,15	2247,61	2225,98	2166,49	2101,59	2115,11	1858,22
29/09/00	160	2020,47	1655,41	1750,06	1750,06	1744,65	1625,67	1614,85	2150,26
06/10/00	167	1820,55	1814,75	1021,09	919,70	1342,61	1313,64	1139,85	1168,81
13/10/00	174	1614,89	1617,79	1493,23	1487,44	1481,64	1429,51	1432,40	1452,68
20/10/00	181	2032,00	2008,83	1945,10	1530,89	1467,16	1484,54	1267,30	1264,40
27/10/00	188	2263,73	2046,48	2049,38	1820,55	1829,24	1788,68	1774,20	1777,10
01/11/00	193	2263,35	2228,85	1866,55	1473,21	1480,11	1459,41	1397,30	1345,54
10/11/00	202	2732,60	2532,48	2539,38	2560,08	1590,52	1248,93	1801,00	1238,58
17/11/00	209	2349,61	1821,70	1849,30	1435,25	1518,06	1590,52	1583,62	1328,29
24/11/00	216	2187,44	1883,81	1870,00	1763,04	1476,66	1473,21	1462,86	1245,48
01/12/00	223	3326,37	3294,80	2968,55	2958,03	2021,39	1979,30	1761,80	1677,61
08/12/00	230	2730,01	2449,37	2459,89	2466,91	-	2203,81	2224,86	2112,60
14/12/00	236	2719,49	2680,90	2554,61	2614,25	-	2372,19	1835,47	1607,45
21/12/00	243	2951,01	2459,89	2449,37	2533,56	-	1853,01	2028,41	1642,53
28/12/00	250	2940,49	2568,64	2109,09	2168,73	-	1782,85	1467,13	1396,97
04/01/01	257	3137,02	3312,84	3112,41	2321,22	2293,08	2187,59	1835,95	1361,24
11/01/01	264	2890,87	2873,29	2831,09	2335,28	-	2082,10	2046,94	1329,59
18/01/01	271	2954,17	2926,04	2855,71	2342,31	-	2004,74	1670,68	1347,17
25/01/01	278	2933,07	2926,04	2451,32	2468,90	-	2162,98	1635,52	1435,08
01/02/01	285	2398,58	2366,93	2732,63	2068,03	-	2110,23	2117,26	2092,65
08/02/01	292	2708,02	2433,74	2022,32	2170,01	-	2011,77	1378,82	1519,48
15/02/01	299	2961,20	2954,17	2750,22	1976,61	-	1762,11	1741,01	1466,73
22/02/01	306	2574,40	2243,85	2363,41	2082,10	-	1976,61	1378,82	1406,95
08/03/01	320	2433,74	2068,03	2099,68	2075,07	-	2057,49	2257,92	2468,90
15/03/01	327	2609,56	2001,22	1994,19	2011,77	-	2022,32	2018,80	2011,77
22/03/01	334	2539,23	2363,41	2293,08	2328,25	-	2293,08	2011,77	1994,19
29/03/01	341	2637,69	2468,90	2504,07	2380,99	-	2433,74	1748,04	1976,61
05/04/01	348	2598,49	2415,61	2294,36	2316,22	-	2495,12	2352,00	2256,59
12/04/01	355	2312,25	1942,52	1916,67	1884,87	-	1888,85	1894,81	1890,83
19/04/01	362	2035,94	1823,25	2008,11	2010,10	-	1998,17	1936,55	-
26/04/01	369	2292,37	2113,47	2103,53	2026,00	-	1948,48	1934,56	-
03/05/01	376	2344,05	354,26	348,30	2033,95	2027,99	1998,17	1984,26	-
10/05/01	383	2053,83	2006,13	1990,22	1984,26	1988,24	1966,37	1984,26	-
17/05/01	390	2276,47	2027,99	1986,25	-	-	1958,42	1974,32	-
24/05/01	397	2461,33	2284,42	2103,53	-	1914,69	1749,70	1791,44	-
31/05/01	404	2483,20	2276,47	2216,83	-	-	1757,65	1703,98	-
12/06/01	416	2264,63	2237,64	2035,20	-	-	2170,16	2012,06	-
21/06/01	425	2208,72	1992,78	1990,85	-	-	2006,28	1958,08	-
27/06/01	431	1996,64	1927,23	1892,53	-	-	1879,03	1896,38	-
05/07/01	439	1929,16	1958,08	1977,36	-	-	1842,40	1977,36	-
12/07/01	446	2010,13	2006,28	1994,71	-	-	1987,00	1977,36	-
19/07/01	453	2013,99	1977,36	1965,79	1961,93	-	1958,08	1842,40	-
26/07/01	460	1987,00	1983,14	1958,08	-	-	1929,16	1925,30	-

Tabela A.28 – Concentrações de cálcio no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	2443,58	-
09/05/00	17	2542,88	2778,07	2511,52	2529,82	-	-	2798,98	2778,07
16/05/00	24	2375,64	1795,51	2399,16	2485,39	2532,43	-	2224,07	2783,30
01/06/00	40	2745,95	2397,65	2408,04	2428,84	2413,24	2057,14	2330,07	2719,96
09/06/00	48	2979,89	2745,95	2480,82	2506,82	2473,03	-	2467,83	2719,96
23/06/00	62	-	2751,15	2447,03	2480,82	2473,03	-	-	2483,42
30/06/00	69	-	2766,75	2777,14	-	2771,95	-	2797,94	2758,95
07/07/00	76	-	3778,72	3036,78	3996,94	3293,19	3042,23	2660,35	3942,39
14/07/00	83	-	4547,95	3347,74	-	2638,53	-	-	3669,61
21/07/00	90	-	5093,50	4646,15	4618,87	4547,95	4629,78	4640,69	4602,51
28/07/00	97	-	3413,21	3615,06	4547,95	4291,54	4438,84	4547,95	4629,78
04/08/00	104	-	5030,23	5329,95	4760,49	4958,30	-	4964,29	4928,33
11/08/00	111	-	5126,14	5138,13	5030,23	5000,26	-	-	5030,23
18/08/00	118	-	5383,89	5120,14	5108,16	5509,77	4994,26	4538,70	4742,50
25/08/00	125	4760,49	5030,23	5090,17	5138,13	5102,16	5090,17	5030,23	5114,15
25/09/00	156	3459,72	2764,38	2812,34	2938,22	3028,13	2806,34	2662,48	2704,44
29/09/00	160	3591,60	1619,47	1721,38	1607,48	1493,59	2776,37	1613,48	1523,56
06/10/00	167	2461,86	2300,61	1359,99	1392,83	1246,51	1282,35	1267,42	1210,68
13/10/00	174	2300,61	1312,21	1300,26	1330,13	1359,99	1861,65	1270,40	1210,68
20/10/00	181	2449,91	1300,26	1300,26	1276,38	1345,06	1563,04	1312,21	1216,65
27/10/00	188	2614,15	1509,29	1234,57	640,34	935,96	1718,32	1443,60	1309,22
01/11/00	193	2890,42	2831,28	2399,91	2441,65	2431,21	2379,03	2483,40	1791,12
10/11/00	202	2900,85	2469,48	2431,21	2434,69	2013,76	2052,03	1961,58	1398,01
17/11/00	209	2838,23	2942,60	2935,64	3046,96	2831,28	2789,53	2855,63	2292,06
24/11/00	216	3213,94	2643,42	2685,17	2838,23	2751,26	2316,41	2323,37	1589,34
01/12/00	223	2403,43	2312,64	2238,67	2500,94	2628,72	1966,30	1986,48	1717,48
08/12/00	230	1902,42	1895,69	1700,67	1650,23	-	1603,15	1431,67	1438,39
14/12/00	236	1929,32	1902,42	1936,04	1885,60	-	1562,80	1364,42	1381,23
21/12/00	243	1942,77	1925,95	1919,23	1902,42	-	1229,92	1256,82	1243,37
28/12/00	250	1973,03	1962,94	1909,14	1902,42	-	1313,98	1260,18	1213,10
04/01/01	257	1972,60	1662,73	1907,93	1851,34	1773,20	1700,45	1748,95	1681,59
11/01/01	264	2401,02	1932,18	1991,46	2134,27	-	1668,12	1732,79	1719,31
18/01/01	271	2244,74	1681,59	1740,87	1813,62	-	1678,90	1775,90	1727,40
25/01/01	278	2433,36	2454,91	2392,94	2347,13	-	2309,41	2007,62	2002,24
01/02/01	285	2239,35	2029,18	1999,54	1969,90	-	2029,18	2163,91	2190,85
08/02/01	292	2403,72	1759,73	1813,62	1854,04	-	1447,17	1975,29	2163,91
15/02/01	299	2401,02	2190,85	2236,66	2255,52	-	2274,38	1953,73	1727,40
22/02/01	306	2215,10	2056,13	1894,46	1689,67	-	1748,95	1967,21	1813,62
08/03/01	320	2215,10	2056,13	1894,46	1689,67	-	1748,95	1967,21	1813,62
15/03/01	327	2395,63	2215,10	2285,16	1929,48	-	1975,29	2325,58	1301,67
22/03/01	334	2352,52	2379,47	2083,07	2045,35	-	1625,01	2110,02	1732,79
29/03/01	341	2271,69	2163,91	1991,46	1961,82	-	1921,40	2171,99	1544,17
05/04/01	348	3290,60	1990,30	2050,27	1706,79	-	3140,67	3178,83	2952,57
12/04/01	355	3037,08	1616,83	1963,04	1494,16	-	3173,38	3047,98	2655,44
19/04/01	362	2434,63	1957,58	1982,12	2028,46	-	1998,47	1979,39	-
26/04/01	369	2944,40	2977,11	2205,65	2464,62	-	2459,17	2478,25	-
03/05/01	376	2928,04	2704,51	1344,23	1687,71	2052,99	2350,13	2478,25	-
10/05/01	383	2622,73	2475,52	2450,99	2298,33	2232,91	2208,38	2200,20	-
17/05/01	390	2459,168	2450,99	2159,308	-	-	1412,384	1698,614	-
24/05/01	397	2977,11	2928,04	3009,82	-	2590,02	2595,47	2502,78	-
31/05/01	404	2900,78	3298,78	3470,51	-	-	2955,30	2928,04	-
12/06/01	416	2786,98	1974,57	1980,61	-	-	2041,02	2279,60	-
21/06/01	425	2735,64	1986,65	2022,89	-	-	2092,36	2282,62	-
27/06/01	431	3098,05	2584,63	2491,01	-	-	2487,99	2358,13	-
05/07/01	439	2811,14	2793,02	2790,00	-	-	2412,49	1962,49	-
12/07/01	446	2826,24	3098,05	2735,64	-	-	2010,81	2056,12	-
19/07/01	453	2554,43	2297,72	2282,62	2182,96	-	2494,03	2484,97	-
26/07/01	460	2790,00	2261,48	2340,00	2182,96	-	2343,03	2358,13	-

Tabela A.29 – Concentrações de potássio no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	317,58	--
09/05/00	17	2041,62	1505,87	1334,15	1347,88	-	-	1107,48	1299,80
16/05/00	24	2158,39	1540,21	1492,13	1279,20	1423,44	-	1038,79	1402,83
01/06/00	40	1919,46	1184,90	1224,96	1058,02	1191,57	911,10	1071,37	1218,28
09/06/00	48	1552,18	1258,35	1458,69	1391,91	1525,47	-	1178,22	1084,73
23/06/00	62	-	924,46	891,07	1124,79	1158,18	-	-	1325,13
30/06/00	69	-	1278,39	1311,78	-	1291,74	-	1325,13	777,54
07/07/00	76	-	1638,11	1250,00	1120,63	991,26	1023,60	991,26	1573,42
14/07/00	83	-	1780,41	1444,05	-	1250,00	-	-	1204,72
21/07/00	90	-	991,26	797,20	920,10	958,91	945,98	978,32	991,26
28/07/00	97	-	1055,94	1068,88	1107,69	1088,28	920,10	829,54	816,61
04/08/00	104	-	1380,87	1206,38	1171,48	1090,05	-	1497,20	1555,36
11/08/00	111	-	1497,20	1380,87	1206,38	1101,68	-	-	1491,38
18/08/00	118	-	1090,05	1066,79	1084,24	1090,05	1119,13	1101,68	1148,22
25/08/00	125	1206,38	1380,87	909,74	892,29	973,72	1043,52	1060,97	1090,05
25/09/00	156	1555,36	1671,69	1584,45	1485,57	1351,79	1311,08	1258,73	1264,54
29/09/00	160	1578,63	1555,36	1380,87	1177,30	1206,38	1264,54	1293,63	1194,75
06/10/00	167	1404,71	1117,61	926,22	1060,20	1098,48	1117,61	1060,20	843,28
13/10/00	174	919,84	741,20	753,96	868,80	958,12	983,64	970,88	964,50
20/10/00	181	1066,58	1481,27	1289,87	1130,37	1162,27	1181,41	1187,79	1175,03
27/10/00	188	1570,59	1481,27	1411,09	1398,33	1315,39	1309,01	1155,89	1130,37
01/11/00	193	1481,27	1449,37	1411,09	1283,49	1117,61	1123,99	1481,27	894,32
10/11/00	202	1672,67	1481,27	1289,87	1321,77	964,50	1021,92	843,28	856,04
17/11/00	209	1730,09	1468,51	1481,27	1328,15	1130,37	1213,31	1570,59	1436,61
24/11/00	216	1927,86	1098,48	1130,37	1117,61	1111,23	1098,48	1123,99	970,88
01/12/00	223	2715,23	2198,41	1662,79	1728,57	1559,42	1427,87	1343,30	1324,50
08/12/00	230	2696,44	2245,39	2179,61	2292,37	-	2339,36	1587,61	1286,92
14/12/00	236	2809,20	2621,26	1587,61	1634,60	-	1521,84	1540,63	1202,35
21/12/00	243	2677,64	1662,79	1653,39	1296,31	-	1305,71	1315,11	1042,60
28/12/00	250	2668,25	1615,80	1531,23	1512,44	-	1352,69	1362,09	1117,77
04/01/01	257	2051,68	1509,95	1292,02	1273,34	1285,79	1148,81	1541,09	1429,01
11/01/01	264	1740,34	1833,74	887,28	-	-	1416,55	1429,01	1260,89
18/01/01	271	2300,75	1491,27	1497,50	1578,45	-	1646,94	887,28	1864,88
25/01/01	278	2051,68	1864,88	1329,38	1267,11	-	1223,53	1204,85	1304,47
01/02/01	285	2238,48	1864,88	1771,48	1304,47	-	1323,15	1709,21	1740,34
08/02/01	292	2113,94	1821,29	1833,74	1796,38	-	1354,29	1734,12	1771,48
15/02/01	299	1914,69	1864,88	1877,33	1821,29	-	1329,38	1740,34	1783,93
22/02/01	306	2051,68	1958,28	1908,46	1777,70	-	1341,83	1759,02	1802,61
08/03/01	320	2300,75	1615,81	1565,99	1615,81	-	1429,01	1491,27	1460,14
15/03/01	327	1927,14	1709,21	1740,34	1790,16	-	1771,48	1740,34	1771,48
22/03/01	334	1983,18	1740,34	1759,02	1678,08	-	1802,61	1833,74	1864,88
29/03/01	341	1852,42	1777,70	1790,16	1783,93	-	1727,89	1702,98	1740,34
05/04/01	348	1155,45	1039,06	1030,75	980,86	-	947,61	955,92	947,61
12/04/01	355	1126,35	1022,43	947,61	943,45	-	926,82	947,61	947,61
19/04/01	362	1217,81	1180,39	1172,08	951,76	-	897,73	889,41	-
26/04/01	369	1113,88	1109,73	1101,41	901,88	-	797,96	897,73	-
03/05/01	376	1213,65	1197,02	585,96	856,16	947,61	926,82	876,94	-
10/05/01	383	531,92	573,49	577,64	569,33	552,70	615,06	544,39	-
17/05/01	390	565,17	531,92	523,60	-	-	565,17	573,49	-
24/05/01	397	573,49	548,55	531,92	-	989,18	947,61	1030,75	-
31/05/01	404	822,90	714,82	698,19	-	-	573,49	677,41	-
12/06/01	416	845,84	825,01	766,67	-	-	762,51	729,17	-
21/06/01	425	916,67	770,84	720,84	-	-	791,67	770,84	-
27/06/01	431	791,67	679,17	641,67	-	-	770,84	708,34	-
05/07/01	439	812,51	758,34	750,01	-	-	741,67	687,51	-
12/07/01	446	750,01	700,01	704,17	-	-	708,34	750,01	-
19/07/01	453	829,17	916,67	750,01	700,01	-	679,17	583,34	-
26/07/01	460	791,67	704,17	687,51	-	-	708,34	720,84	-

Tabela A.30 – Concentrações de magnésio no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	231,65	-
09/05/00	17	406,09	173,91	356,48	406,09	-	-	332,49	413,41
16/05/00	24	410,97	156,83	397,95	335,74	394,70	-	323,54	418,28
01/06/00	40	344,14	194,23	338,76	344,91	342,21	382,57	248,04	312,23
09/06/00	48	389,49	313,77	324,53	385,65	387,57	-	382,57	381,80
23/06/00	62	-	319,15	311,85	339,91	324,15	-	-	378,73
30/06/00	69	-	387,57	390,26	-	382,57	-	380,65	392,18
07/07/00	76	-	295,06	402,55	395,60	373,36	377,07	392,36	394,21
14/07/00	83	-	337,69	330,27	-	328,88	-	-	407,65
21/07/00	90	-	384,94	382,16	381,24	382,63	328,42	333,98	350,20
28/07/00	97	-	401,62	415,06	412,74	389,58	400,23	355,75	333,98
04/08/00	104	-	335,49	336,27	329,65	323,41	-	324,58	316,79
11/08/00	111	-	351,47	346,02	345,24	324,19	-	-	322,63
18/08/00	118	-	345,63	344,07	340,17	336,27	334,32	336,27	324,58
25/08/00	125	349,91	340,17	338,61	321,07	320,68	324,58	327,70	320,68
25/09/00	156	316,79	314,84	317,18	312,50	307,82	308,99	303,15	307,43
29/09/00	160	358,88	394,73	252,48	246,63	244,69	252,09	254,43	256,38
06/10/00	167	355,32	333,18	290,51	290,11	264,75	260,72	208,39	232,54
13/10/00	174	313,05	307,01	294,54	309,03	357,33	350,89	300,98	292,93
20/10/00	181	349,28	357,33	324,32	323,12	298,16	298,56	300,98	294,94
27/10/00	188	328,35	325,13	316,27	258,71	249,85	252,27	222,08	221,68
01/11/00	193	396,42	309,88	313,84	315,32	318,29	319,77	262,91	302,96
10/11/00	202	346,48	335,60	336,09	335,10	322,74	319,28	319,77	302,96
17/11/00	209	359,33	356,36	352,90	351,91	274,78	275,76	273,29	159,56
24/11/00	216	362,30	307,91	328,18	305,93	304,44	302,96	303,46	211,48
01/12/00	223	276,73	265,28	263,30	262,51	262,12	266,07	281,07	174,46
08/12/00	230	332,01	261,72	302,39	288,57	-	243,17	206,05	178,41
14/12/00	236	327,66	261,33	307,92	283,44	-	236,85	154,72	142,88
21/12/00	243	336,35	371,88	312,66	283,05	-	231,72	154,72	146,83
28/12/00	250	379,78	335,56	320,55	282,65	-	228,95	159,07	150,38
04/01/01	257	366,02	344,35	339,53	336,65	335,68	291,86	284,16	286,57
11/01/01	264	321,24	267,30	341,94	351,09	-	296,20	288,97	207,11
18/01/01	271	242,26	206,63	208,56	191,70	-	255,75	260,08	270,19
25/01/01	278	339,53	331,35	329,90	327,50	-	319,79	314,01	314,49
01/02/01	285	418,99	366,02	369,39	369,87	-	363,13	364,09	358,80
08/02/01	292	428,62	379,50	381,43	374,69	-	373,72	325,57	296,20
15/02/01	299	411,28	423,80	375,17	258,64	-	290,42	378,06	423,80
22/02/01	306	393,95	428,62	379,50	259,12	-	307,75	323,64	325,57
08/03/01	320	365,06	357,83	364,09	341,46	-	341,94	353,98	357,35
15/03/01	327	317,87	319,31	313,05	303,42	-	301,01	300,05	245,15
22/03/01	334	363,61	366,02	367,46	370,83	-	361,20	351,57	346,76
29/03/01	341	370,83	366,02	361,20	356,39	-	353,98	361,20	370,83
05/04/01	348	99,72	91,56	95,35	48,14	-	69,70	106,42	96,22
12/04/01	355	93,89	84,56	90,68	45,80	-	69,99	104,38	90,39
19/04/01	362	102,05	81,65	83,98	48,43	-	67,08	90,39	-
26/04/01	369	81,65	39,10	37,35	55,13	-	81,65	93,89	-
03/05/01	376	99,14	90,39	93,31	52,51	69,99	89,81	86,60	-
10/05/01	383	100,30	94,47	92,14	95,64	96,22	101,18	103,51	-
17/05/01	390	84,27	83,69	81,65	-	-	79,90	83,98	-
24/05/01	397	90,39	64,16	61,25	-	67,66	68,24	67,08	-
31/05/01	404	100,30	61,25	66,79	-	-	69,41	67,08	-
12/06/01	416	99,77	87,61	96,42	-	-	69,38	101,28	-
21/06/01	425	102,20	79,71	86,09	-	-	64,82	99,77	-
27/06/01	431	118,91	83,05	87,61	-	-	59,96	86,09	-
05/07/01	439	97,64	91,86	64,21	-	-	57,22	76,98	-
12/07/01	446	104,32	89,13	86,09	-	-	73,94	79,71	-
19/07/01	453	82,75	76,98	75,46	71,81	-	73,33	80,01	-
26/07/01	460	64,51754	69,07544	61,7828	-	-	75,4565	73,9372	-

Tabela A.31 – Concentrações de cromo no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	ND	-
09/05/00	17	0,12	0,94	0,04	0,01	-	-	0,01	0,01
16/05/00	24	0,06	0,76	-	-	-	-	ND	ND
01/06/00	40	0,08	0,73	ND	ND	ND	ND	ND	ND
09/06/00	48	ND	0,21	ND	ND	0,05	-	ND	ND
23/06/00	62	-	0,38	0,41	0,05	ND	-	-	ND
30/06/00	69	-	0,08	0,17	-	0,38	-	ND	ND
07/07/00	76	-	0,18	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,10
14/07/00	83	-	0,13	0,06	-	0,08	-	-	0,10
21/07/00	90	-	0,17	0,10	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10
28/07/00	97	-	0,10	0,03	0,01	0,10	0,06	0,05	0,03
04/08/00	104	-	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND
11/08/00	111	-	0,02	ND	ND	ND	-	-	ND
18/08/00	118	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25/08/00	125	0,03	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25/09/00	156	0,16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29/09/00	160	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
06/10/00	167	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13/10/00	174	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20/10/00	181	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27/10/00	188	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
01/11/00	193	0,16	0,16	ND	ND	0,16	ND	0,16	0,16
10/11/00	202	0,16	0,16	0,16	ND	0,16	ND	ND	ND
17/11/00	209	0,22	0,18	0,18	0,16	0,16	0,18	0,16	0,16
24/11/00	216	0,24	0,20	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16
01/12/00	223	ND	ND	ND	0,30	ND	ND	ND	ND
08/12/00	230	ND	0,22	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	ND	0,30	0,22	0,28	-	ND	ND	ND
21/12/00	243	ND	ND	0,18	ND	-	ND	ND	ND
28/12/00	250	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	0,10	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
25/01/01	278	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/02/01	292	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/02/01	299	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/02/01	306	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/03/01	327	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
29/03/01	341	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
05/04/01	348	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
12/04/01	355	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
19/04/01	362	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/04/01	369	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
03/05/01	376	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
10/05/01	383	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
17/05/01	390	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
24/05/01	397	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
31/05/01	404	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/06/01	416	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
21/06/01	425	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
27/06/01	431	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
05/07/01	439	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/07/01	446	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
19/07/01	453	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/07/01	460	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-

ND: Não detectável

Tabela A.32 – Concentrações de cádmio no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	ND	-
09/05/00	17	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND
16/05/00	24	ND	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND
01/06/00	40	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
09/06/00	48	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	-	0,05	0,06
23/06/00	62	-	0,04	0,04	0,04	0,04	-	-	0,05
30/06/00	69	-	0,03	0,04	-	0,04	-	0,04	0,04
07/07/00	76	-	0,07	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03
14/07/00	83	-	0,08	0,06	-	0,05	-	-	0,04
21/07/00	90	-	0,12	0,08	0,08	0,06	0,04	0,03	0,04
28/07/00	97	-	0,14	0,15	0,08	0,10	0,11	0,08	0,05
04/08/00	104	-	0,03	0,03	0,03	0,01	-	0,06	0,00
11/08/00	111	-	0,01	ND	0,01	0,01	-	-	ND
18/08/00	118	-	0,04	0,02	0,01	ND	0,01	0,03	0,01
25/08/00	125	0,04	0,03	0,02	0,01	ND	ND	0,03	0,04
25/09/00	156	0,04	0,03	0,03	0,04	ND	ND	0,02	0,04
29/09/00	160	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
06/10/00	167	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13/10/00	174	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20/10/00	181	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27/10/00	188	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
01/11/00	193	0,02	0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	ND
10/11/00	202	0,01	0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	ND
17/11/00	209	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
24/11/00	216	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	ND	0,01	ND
01/12/00	223	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
08/12/00	230	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
21/12/00	243	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
28/12/00	250	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
25/01/01	278	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/02/01	292	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/02/01	299	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/02/01	306	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/03/01	327	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
29/03/01	341	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
05/04/01	348	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
12/04/01	355	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
19/04/01	362	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/04/01	369	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
03/05/01	376	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
10/05/01	383	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
17/05/01	390	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
24/05/01	397	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
31/05/01	404	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/06/01	416	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
21/06/01	425	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
27/06/01	431	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
05/07/01	439	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/07/01	446	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
19/07/01	453	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/07/01	460	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-

ND: Não detectável

Tabela A.33 – Concentrações de níquel no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	1,17	-
09/05/00	17	4,76	0,06	3,65	3,38	-	-	ND	0,06
16/05/00	24	6,97	3,38	3,65	4,20	4,48	-	3,38	3,93
01/06/00	40	0,57	0,07	0,30	0,41	0,20	0,09	0,25	0,25
09/06/00	48	0,78	0,25	0,30	0,46	0,52	-	0,30	0,28
23/06/00	62	-	0,38	0,44	0,41	0,25	-	-	0,25
30/06/00	69	-	0,52	0,57	-	0,33	-	0,28	0,20
07/07/00	76	-	0,68	0,46	0,38	0,03	ND	ND	ND
14/07/00	83	-	0,03	ND	-	ND	-	-	ND
21/07/00	90	-	ND	ND	0,03	0,24	0,46	0,38	0,16
28/07/00	97	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04/08/00	104	-	0,11	0,16	0,08	0,06	-	ND	0,06
11/08/00	111	-	0,22	0,16	0,11	0,08	-	-	0,08
18/08/00	118	-	0,24	0,08	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08
25/08/00	125	0,48	0,43	0,35	0,30	0,16	0,22	0,35	0,22
25/09/00	156	0,96	0,08	0,06	0,03	0,03	0,06	0,03	0,00
29/09/00	160	1,36	0,03	ND	ND	0,03	ND	0,06	0,03
06/10/00	167	2,42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13/10/00	174	2,72	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20/10/00	181	1,81	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27/10/00	188	2,30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
01/11/00	193	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10/11/00	202	0,55	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17/11/00	209	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24/11/00	216	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
01/12/00	223	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
08/12/00	230	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
21/12/00	243	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
28/12/00	250	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
25/01/01	278	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/02/01	292	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/02/01	299	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/02/01	306	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/03/01	327	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
29/03/01	341	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
05/04/01	348	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
12/04/01	355	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
19/04/01	362	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/04/01	369	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
03/05/01	376	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
10/05/01	383	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
17/05/01	390	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
24/05/01	397	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
31/05/01	404	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/06/01	416	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
21/06/01	425	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
27/06/01	431	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
05/07/01	439	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/07/01	446	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
19/07/01	453	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/07/01	460	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-

ND: Não detectável

Tabela A.34 – Concentrações de chumbo no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	0,87	-
09/05/00	17	1,17	0,92	0,87	0,77	-	-	0,77	0,77
16/05/00	24	1,02	0,67	0,72	0,62	0,77	-	0,67	0,77
01/06/00	40	1,21	1,08	1,12	1,08	1,12	1,12	1,21	1,21
09/06/00	48	1,30	1,08	1,08	0,99	1,08	-	0,99	0,99
23/06/00	62	-	1,21	1,17	1,08	1,12	-	-	1,08
30/06/00	69	-	1,17	1,08	-	1,12	-	1,08	1,12
07/07/00	76	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14/07/00	83	-	ND	ND	-	ND	-	-	ND
21/07/00	90	-	0,10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28/07/00	97	-	0,10	ND	0,10	0,10	ND	ND	ND
04/08/00	104	-	0,20	ND	0,04	0,20	-	0,20	ND
11/08/00	111	-	0,36	0,20	ND	0,04	-	-	0,04
18/08/00	118	-	0,44	0,28	0,36	0,20	0,12	0,04	ND
25/08/00	125	0,36	0,20	0,12	0,12	0,04	0,04	ND	ND
25/09/00	156	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29/09/00	160	0,44	ND	ND	ND	0,04	0,12	0,20	0,20
06/10/00	167	1,23	0,76	0,76	0,70	0,86	0,91	0,97	0,97
13/10/00	174	1,34	1,02	1,13	1,07	1,23	1,23	1,23	1,39
20/10/00	181	1,28	1,02	0,91	0,91	0,91	1,02	1,07	1,07
27/10/00	188	1,23	0,91	0,76	0,70	0,91	0,97	1,02	1,02
01/11/00	193	1,53	1,22	0,91	0,91	0,91	1,22	1,22	0,79
10/11/00	202	1,22	1,22	0,91	0,91	0,85	0,79	1,22	0,91
17/11/00	209	1,72	1,22	1,34	1,22	1,10	1,22	1,10	0,91
24/11/00	216	1,53	1,34	1,22	1,22	1,22	1,10	0,97	0,91
01/12/00	223	0,37	0,15	0,15	ND	ND	ND	ND	ND
08/12/00	230	0,70	0,48	ND	ND	-	ND	ND	ND
14/12/00	236	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
21/12/00	243	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
28/12/00	250	0,15	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
04/01/01	257	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11/01/01	264	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
18/01/01	271	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
25/01/01	278	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
01/02/01	285	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/02/01	292	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/02/01	299	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/02/01	306	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
08/03/01	320	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
15/03/01	327	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
22/03/01	334	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
29/03/01	341	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
05/04/01	348	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
12/04/01	355	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND
19/04/01	362	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/04/01	369	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
03/05/01	376	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
10/05/01	383	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
17/05/01	390	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
24/05/01	397	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
31/05/01	404	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/06/01	416	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
21/06/01	425	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
27/06/01	431	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
05/07/01	439	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
12/07/01	446	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
19/07/01	453	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	-
26/07/01	460	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-

ND: Não detectável

Tabela A.35 – Concentrações de zinco no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	0,03	-
09/05/00	17	0,27	0,42	0,17	0,12	-	-	0,15	0,13
16/05/00	24	0,23	0,28	0,10	0,39	0,10	-	0,07	0,07
01/06/00	40	0,25	0,30	0,19	0,15	0,17	0,12	0,14	0,12
09/06/00	48	0,24	0,27	0,11	0,33	0,14	-	0,08	0,08
23/06/00	62	-	0,24	0,11	0,30	0,11	-	-	0,08
30/06/00	69	-	0,21	0,11	-	0,10	-	0,14	0,11
07/07/00	76	-	0,35	0,36	0,30	0,22	0,14	0,11	0,11
14/07/00	83	-	0,32	0,24	-	0,19	-	-	0,14
21/07/00	90	-	0,21	0,19	0,25	0,24	0,19	0,17	0,11
28/07/00	97	-	0,22	0,16	0,21	0,13	0,17	0,14	0,10
04/08/00	104	-	0,28	0,24	0,21	0,18	-	0,17	0,17
11/08/00	111	-	0,17	0,13	0,14	0,12	-	-	0,10
18/08/00	118	-	0,17	0,24	0,22	0,22	0,14	0,13	0,12
25/08/00	125	0,27	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16
25/09/00	156	0,33	0,30	0,19	0,42	0,40	0,28	0,28	0,29
29/09/00	160	0,32	0,31	0,30	0,33	0,24	0,28	0,26	0,26
06/10/00	167	0,38	0,35	0,34	0,34	0,32	0,28	0,29	0,28
13/10/00	174	0,36	0,36	0,35	0,29	0,32	0,32	0,28	0,28
20/10/00	181	0,42	0,39	0,39	0,37	0,37	0,36	0,35	0,32
27/10/00	188	0,35	0,34	0,34	0,32	0,29	0,28	0,27	0,29
01/11/00	193	0,39	0,40	0,37	0,37	0,33	0,30	0,28	0,32
10/11/00	202	0,39	0,40	0,40	0,40	0,37	0,39	0,42	0,43
17/11/00	209	0,38	0,37	0,32	0,33	0,34	0,28	0,26	0,33
24/11/00	216	0,39	0,34	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,30
01/12/00	223	0,36	0,38	0,41	0,46	0,32	0,54	0,39	0,43
08/12/00	230	0,42	0,51	0,44	0,35	-	0,53	0,42	0,49
14/12/00	236	0,45	0,61	0,50	0,37	-	0,53	0,45	0,27
21/12/00	243	0,47	0,58	0,44	0,40	-	0,49	0,46	0,49
28/12/00	250	0,38	0,52	0,40	0,34	-	0,44	0,40	0,45
04/01/01	257	0,38	0,53	0,36	0,30	-	0,39	0,35	0,36
11/01/01	264	0,32	0,55	0,49	0,51	-	0,32	0,32	0,35
18/01/01	271	0,40	0,49	0,45	0,42	-	0,38	0,33	0,42
25/01/01	278	0,33	0,51	0,55	0,87	-	0,48	0,46	0,31
01/02/01	285	0,41	0,51	0,34	0,37	-	0,40	0,33	0,44
08/02/01	292	0,40	0,47	0,37	0,36	-	0,41	0,32	0,44
15/02/01	299	0,37	0,47	0,33	0,30	-	0,39	0,30	0,40
22/02/01	306	0,40	0,52	0,38	0,37	-	0,39	0,31	0,42
08/03/01	320	0,29	0,27	0,25	0,23	-	0,25	0,25	0,23
15/03/01	327	0,32	0,32	0,37	0,37	-	0,36	0,34	0,34
22/03/01	334	0,56	0,48	0,37	0,37	-	0,26	0,33	0,34
29/03/01	341	0,51	0,49	0,44	0,26	-	0,24	0,21	0,20
05/04/01	348	0,14	0,08	0,07	0,05	-	0,04	0,03	0,04
12/04/01	355	0,15	0,13	0,09	0,06	-	0,07	0,06	0,05
19/04/01	362	0,11	0,11	0,11	0,10	-	0,10	0,09	-
26/04/01	369	0,14	0,11	0,12	0,10	-	0,10	0,09	-
03/05/01	376	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	-
10/05/01	383	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,06	-
17/05/01	390	0,14	0,13	0,13	-	-	0,12	0,11	-
24/05/01	397	0,15	0,15	0,13	-	0,07	0,08	0,06	-
31/05/01	404	0,16	0,15	0,11	-	0,01	0,10	0,09	-
12/06/01	416	0,20	0,12	0,09	-	-	0,06	0,04	-
21/06/01	425	0,17	0,11	0,08	-	-	0,07	0,04	-
27/06/01	431	0,18	0,11	0,07	-	-	0,06	0,05	-
05/07/01	439	0,17	0,08	0,05	-	-	0,05	0,05	-
12/07/01	446	0,20	0,10	0,06	-	-	0,06	0,05	-
19/07/01	453	0,14	0,09	0,05	0,04	-	0,04	0,03	-
26/07/01	460	0,12	0,12	0,03	-	-	0,05	0,04	-

Tabela A.36 – Concentrações de manganês no percolado dos reatores (mg/L)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
25/04/00	3	-	-	-	-	-	-	8,84	-
09/05/00	17	7,70	3,33	7,24	8,93	-	-	8,78	8,91
16/05/00	24	8,04	4,34	8,35	8,63	6,29	-	8,42	8,40
01/06/00	40	5,13	5,11	4,94	2,39	2,02	2,51	3,09	2,99
09/06/00	48	4,74	4,45	3,13	3,17	2,99	-	2,97	2,99
23/06/00	62	-	2,16	2,04	2,08	3,07	-	-	3,04
30/06/00	69	-	3,87	4,10	-	2,97	-	3,24	2,99
07/07/00	76	-	4,75	2,70	4,53	7,06	4,22	-	6,12
14/07/00	83	-	4,20	2,74	-	6,86	-	-	4,82
21/07/00	90	-	4,67	2,88	4,28	7,04	3,67	5,10	4,90
28/07/00	97	-	3,67	2,37	3,32	7,11	6,78	-	4,95
04/08/00	104	-	5,01	5,07	5,14	5,17	-	3,67	3,83
11/08/00	111	-	6,08	4,30	4,06	3,96	-	-	4,35
18/08/00	118	-	5,33	3,75	3,96	5,40	3,31	5,22	3,71
25/08/00	125	4,21	4,04	4,06	3,18	5,62	3,67	5,45	3,10
25/09/00	156	9,21	1,67	1,15	1,26	2,31	2,15	10,18	1,97
29/09/00	160	9,01	2,58	1,13	1,52	2,99	2,97	9,50	2,41
06/10/00	167	11,67	4,33	1,48	2,13	3,38	3,52	11,73	1,46
13/10/00	174	11,29	1,53	1,36	1,59	3,61	3,44	11,79	1,51
20/10/00	181	11,60	1,65	2,55	3,78	2,67	2,90	10,71	1,36
27/10/00	188	11,76	2,43	1,89	2,29	1,47	1,66	12,24	2,48
01/11/00	193	11,02	10,71	8,68	7,82	8,21	7,51	8,16	3,59
10/11/00	202	10,99	10,96	8,89	7,44	7,04	6,64	7,62	2,96
17/11/00	209	11,08	11,01	8,98	8,23	8,53	7,91	8,14	3,67
24/11/00	216	10,70	10,06	7,42	8,20	8,18	7,13	7,16	3,95
01/12/00	223	3,88	4,14	1,25	1,55	1,41	3,31	2,16	2,46
08/12/00	230	3,20	1,45	1,29	1,33	-	3,26	3,71	2,49
14/12/00	236	2,51	1,46	1,40	1,41	-	3,21	3,83	2,60
21/12/00	243	2,16	1,51	1,29	1,45	-	3,23	3,91	2,54
28/12/00	250	1,90	1,54	1,36	1,65	-	3,15	3,85	2,49
04/01/01	257	3,61	4,10	2,74	2,75	1,93	2,90	2,41	3,13
11/01/01	264	3,19	3,73	2,38	2,73	-	3,00	2,16	3,61
18/01/01	271	3,41	4,13	2,63	2,75	-	2,85	2,31	3,29
25/01/01	278	3,18	3,94	2,48	2,66	-	3,16	2,06	3,05
01/02/01	285	3,38	3,88	4,13	4,10	-	2,00	2,34	2,35
08/02/01	292	3,64	2,18	1,13	2,63	-	2,44	2,41	3,33
15/02/01	299	3,60	2,16	1,41	2,50	-	2,49	2,34	3,28
22/02/01	306	3,58	2,25	1,40	2,69	-	2,41	2,43	3,35
08/03/01	320	3,38	3,41	3,44	3,35	-	3,30	3,13	3,00
15/03/01	327	2,63	2,78	2,89	3,38	-	3,39	3,44	2,41
22/03/01	334	3,13	3,04	3,06	2,49	-	2,34	2,25	2,04
29/03/01	341	2,38	2,19	2,04	2,50	-	2,75	2,00	1,75
05/04/01	348	2,57	2,26	1,70	1,60	-	2,00	1,70	1,67
12/04/01	355	2,32	2,00	1,77	1,95	-	2,01	1,72	1,70
19/04/01	362	2,81	2,44	2,37	2,19	-	1,88	1,80	-
26/04/01	369	2,17	1,87	1,82	1,78	-	1,70	1,70	-
03/05/01	376	2,43	2,27	2,19	1,70	1,64	1,60	1,57	-
10/05/01	383	2,44	1,70	2,00	1,95	2,07	1,57	1,45	-
17/05/01	390	2,63	2,59	2,32	-	-	1,70	1,71	-
24/05/01	397	1,70	1,08	0,88	-	1,34	1,20	0,83	-
31/05/01	404	2,32	1,95	1,76	-	1,34	1,64	1,57	-
12/06/01	416	2,15	2,06	1,93	-	1,40	2,15	1,81	-
21/06/01	425	2,26	2,01	1,81	-	-	2,31	1,78	-
27/06/01	431	2,08	1,81	1,67	-	-	2,07	1,74	-
05/07/01	439	2,32	2,33	2,22	-	-	2,08	1,81	-
12/07/01	446	2,50	2,29	2,15	-	-	1,94	1,92	-
19/07/01	453	2,22	2,08	1,94	1,81	-	2,08	1,53	-
26/07/01	460	1,81	1,67	1,50	-	-	1,63	1,67	-

Tabela A.37 – Fração mássica de CH₄ nos gases reatores (%)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
04/08/00	104	0,00	3,61	4,64	3,96	3,13	4,27	0,00	0,00
17/11/00	209	2,88	7,84	-	-	-	7,51	9,03	9,94
22/11/00	214	5,22	8,65	7,83	5,39	7,88	8,50	9,64	10,42
29/11/00	221	8,20	7,42	8,20	8,31	-	-	-	9,74
06/12/00	228	8,60	7,45	6,36	-	6,31	8,69	10,00	8,58
13/12/00	235	8,94	10,87	6,40	5,90	8,41	7,82	9,76	11,45
20/12/00	242	10,66	7,87	7,64	4,35	5,64	7,40	8,28	7,77
27/12/00	249	7,61	7,27	8,14	6,46	8,28	8,13	9,67	9,82
03/01/01	256	8,97	10,30	8,59	6,48	8,52	8,51	9,04	9,92
10/01/01	263	10,92	7,99	6,39	5,08	8,52	8,19	9,45	9,28
16/01/01	269	11,27	7,89	8,82	7,79	8,11	8,40	9,82	9,61
25/01/01	278	10,53	8,28	8,00	4,11	7,71	7,67	8,12	10,00
09/02/01	293	10,14	8,31	8,41	-	8,14	6,68	6,32	9,70
15/02/01	299	7,59	8,89	4,98	8,02	8,16	8,17	10,48	6,10
22/02/01	306	5,90	4,92	8,84	6,00	9,01	7,54	13,03	8,12
08/03/01	320	9,69	4,15	9,30	-	3,63	7,43	7,29	7,17
15/03/01	327	9,28	5,31	-	1,82	5,62	7,94	5,10	8,30
22/03/01	334	7,17	6,53	8,70	6,10	7,39	8,47	9,01	9,67
29/03/01	341	7,08	-	2,21	3,52	5,84	6,76	7,30	1,96
05/04/01	348	9,20	5,73	0,53	1,04	4,24	5,33	8,48	6,69
12/04/01	355	8,77	-	0,50	0,73	3,71	5,68	9,37	6,36
19/04/01	362	9,83	-	0,45	0,61	4,20	5,75	9,02	8,14
26/04/01	369	9,79	-	0,69	-	7,02	2,34	9,10	10,26
17/05/01	390	2,77	2,05	2,42	1,13	-	1,17	5,73	0,78
24/05/01	397	0,24	5,20	2,39	1,27	3,12	0,50	4,81	4,93
26/07/01	460	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00

Tabela A.38 – Fração mássica de N₂ nos gases reatores (%)

Data	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
04/08/00	104	100,00	32,65	25,76	21,01	42,67	14,59	100,00	100,00
17/11/00	209	34,07	17,92	-	-	-	16,88	11,04	7,06
22/11/00	214	5,98	7,39	19,59	30,57	17,80	2,16	1,27	3,04
29/11/00	221	3,79	4,98	12,44	14,44	-	-	-	2,82
06/12/00	228	2,23	18,74	28,48	-	32,15	2,91	1,90	3,32
13/12/00	235	2,66	3,08	27,22	21,61	9,62	10,36	0,93	2,89
20/12/00	242	3,69	7,27	8,26	30,50	27,42	2,57	2,64	10,30
27/12/00	249	46,34	13,30	18,54	15,96	9,06	3,43	3,40	5,78
03/01/01	256	2,42	2,42	8,44	18,05	10,30	1,99	5,06	4,58
10/01/01	263	1,97	10,68	29,15	36,47	16,21	4,05	1,99	5,49
16/01/01	269	6,39	17,39	7,28	9,95	23,42	10,02	4,20	2,93
25/01/01	278	2,09	7,55	16,76	56,42	29,49	10,19	17,67	2,64
09/02/01	293	3,11	7,76	9,97	-	23,76	24,67	36,01	7,33
15/02/01	299	18,50	5,94	41,78	28,23	7,69	16,28	2,98	30,01
22/02/01	306	10,08	3,21	20,37	25,03	14,30	17,32	1,99	25,04
08/03/01	320	6,23	51,76	12,05	-	59,90	13,71	24,53	25,90
15/03/01	327	8,67	42,54	-	75,66	37,15	10,14	43,44	20,37
22/03/01	334	33,56	83,53	12,63	28,14	16,70	5,50	5,16	9,39
29/03/01	341	28,00	-	68,33	54,20	32,07	25,29	20,26	7,52
05/04/01	348	10,85	36,73	89,72	82,38	46,60	33,52	12,16	31,55
12/04/01	355	10,57	-	88,19	93,21	46,33	24,59	14,77	34,43
19/04/01	362	11,61	-	88,51	93,67	33,80	24,60	16,56	46,85
26/04/01	369	10,52	-	88,21	-	9,36	31,09	16,85	58,02
17/05/01	390	69,77	72,28	67,63	81,68	-	77,43	34,95	85,69
24/05/01	397	96,12	38,75	70,28	78,87	51,98	87,65	43,26	78,82
26/07/01	460	100,00	100,00	100,00	100,00	99,36	100,00	100,00	100,00

Tabela A.40 – Percentuais de variáveis analisadas no R1 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	0,74	0,82	-	0,69	-
16/05/00	24	0,72	-	-	0,68	5,90
01/06/00	40	0,84	0,96	0,70	0,70	5,71
09/06/00	48	0,84	1,00	0,71	0,68	5,65
16/06/00	55	-	-	-	-	-
23/06/00	62	-	-	-	-	-
30/06/00	69	-	-	-	-	-
07/07/00	76	-	-	-	-	-
14/07/00	83	-	-	-	-	-
21/07/00	90	-	-	-	-	-
28/07/00	97	-	-	-	-	-
04/08/00	104	-	-	-	-	-
11/08/00	111	-	-	-	-	-
18/08/00	118	0,81	0,98	0,45	-	5,64
25/08/00	125	0,76	0,94	0,51	0,78	5,54
01/09/00	132	0,94	0,89	1,00	-	5,58
08/09/00	139	0,94	0,89	0,63	-	5,60
15/09/00	146	0,87	0,90	0,63	-	5,32
25/09/00	156	0,93	0,88	-	0,61	5,65
29/09/00	160	1,00	0,87	0,92	0,57	5,49
06/10/00	167	-	0,88	0,98	0,60	5,64
13/10/00	174	0,95	0,97	0,84	0,51	5,46
20/10/00	181	0,91	0,95	0,37	0,58	5,67
27/10/00	188	0,85	0,84	0,45	0,67	5,90
01/11/00	193	0,82	0,84	0,31	0,69	6,14
10/11/00	202	0,59	0,83	0,35	0,75	7,21
17/11/00	209	0,55	0,84	0,39	0,72	7,30
24/11/00	216	0,32	0,79	0,32	0,76	7,40
01/12/00	223	0,29	0,71	0,37	0,63	7,52
08/12/00	230	0,19	0,70	0,36	0,58	7,33
14/12/00	236	0,20	0,70	0,35	0,59	7,30
21/12/00	243	0,10	0,82	-	0,60	7,47
28/12/00	250	0,11	0,81	-	1,00	7,52
04/01/01	257	0,07	0,64	-	0,74	7,42
11/01/01	264	0,07	0,61	-	0,72	7,56
18/01/01	271	0,09	0,52	0,15	0,76	7,72
25/01/01	278	0,06	0,50	0,08	0,76	7,49
01/02/01	285	0,06	0,47	0,28	0,72	7,23
08/02/01	292	0,05	0,45	0,17	0,75	7,66
15/02/01	299	0,04	0,44	-	0,76	7,36
22/02/01	306	0,06	0,43	0,12	0,71	7,05
08/03/01	320	0,06	0,37	-	0,72	7,03
15/03/01	327	0,06	0,38	0,25	0,71	7,07
22/03/01	334	0,06	0,45	0,18	0,71	7,03
29/03/01	341	0,08	0,25	0,14	0,70	7,04
05/04/01	348	0,04	0,42	0,10	0,70	7,03
12/04/01	355	0,06	0,34	0,10	0,64	7,14
19/04/01	362	0,03	0,26	0,20	0,57	7,25
26/04/01	369	0,03	0,34	0,15	0,63	7,14
03/05/01	376	0,03	0,37	0,00	0,65	7,02
10/05/01	383	0,04	0,36	0,00	0,52	6,97
17/05/01	390	0,03	0,36	-	0,53	7,29
24/05/01	397	0,03	0,17	0,00	0,60	7,04
31/05/01	404	0,06	0,41	0,00	0,62	6,86
12/06/01	416	0,03	0,34	0,00	0,59	7,16
21/06/01	425	0,02	0,32	0,00	0,59	6,91
27/06/01	431	0,03	0,31	0,00	0,59	6,91
05/07/01	439	0,04	0,32	0,00	0,55	6,91
12/07/01	446	0,02	0,30	0,00	0,56	6,84
19/07/01	453	0,03	0,30	0,00	0,54	6,97
26/07/01	460	0,02	0,29	0,00	0,55	7,03

Tabela A.41 – Percentuais de variáveis analisadas no R2 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	0,65	0,69	-	0,57	-
16/05/00	24	0,86	0,91	-	0,47	5,98
01/06/00	40	1,00	0,92	0,32	0,51	6,09
09/06/00	48	0,75	0,96	0,78	0,56	6,17
16/06/00	55	0,91	0,98	0,53	-	6,49
23/06/00	62	0,89	0,98	0,59	0,53	7,14
30/06/00	69	0,74	1,00	0,45	0,58	6,93
07/07/00	76	0,66	0,73	0,24	0,72	7,10
14/07/00	83	0,46	0,83	0,16	0,83	7,15
21/07/00	90	0,45	0,85	0,23	0,84	6,94
28/07/00	97	0,45	0,82	0,62	0,63	7,05
04/08/00	104	0,34	0,93	1,00	0,85	7,08
11/08/00	111	0,25	0,73	0,38	0,89	7,16
18/08/00	118	0,32	0,75	0,34	0,86	7,07
25/08/00	125	0,30	0,70	0,51	0,80	7,34
01/09/00	132	0,27	0,72	0,81	-	7,28
08/09/00	139	0,27	0,72	0,68	-	7,37
15/09/00	146	0,24	0,66	0,70	-	7,25
25/09/00	156	0,20	0,80	0,60	0,60	7,41
29/09/00	160	0,28	0,74	0,59	0,45	7,28
06/10/00	167	0,19	0,72	0,64	0,57	7,37
13/10/00	174	0,16	0,80	0,58	0,41	7,44
20/10/00	181	0,14	0,76	0,37	0,53	7,41
27/10/00	188	0,12	0,72	0,42	0,55	7,31
01/11/00	193	0,10	0,72	0,14	0,70	7,35
10/11/00	202	0,11	0,66	0,22	0,70	7,47
17/11/00	209	0,11	0,69	0,18	0,68	7,28
24/11/00	216	0,14	0,66	0,18	0,61	7,28
01/12/00	223	0,12	0,64	0,21	0,60	7,30
08/12/00	230	0,12	0,62	0,29	0,52	7,11
14/12/00	236	0,11	0,61	0,23	0,58	7,23
21/12/00	243	0,27	0,71	0,05	0,47	7,08
28/12/00	250	0,20	0,69	0,10	1,00	7,23
04/01/01	257	0,10	0,57	0,21	0,70	7,09
11/01/01	264	0,09	0,52	0,19	0,71	7,25
18/01/01	271	0,09	0,56	0,03	0,65	7,45
25/01/01	278	0,08	0,55	0,23	0,78	7,38
01/02/01	285	0,08	0,54	0,27	0,68	7,12
08/02/01	292	0,09	0,52	0,21	0,66	7,48
15/02/01	299	0,07	0,53	0,17	0,77	7,40
22/02/01	306	0,08	0,53	0,28	0,69	6,92
08/03/01	320	0,10	0,48	0,14	0,63	7,00
15/03/01	327	0,09	0,49	0,15	0,64	6,98
22/03/01	334	0,11	0,59	0,24	0,70	6,99
29/03/01	341	0,13	0,55	0,14	0,70	6,96
05/04/01	348	0,07	0,55	0,23	0,57	6,98
12/04/01	355	0,12	0,45	0,23	0,48	6,99
19/04/01	362	0,06	0,42	0,18	0,52	6,98
26/04/01	369	0,05	0,42	0,24	0,64	7,04
03/05/01	376	0,09	0,44	0,00	0,45	6,86
10/05/01	383	0,07	0,46	0,00	0,53	6,87
17/05/01	390	0,08	0,46	0,00	0,52	7,23
24/05/01	397	0,07	0,42	0,00	0,60	6,92
31/05/01	404	0,10	0,45	0,00	0,65	6,81
12/06/01	416	0,06	0,45	0,00	0,53	7,12
21/06/01	425	0,05	0,42	0,00	0,50	6,88
27/06/01	431	0,06	0,42	0,00	0,54	6,85
05/07/01	439	0,08	0,43	0,00	0,58	6,85
12/07/01	446	0,04	0,38	0,00	0,61	6,84
19/07/01	453	0,04	0,39	0,00	0,54	6,89
26/07/01	460	0,04	0,38	0,00	0,52	6,92

Tabela A.42 – Percentuais de variáveis analisadas no R3 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	0,81	0,26	-	-	-
09/05/00	17	0,73	0,73	-	0,61	-
16/05/00	24	1,00	0,68	-	0,61	6,46
01/06/00	40	0,92	0,92	0,44	0,58	6,10
09/06/00	48	0,93	0,91	1,00	0,65	7,17
16/06/00	55	0,59	0,92	0,59	-	7,33
23/06/00	62	0,48	0,96	0,61	0,59	7,33
30/06/00	69	0,47	0,98	0,60	0,68	7,32
07/07/00	76	0,49	1,00	0,29	0,64	7,34
14/07/00	83	0,49	0,96	0,30	0,71	7,28
21/07/00	90	0,48	0,95	0,26	0,82	6,91
28/07/00	97	0,51	0,96	0,57	0,69	6,92
04/08/00	104	0,49	0,94	0,52	0,91	7,10
11/08/00	111	0,43	0,95	0,71	0,90	7,04
18/08/00	118	0,46	0,94	0,61	0,87	7,07
25/08/00	125	0,40	0,89	0,57	0,82	7,23
01/09/00	132	0,40	0,85	0,51	-	7,09
08/09/00	139	0,34	0,82	0,24	-	7,16
15/09/00	146	0,28	0,66	0,71	-	7,28
25/09/00	156	0,23	0,81	0,94	0,61	7,42
29/09/00	160	0,27	0,86	0,50	0,46	7,33
06/10/00	167	0,25	0,78	0,61	0,40	7,42
13/10/00	174	0,21	0,95	0,40	0,42	7,57
20/10/00	181	0,16	0,80	0,32	0,53	7,43
27/10/00	188	0,17	0,83	0,21	0,55	7,28
01/11/00	193	0,13	0,78	0,15	0,66	7,44
10/11/00	202	0,14	0,76	0,20	0,73	7,54
17/11/00	209	0,14	0,77	0,15	0,73	7,46
24/11/00	216	0,22	0,72	0,24	0,66	7,32
01/12/00	223	0,18	0,69	0,21	0,55	7,33
08/12/00	230	0,13	0,71	0,28	0,55	7,19
14/12/00	236	0,17	0,67	0,20	0,50	7,12
21/12/00	243	0,15	0,86	0,05	0,50	7,15
28/12/00	250	0,13	0,82	0,12	1,00	7,22
04/01/01	257	0,16	0,64	0,13	0,73	7,15
11/01/01	264	0,13	0,63	0,22	0,66	7,33
18/01/01	271	0,13	0,68	0,20	0,69	7,57
25/01/01	278	0,12	0,70	0,18	0,71	7,52
01/02/01	285	0,11	0,67	0,32	0,76	7,18
08/02/01	292	0,12	0,70	0,18	0,67	7,60
15/02/01	299	0,10	0,61	0,09	0,80	7,42
22/02/01	306	0,12	0,63	0,31	0,72	7,02
08/03/01	320	0,15	0,65	0,08	0,65	7,06
15/03/01	327	0,11	0,66	0,25	0,70	7,08
22/03/01	334	0,10	0,81	-	0,71	7,07
29/03/01	341	0,14	0,75	0,19	0,73	7,10
05/04/01	348	0,10	0,70	0,23	0,60	7,03
12/04/01	355	0,25	0,60	0,32	0,54	7,21
19/04/01	362	0,08	0,58	0,20	0,58	7,31
26/04/01	369	0,07	0,57	0,29	0,60	7,15
03/05/01	376	0,06	0,64	0,00	0,26	6,98
10/05/01	383	0,09	0,62	0,00	0,56	6,99
17/05/01	390	0,08	0,61	0,00	0,52	7,30
24/05/01	397	0,08	0,58	0,00	0,63	7,04
31/05/01	404	0,08	0,11	0,00	0,71	6,92
12/06/01	416	0,08	0,61	0,00	0,54	7,19
21/06/01	425	0,06	0,56	0,00	0,53	6,97
27/06/01	431	0,08	0,55	0,00	0,56	6,99
05/07/01	439	0,11	0,58	0,00	0,61	6,95
12/07/01	446	0,06	0,50	0,00	0,61	6,95
19/07/01	453	0,06	0,52	0,00	0,56	7,03
26/07/01	460	0,05	0,52	0,00	0,55	7,06

Tabela A.43 – Percentuais de variáveis analisadas no R4 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	0,40	0,44	-	0,61	-
16/05/00	24	0,71	0,67	-	0,58	6,01
01/06/00	40	0,90	0,86	0,69	0,56	6,11
09/06/00	48	0,86	0,95	0,47	0,60	6,27
16/06/00	55	0,81	1,00	0,77	-	6,80
23/06/00	62	0,72	0,93	0,41	0,57	6,91
30/06/00	69	-	-	0,00	-	-
07/07/00	76	0,47	-	0,26	0,72	7,22
14/07/00	83	-	-	-	-	-
21/07/00	90	0,53	0,97	0,19	0,79	6,95
28/07/00	97	0,51	0,88	0,36	0,77	7,00
04/08/00	104	0,41	0,82	1,00	0,86	6,93
11/08/00	111	0,32	0,80	0,42	0,87	7,08
18/08/00	118	0,31	0,88	0,41	0,87	7,12
25/08/00	125	0,28	0,72	0,48	0,82	7,29
01/09/00	132	-	0,77	0,94	-	7,17
08/09/00	139	0,25	0,68	0,31	-	7,11
15/09/00	146	0,25	0,67	0,84	-	7,18
25/09/00	156	0,21	0,72	0,63	0,60	7,23
29/09/00	160	0,22	0,59	0,55	0,43	7,21
06/10/00	167	0,15	0,59	0,54	0,40	7,29
13/10/00	174	0,23	0,53	0,48	0,44	7,38
20/10/00	181	0,12	0,46	0,23	0,47	7,39
27/10/00	188	0,08	0,44	0,17	0,45	7,10
01/11/00	193	0,05	0,43	0,16	0,61	7,31
10/11/00	202	0,06	0,41	0,13	0,73	7,38
17/11/00	209	0,06	0,38	0,14	0,68	7,15
24/11/00	216	0,06	0,37	0,17	0,66	7,12
01/12/00	223	0,06	0,30	0,23	0,56	7,25
08/12/00	230	0,06	0,34	0,18	0,57	7,07
14/12/00	236	0,06	0,33	0,24	0,51	7,08
21/12/00	243	0,12	0,42	0,05	0,46	6,96
28/12/00	250	0,08	0,33	0,19	1,00	7,04
04/01/01	257	0,06	0,29	0,18	0,64	6,97
11/01/01	264	0,06	0,31	0,22	0,53	7,15
18/01/01	271	0,08	0,29	0,06	0,65	7,30
25/01/01	278	0,07	0,33	0,06	0,70	7,10
01/02/01	285	0,06	0,45	0,18	0,63	6,88
08/02/01	292	0,06	0,31	0,21	0,68	7,33
15/02/01	299	0,05	0,29	0,29	0,70	7,16
22/02/01	306	0,05	0,31	0,29	0,64	6,79
08/03/01	320	0,11	0,30	0,13	0,63	6,76
15/03/01	327	0,06	0,27	0,18	0,66	6,78
22/03/01	334	0,04	0,32	0,32	0,71	6,82
29/03/01	341	0,06	0,29	0,18	0,71	6,78
05/04/01	348	0,05	0,29	0,20	0,55	6,70
12/04/01	355	0,10	0,22	0,18	0,48	6,90
19/04/01	362	0,04	0,17	-	0,55	6,60
26/04/01	369	0,04	0,21	-	0,60	6,92
03/05/01	376	0,05	0,23	0,01	0,51	6,75
10/05/01	383	0,10	0,22	-	0,54	6,89
17/05/01	390	-	-	-	-	-
24/05/01	397	0,05	0,20	-	-	7,17
31/05/01	404	0,04	0,21	-	-	6,82
12/06/01	416	-	-	-	-	-
21/06/01	425	-	-	0,00	-	-
27/06/01	431	0,05	0,20	-	-	7,52
05/07/01	439	-	-	-	-	-
12/07/01	446	-	-	-	-	-
19/07/01	453	0,04	0,19	0,00	0,54	6,70
26/07/01	460	0,03	0,14	-	-	-

Tabela A.44 – Percentuais de variáveis analisadas no R5 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	-	-	-	-	-
16/05/00	24	0,87	0,72	-	0,68	6,22
01/06/00	40	1,00	0,85	0,58	0,68	6,22
09/06/00	48	-	-	-	0,68	-
16/06/00	55	0,85	0,86	0,50	-	6,97
23/06/00	62	0,87	0,98	0,49	0,63	7,04
30/06/00	69	0,68	1,00	0,40	0,72	7,45
07/07/00	76	0,60	0,71	0,29	0,67	7,35
14/07/00	83	0,41	0,97	0,19	0,66	7,43
21/07/00	90	0,43	0,94	0,18	0,86	7,30
28/07/00	97	0,48	1,00	0,52	0,80	7,40
04/08/00	104	0,52	0,90	1,00	0,96	7,45
11/08/00	111	0,39	0,89	0,26	0,92	7,41
18/08/00	118	0,31	0,97	0,33	1,00	7,32
25/08/00	125	0,33	0,83	0,31	0,92	7,50
01/09/00	132	0,30	0,87	0,60	-	7,27
08/09/00	139	0,29	0,84	0,16	-	7,32
15/09/00	146	0,24	0,85	0,48	-	7,35
25/09/00	156	0,19	0,79	0,41	0,65	7,47
29/09/00	160	0,23	0,74	0,34	0,47	7,42
06/10/00	167	0,17	0,79	0,35	0,48	7,50
13/10/00	174	0,16	0,90	0,37	0,50	7,66
20/10/00	181	0,13	0,83	0,19	0,52	7,52
27/10/00	188	0,14	0,85	0,11	0,52	7,40
01/11/00	193	0,10	0,85	0,20	0,65	7,51
10/11/00	202	0,17	0,81	0,16	0,59	7,46
17/11/00	209	0,12	0,74	0,14	0,70	7,44
24/11/00	216	0,11	0,69	0,16	0,68	7,26
01/12/00	223	0,09	0,63	-	0,48	7,29
08/12/00	230	-	-	-	-	-
14/12/00	236	0,08	0,53	-	-	-
21/12/00	243	-	-	-	-	-
28/12/00	250	-	-	0,09	-	-
04/01/01	257	0,07	0,47	-	0,69	7,03
11/01/01	264	-	-	-	-	-
18/01/01	271	-	-	-	-	-
25/01/01	278	0,06	0,49	-	-	-
01/02/01	285	-	-	-	-	-
08/02/01	292	-	-	-	-	-
15/02/01	299	-	-	-	-	-
22/02/01	306	-	-	-	-	-
08/03/01	320	-	-	-	-	-
15/03/01	327	-	-	-	-	-
22/03/01	334	-	-	-	-	-
29/03/01	341	-	-	-	-	-
05/04/01	348	-	-	0,14	-	-
12/04/01	355	-	-	0,15	-	-
19/04/01	362	-	-	0,16	-	-
26/04/01	369	-	-	0,01	-	-
03/05/01	376	0,06	0,58	0,01	0,61	7,26
10/05/01	383	0,06	0,54	-	0,59	7,05
17/05/01	390	0,06	0,51	-	-	7,67
24/05/01	397	0,08	0,44	-	0,67	7,06
31/05/01	404	0,12	0,45	-	-	7,02
12/06/01	416	-	-	-	-	-
21/06/01	425	-	-	-	-	-
27/06/01	431	-	-	-	-	-
05/07/01	439	-	-	-	-	-
12/07/01	446	-	-	-	-	-
19/07/01	453	-	-	-	-	-
26/07/01	460	-	-	-	-	-

Tabela A.45 – Percentuais de variáveis analisadas no R6 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	-	-	-	-	-
16/05/00	24	0,50	-	-	-	6,79
01/06/00	40	1,00	0,53	0,67	0,59	6,33
09/06/00	48	-	-	-	-	-
16/06/00	55	0,85	0,63	0,60	-	6,95
23/06/00	62	-	-	-	-	-
30/06/00	69	-	-	-	-	-
07/07/00	76	0,57	1,00	0,37	0,69	7,23
14/07/00	83	-	-	-	-	-
21/07/00	90	0,54	0,60	0,41	0,91	7,08
28/07/00	97	0,71	0,61	0,73	0,85	7,01
04/08/00	104	-	-	-	-	-
11/08/00	111	-	-	-	-	-
18/08/00	118	0,52	0,61	1,00	1,00	7,08
25/08/00	125	0,40	0,47	0,44	0,97	7,47
01/09/00	132	0,38	0,58	0,59	-	7,74
08/09/00	139	0,37	0,48	0,24	-	7,21
15/09/00	146	0,28	0,51	0,93	-	7,37
25/09/00	156	-	-	-	0,66	-
29/09/00	160	0,40	0,50	0,68	0,58	7,31
06/10/00	167	0,29	0,49	0,16	0,51	7,26
13/10/00	174	0,29	0,58	0,48	0,60	7,58
20/10/00	181	0,23	0,50	0,28	0,58	7,44
27/10/00	188	0,20	0,52	0,17	0,65	7,44
01/11/00	193	0,25	0,52	0,25	0,68	7,47
10/11/00	202	0,14	0,54	0,13	0,60	7,52
17/11/00	209	-	0,49	0,19	0,76	7,35
24/11/00	216	0,17	0,48	0,23	0,67	7,38
01/12/00	223	0,17	0,47	0,32	0,49	7,44
08/12/00	230	0,14	0,38	0,22	0,63	7,22
14/12/00	236	0,16	0,38	0,22	0,54	7,26
21/12/00	243	0,31	0,43	0,04	0,45	7,19
28/12/00	250	0,29	0,43	0,40	0,90	7,29
04/01/01	257	0,17	0,34	0,21	0,69	7,13
11/01/01	264	0,12	0,32	0,29	0,70	7,30
18/01/01	271	0,13	0,31	0,28	0,72	7,46
25/01/01	278	0,13	0,31	-	0,77	7,30
01/02/01	285	0,12	0,33	0,22	0,75	7,11
08/02/01	292	0,13	0,31	0,14	0,67	7,53
15/02/01	299	0,11	0,27	0,11	0,73	7,34
22/02/01	306	0,11	0,30	0,21	0,69	6,98
08/03/01	320	0,16	0,22	0,08	0,72	6,91
15/03/01	327	0,13	0,20	0,25	0,78	6,93
22/03/01	334	0,11	0,22	0,00	0,78	6,94
29/03/01	341	0,16	0,23	0,24	0,83	6,95
05/04/01	348	0,10	0,22	0,26	0,85	6,86
12/04/01	355	0,11	0,18	0,27	0,78	7,03
19/04/01	362	0,09	0,16	0,22	0,64	7,47
26/04/01	369	0,07	0,16	0,00	0,68	6,94
03/05/01	376	0,08	0,17	0,09	0,69	6,76
10/05/01	383	0,11	0,16	0,00	0,63	6,79
17/05/01	390	0,08	0,17	0,00	0,52	7,13
24/05/01	397	0,07	0,13	0,00	0,69	6,79
31/05/01	404	0,06	0,14	-	0,69	6,75
12/06/01	416	0,06	0,13	-	0,65	6,79
21/06/01	425	0,04	0,13	0,00	0,64	6,72
27/06/01	431	0,05	0,12	0,00	0,67	6,68
05/07/01	439	-	-	-	0,65	-
12/07/01	446	-	-	-	0,61	-
19/07/01	453	0,05	0,13	0,00	0,67	6,46
26/07/01	460	0,09	0,12	0,00	0,65	6,66

Tabela A.46 – Percentuais de variáveis analisadas no R7 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	0,24	0,07	-	0,48	-
09/05/00	17	0,56	0,45	-	0,63	-
16/05/00	24	0,76	0,42	-	0,55	6,17
01/06/00	40	0,94	0,69	0,71	0,57	6,04
09/06/00	48	0,92	0,68	0,53	0,59	6,10
16/06/00	55	0,97	0,80	0,46	-	6,01
23/06/00	62	-	-	-	-	-
30/06/00	69	0,91	0,76	0,64	0,65	6,11
07/07/00	76	0,94	1,00	0,16	0,59	6,12
14/07/00	83	-	-	-	-	-
21/07/00	90	0,94	0,76	0,40	0,83	6,12
28/07/00	97	1,00	0,78	0,97	0,80	6,25
04/08/00	104	0,93	0,74	0,67	1,00	6,19
11/08/00	111	-	-	-	-	-
18/08/00	118	0,92	0,75	0,52	0,84	6,16
25/08/00	125	0,90	0,72	0,43	0,92	6,19
01/09/00	132	0,90	0,72	0,66	-	6,27
08/09/00	139	0,91	0,69	0,56	-	6,48
15/09/00	146	0,85	0,66	0,84	-	6,57
25/09/00	156		0,66	1,00	0,60	6,65
29/09/00	160	0,93	0,62	0,59	0,47	6,80
06/10/00	167	0,66	0,61	0,43	0,44	6,88
13/10/00	174	0,53	0,67	0,58	0,47	7,21
20/10/00	181	0,46	0,61	0,27	0,49	7,17
27/10/00	188	0,40	0,61	0,29	0,55	7,22
01/11/00	193	0,32	0,63	0,23	0,67	7,36
10/11/00	202	0,24	0,62	0,23	0,59	7,43
17/11/00	209	0,27	0,60	0,17	0,75	7,33
24/11/00	216	0,24	0,62	0,18	0,62	7,33
01/12/00	223	0,20	0,60	0,26	0,42	7,43
08/12/00	230	0,12	0,53	0,18	0,49	7,37
14/12/00	236	0,18	0,53	0,20	0,43	7,44
21/12/00	243	0,28	0,57	0,04	0,43	7,23
28/12/00	250	0,24	0,60	0,11	0,77	7,27
04/01/01	257	0,13	0,45	0,02	0,64	7,18
11/01/01	264	0,11	0,43	0,44	0,65	7,28
18/01/01	271	0,16	0,41	0,14	0,55	7,48
25/01/01	278	0,12	0,43	0,29	0,61	7,35
01/02/01	285	0,11	0,42	0,18	0,76	7,12
08/02/01	292	0,11	0,40	0,22	0,64	7,62
15/02/01	299	0,11	0,42	0,17	0,69	7,37
22/02/01	306	0,18	0,40	0,15	0,65	6,98
08/03/01	320	0,13	0,37	0,11	0,72	6,99
15/03/01	327	0,13	0,35	0,18	0,76	7,00
22/03/01	334	0,08	0,37	0,22	0,75	7,01
29/03/01	341	0,09	0,35	0,17	0,71	7,10
05/04/01	348	0,09	0,31	0,15	0,78	6,90
12/04/01	355	0,13	0,29	0,21	0,71	7,01
19/04/01	362	0,08	0,28	0,17	0,58	6,74
26/04/01	369	0,07	0,28	0,01	0,64	7,02
03/05/01	376	0,07	0,29	0,00	0,64	6,87
10/05/01	383	0,09	0,27	0,00	0,57	6,87
17/05/01	390	0,08	0,29	0,00	0,51	7,22
24/05/01	397	0,10	0,27	0,00	0,64	6,94
31/05/01	404	0,09	0,28	0,00	0,64	6,90
12/06/01	416	0,07	0,27	0,00	0,61	6,93
21/06/01	425	0,05	0,24	0,00	0,61	6,85
27/06/01	431	0,06	0,24	0,00	0,60	6,85
05/07/01	439	0,08	0,24	0,00	0,56	6,85
12/07/01	446	0,05	0,21	0,00	0,58	6,78
19/07/01	453	0,06	0,23	0,00	0,59	6,79
26/07/01	460	0,05	0,25	0,00	0,60	6,94

Tabela A.47 – Percentuais de variáveis analisadas no R8 (%)

Data	t	DQO	Amônia	AOV.	Metais	pH
25/04/00	3	-	-	-	-	-
09/05/00	17	0,52	0,54	-	0,73	-
16/05/00	24	0,87	0,71	-	0,74	6,22
01/06/00	40	1,00	0,74	0,68	0,71	6,43
09/06/00	48	0,98	0,85	0,43	0,68	6,75
16/06/00	55	0,86	0,90	0,47	-	7,13
23/06/00	62	0,79	0,89	0,67	0,69	6,07
30/06/00	69	0,66	0,91	0,37	0,66	7,20
07/07/00	76	0,69	0,97	0,38	0,81	7,27
14/07/00	83	0,48	0,94	0,24	0,78	7,42
21/07/00	90	0,52	1,00	0,23	0,82	7,23
28/07/00	97	0,54	0,96	0,81	0,80	7,25
04/08/00	104	0,61	0,88	1,00	1,00	7,09
11/08/00	111	0,44	0,84	0,44	0,96	7,36
18/08/00	118	0,41	0,86	0,63	0,86	7,34
25/08/00	125	0,35	0,75	0,67	0,93	7,43
01/09/00	132	0,34	0,75	0,43	-	7,24
08/09/00	139	0,30	0,73	0,42	-	7,32
15/09/00	146	0,46	0,72	0,82	-	7,55
25/09/00	156	0,22	0,74	0,86	0,56	7,42
29/09/00	160	0,33	0,66	0,39	0,52	7,50
06/10/00	167	0,19	0,65	0,40	0,41	7,41
13/10/00	174	0,22	0,69	0,48	0,47	7,47
20/10/00	181	0,12	0,66	0,21	0,47	7,48
27/10/00	188	0,14	0,68	0,25	0,53	7,39
01/11/00	193	0,12	0,67	0,19	0,52	7,54
10/11/00	202	0,12	0,62	0,16	0,45	7,54
17/11/00	209	0,12	0,58	0,14	0,62	7,60
24/11/00	216	0,13	0,54	0,16	0,48	7,36
01/12/00	223	0,12	0,53	0,19	0,39	7,46
08/12/00	230	0,10	0,74	0,18	0,44	7,40
14/12/00	236	0,12	0,51	0,16	0,36	7,36
21/12/00	243	0,24	0,60	0,03	0,35	7,25
28/12/00	250	0,29	0,58	0,21	0,75	7,35
04/01/01	257	0,11	0,44	0,01	0,57	7,21
11/01/01	264	0,09	0,42	0,29	0,54	7,35
18/01/01	271	0,09	0,42	0,17	0,62	7,58
25/01/01	278	0,10	0,44	0,21	0,60	7,48
01/02/01	285	0,09	0,45	0,32	0,76	7,24
08/02/01	292	0,09	-	0,19	0,68	7,65
15/02/01	299	0,07	0,42	0,17	0,64	7,41
22/02/01	306	0,08	0,42	0,15	0,64	7,06
08/03/01	320	0,10	0,40	0,14	0,72	7,06
15/03/01	327	0,09	0,41	0,15	0,63	7,10
22/03/01	334	0,06	0,49	-	0,70	7,20
29/03/01	341	0,06	0,46	-	0,67	7,15
05/04/01	348	0,06	0,46	-	0,74	7,02
12/04/01	355	0,10	0,37	-	0,66	7,08
19/04/01	362	-	-	0,12	-	-
26/04/01	369	-	-	-	-	-
03/05/01	376	-	-	-	-	-
10/05/01	383	-	-	-	-	-
17/05/01	390	0,02	0,24	-	-	6,08
24/05/01	397	-	-	-	-	-
31/05/01	404	-	-	-	-	-
12/06/01	416	-	-	-	-	-
21/06/01	425	-	-	-	-	-
27/06/01	431	-	-	-	-	-
05/07/01	439	-	-	-	-	-
12/07/01	446	-	-	-	-	-
19/07/01	453	-	-	-	-	-
26/07/01	460	-	-	-	-	-

Tabela A.48 – Concentrações de DBO_5 em percolado de célula de aterro sanitário com doses de Manzate[®] 800 (mg/L)

Teste	Data	Dosagens de Manzate [®] 800				
		Branco	0,08g	0,14g	0,19g	0,38g
T1	04/04/01	282,00	422,00	-	482,00	-
T2	11/04/01	302,00	402,00	462,00	583,00	563,00
T3	18/04/01	341,70	422,00	542,00	542,00	623,00
T4	03/05/01	221,00	321,00	402,00	462,00	542,00
T5	09/05/01	221,00	362,00	462,00	482,00	543,00
T6	24/05/01	302,00	422,00	503,00	523,00	643,00
T7	31/05/01	382,00	382,00	442,00	543,00	603,00
T8	07/06/01	301,00	402,00	482,00	563,00	683,00
T9	13/06/01	161,00	281,00	301,50	301,50	301,50
T10	21/06/01	161,00	281,40	341,70	422,10	743,70
T11	28/06/01	261,30	321,60	442,20	502,50	562,80
T12	05/07/01	201,00	261,30	381,90	442,20	603,00
T13	12/07/01	160,80	281,40	201,00	241,20	381,90
T14	17/07/01	301,50	402,00	462,30	482,40	542,70

ANEXO B – Figuras com os resultados

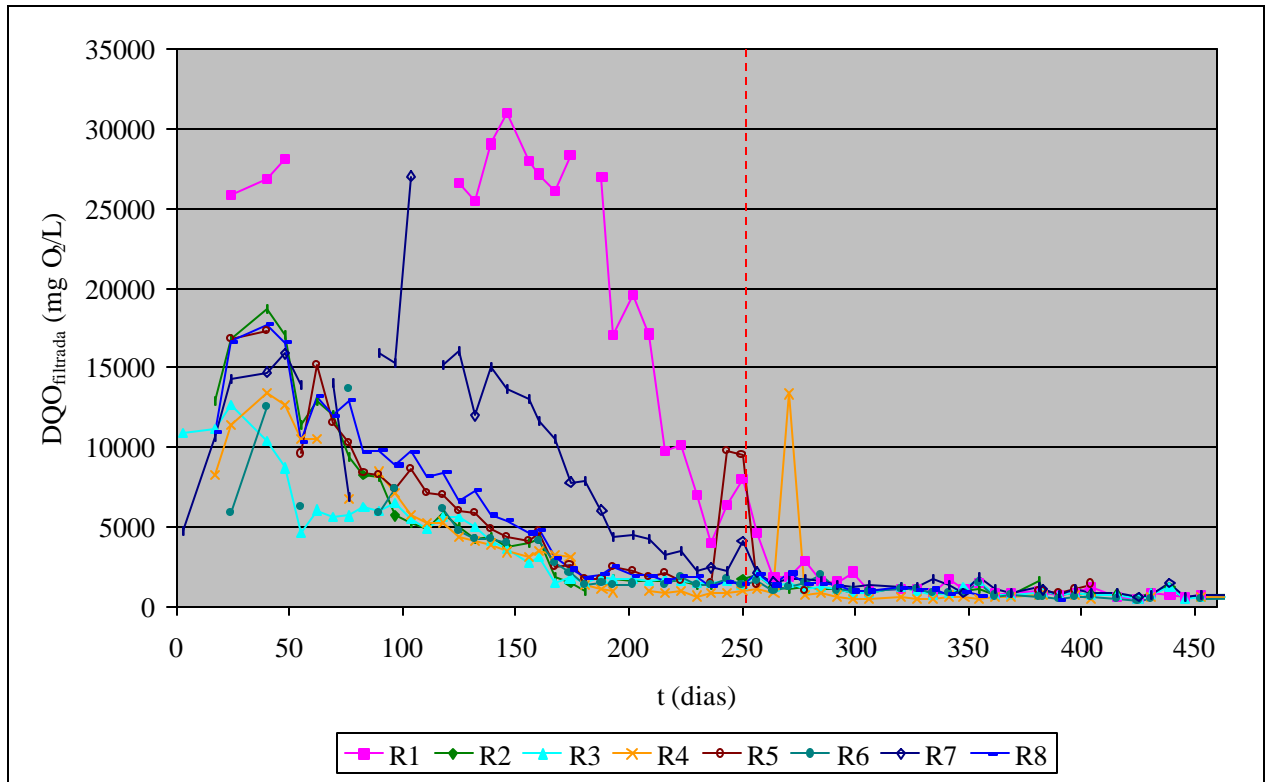


Figura B.1 – Concentrações de DQO_{Filtrada} no percolado dos reatores

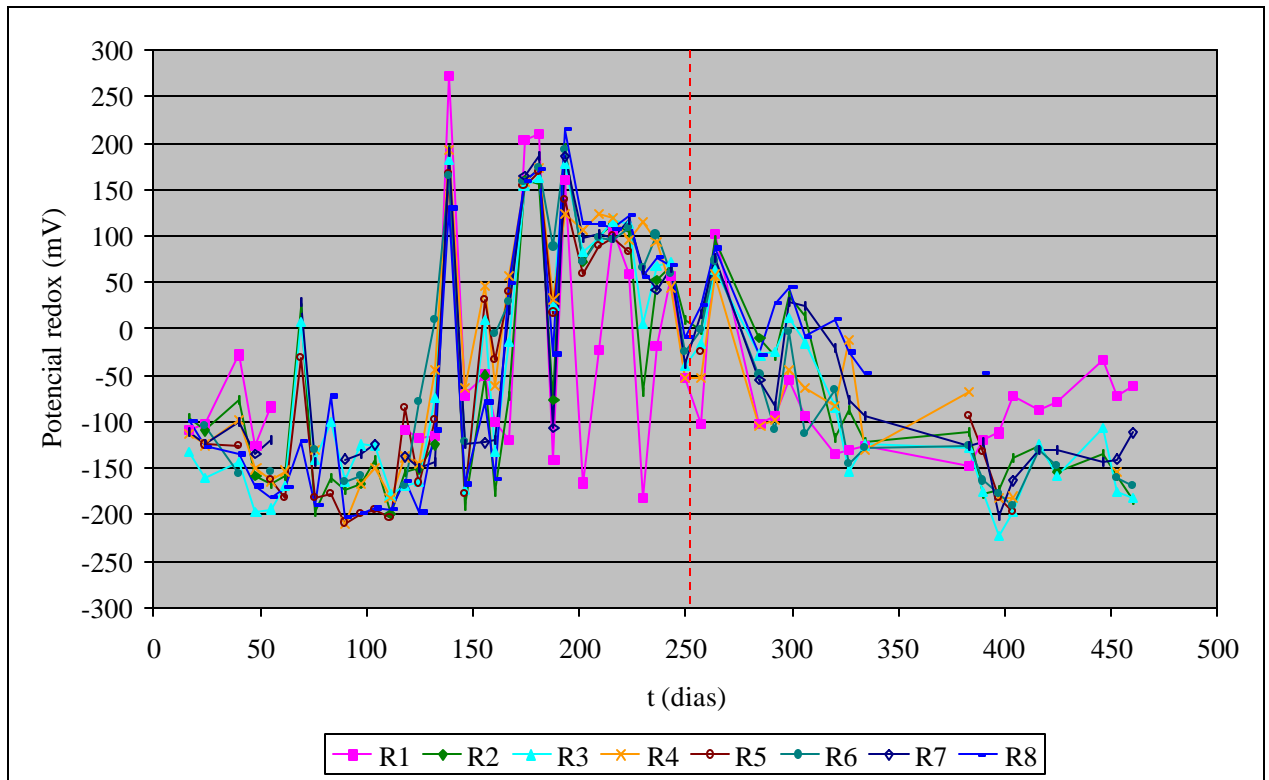


Figura B.2 – Valores de potencial redox no percolado dos reatores

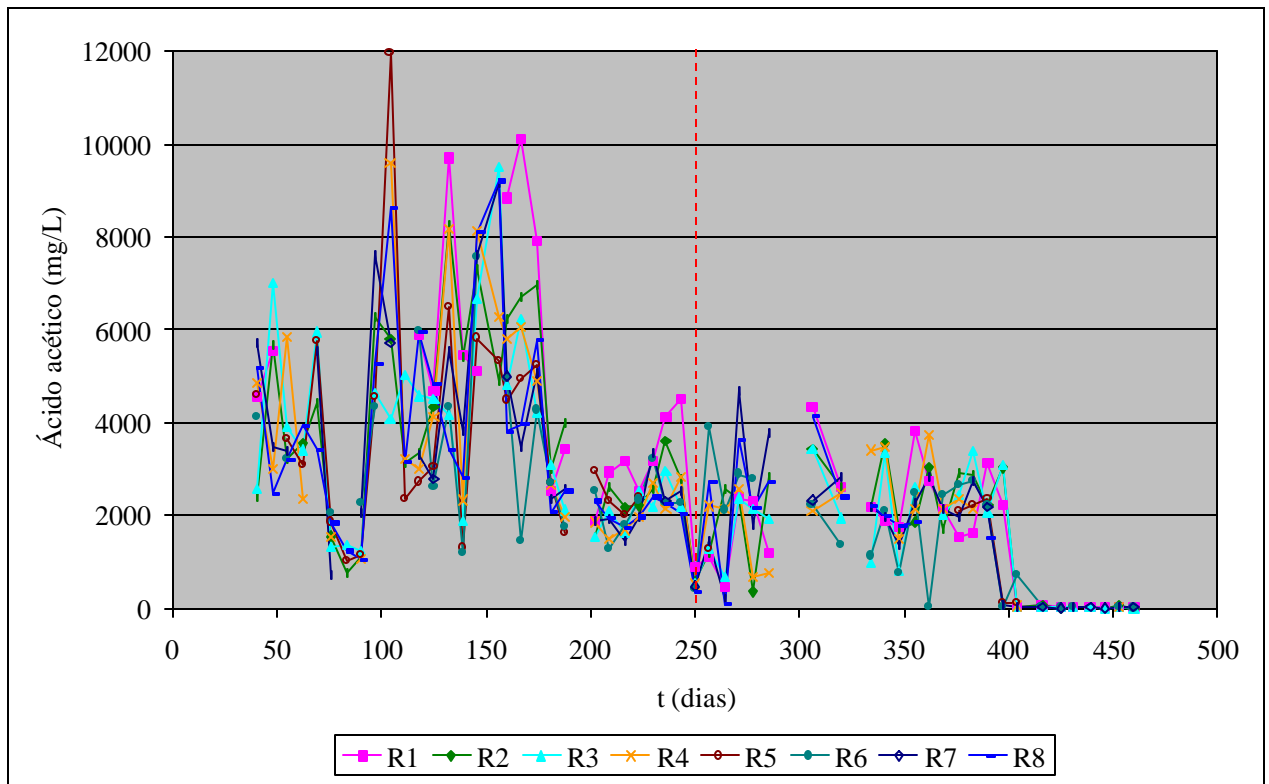


Figura B.3 – Concentrações de ácido acético no percolado dos reatores

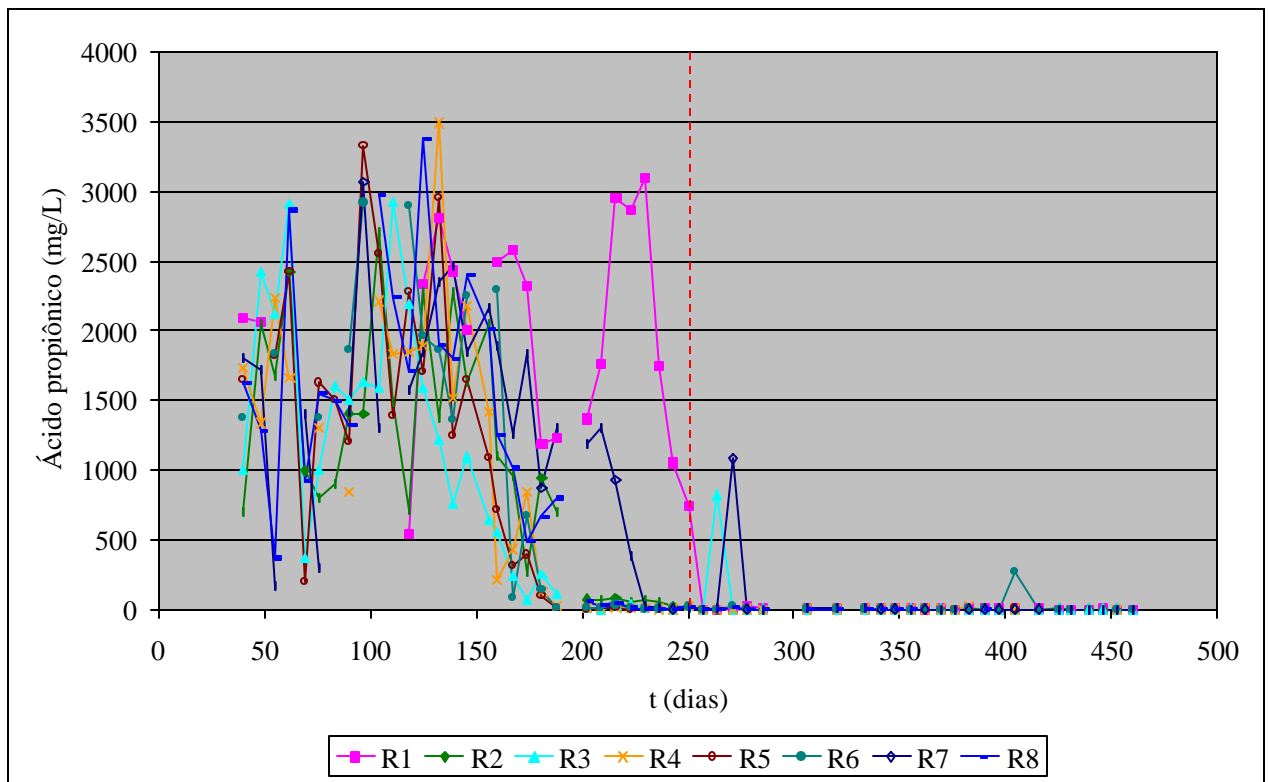


Figura B.4 - Concentrações de ácido propiônico no percolado dos reatores

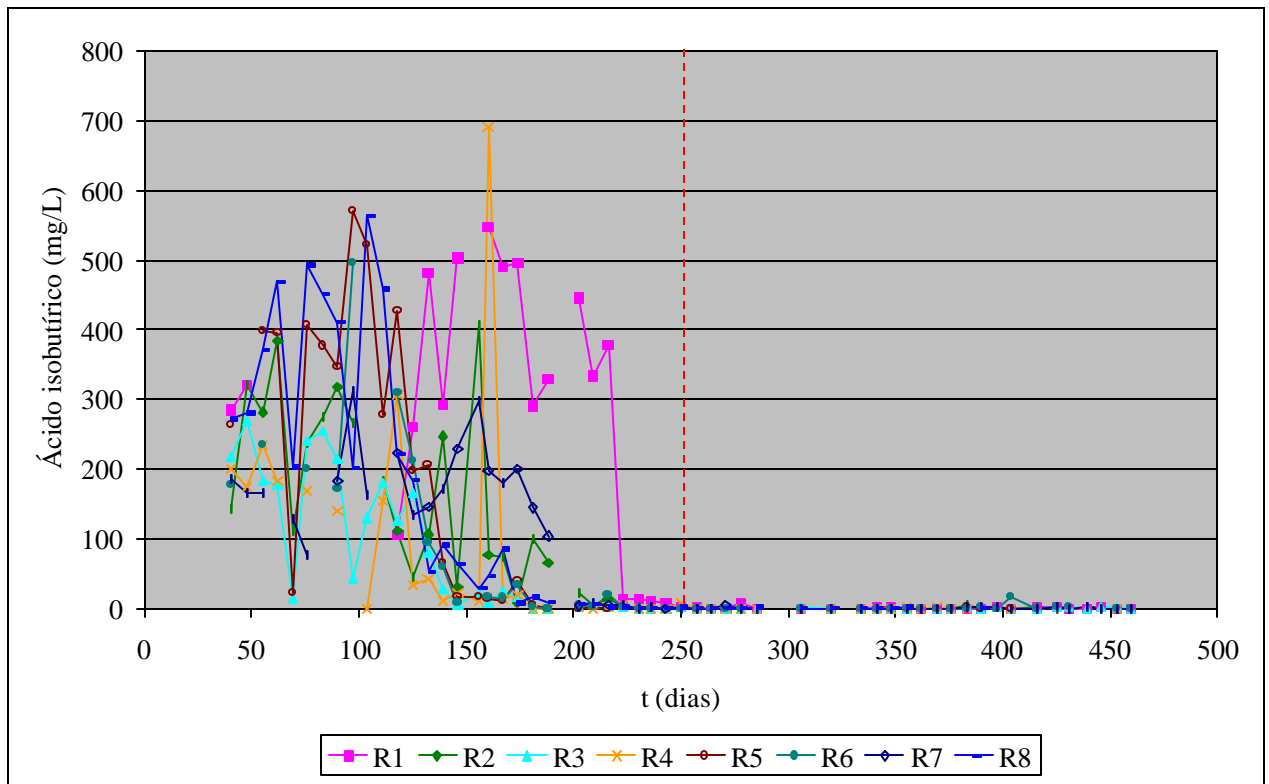


Figura B.5 - Concentrações de ácido isobutírico no percolado dos reatores

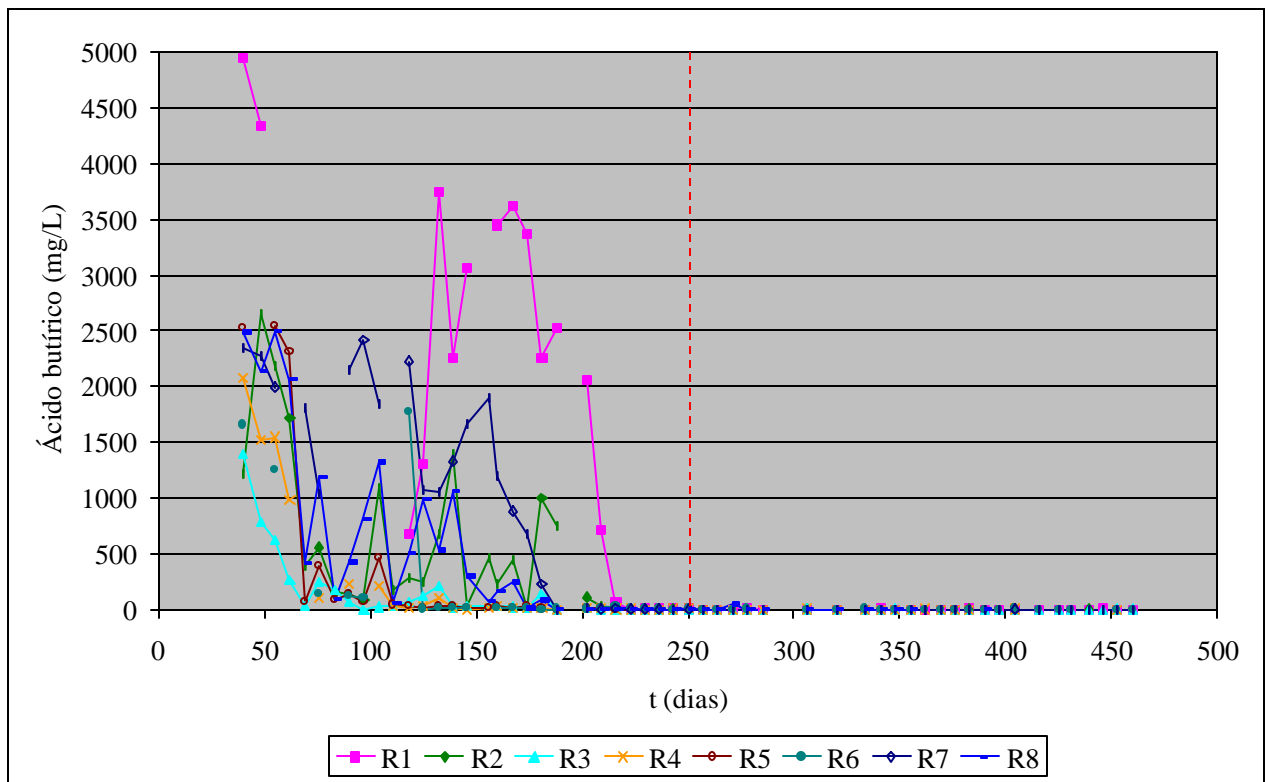


Figura B.6 - Concentrações de ácido butírico no percolado dos reatores

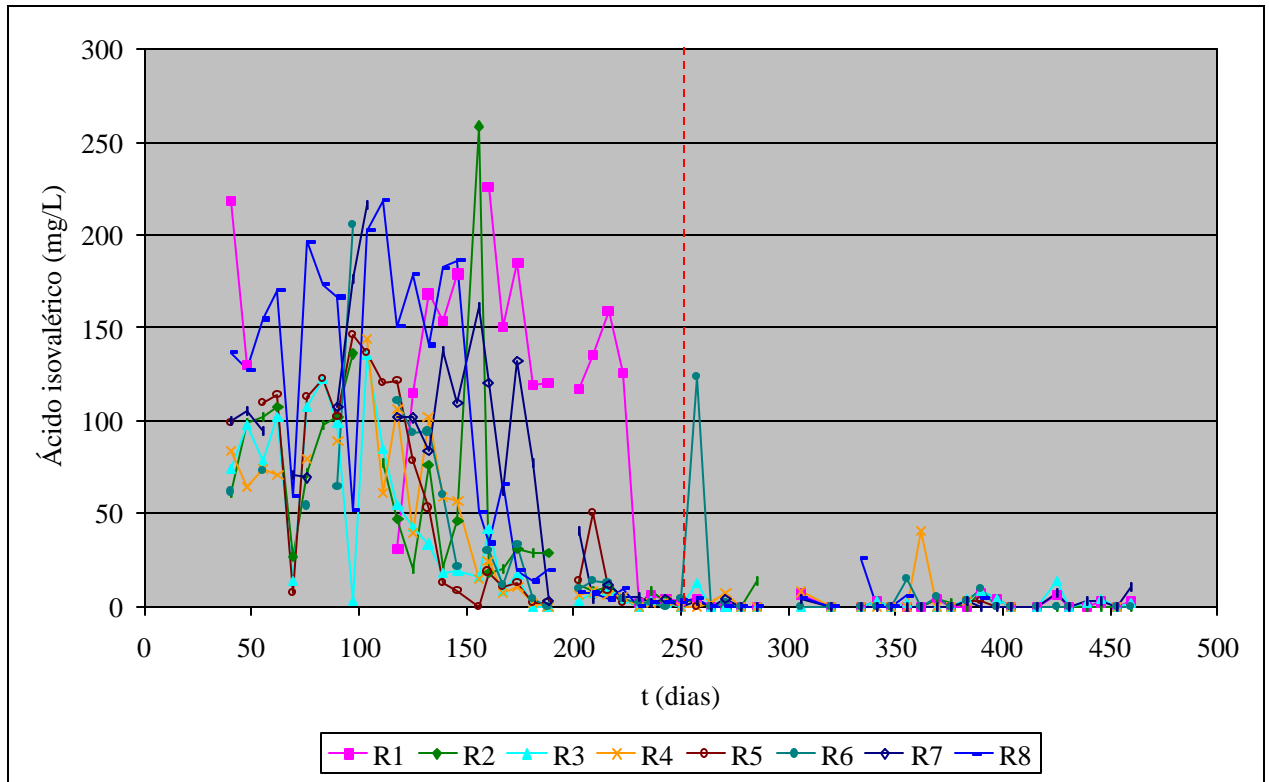


Figura B.7 - Concentrações de ácido isovalérico no percolado dos reatores

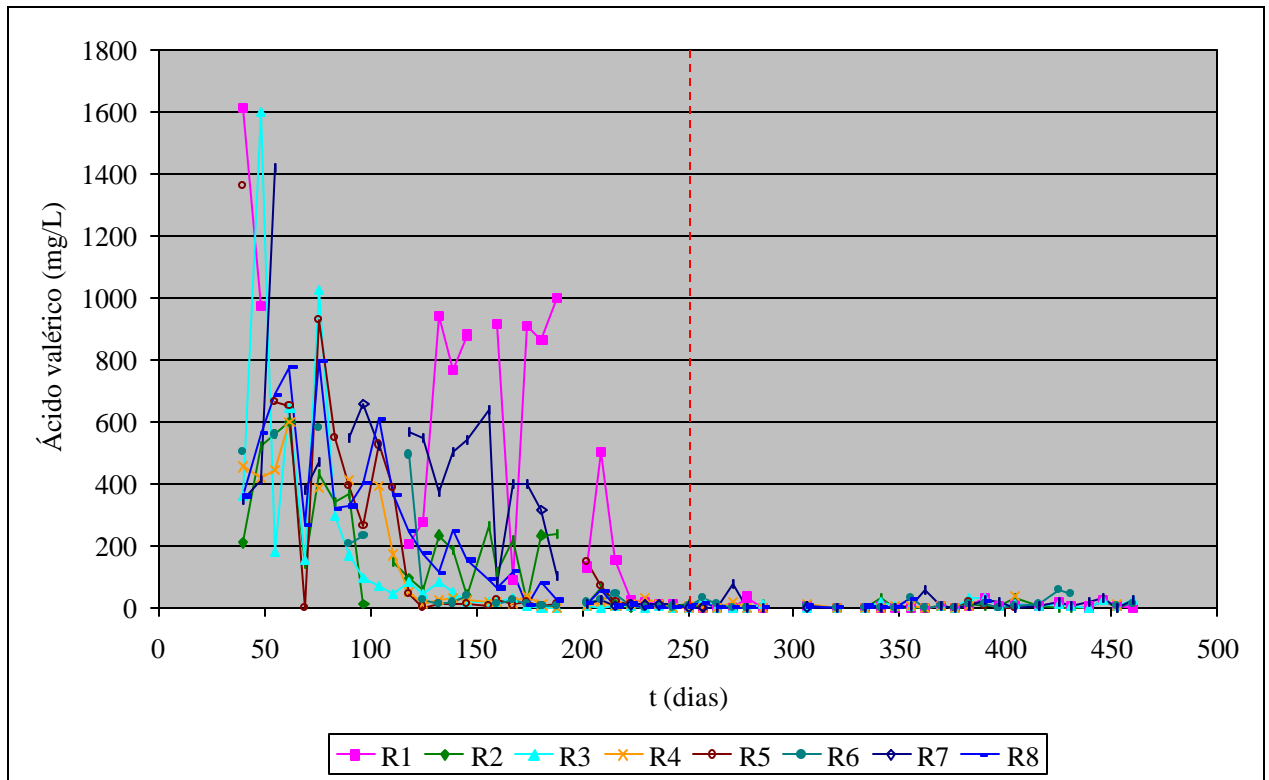


Figura B.8 - Concentrações de ácido valérico no percolado dos reatores

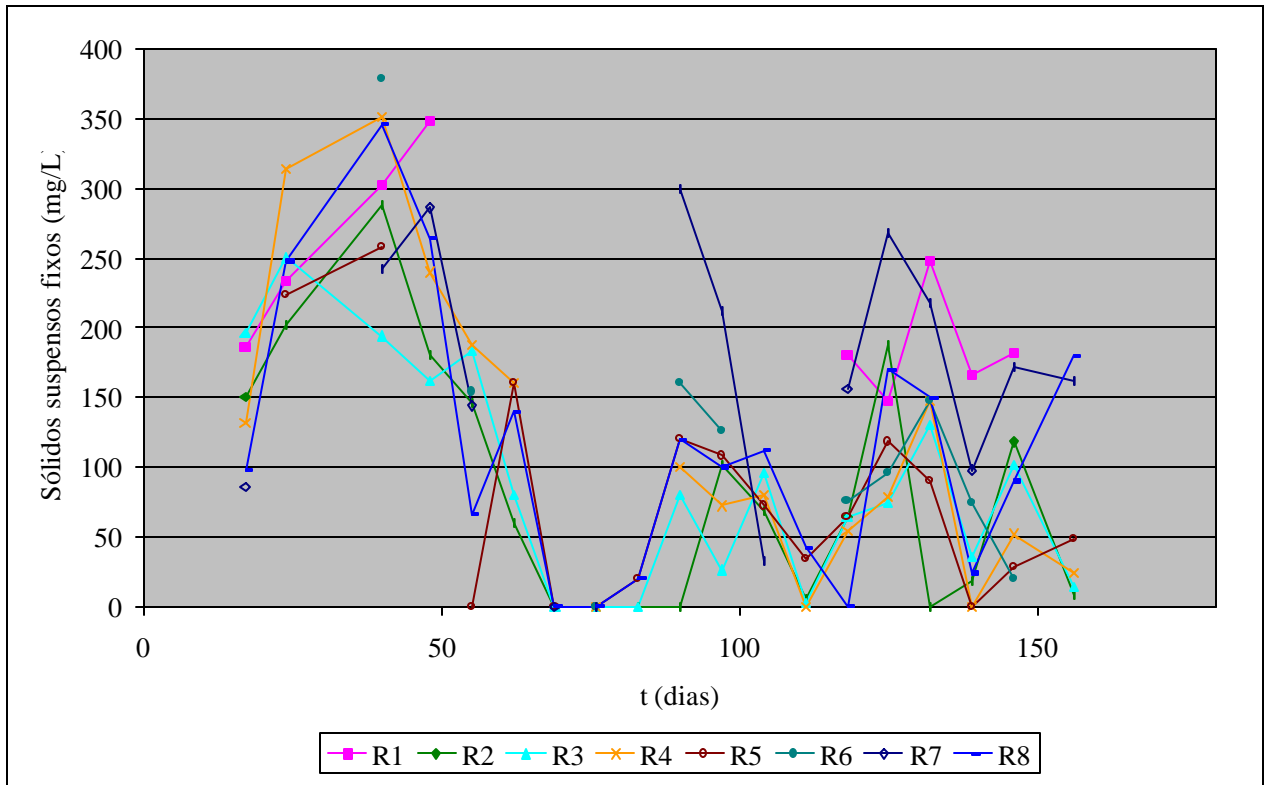


Figura B. 9- Concentrações de sólidos suspensos fixos no percolado dos reatores

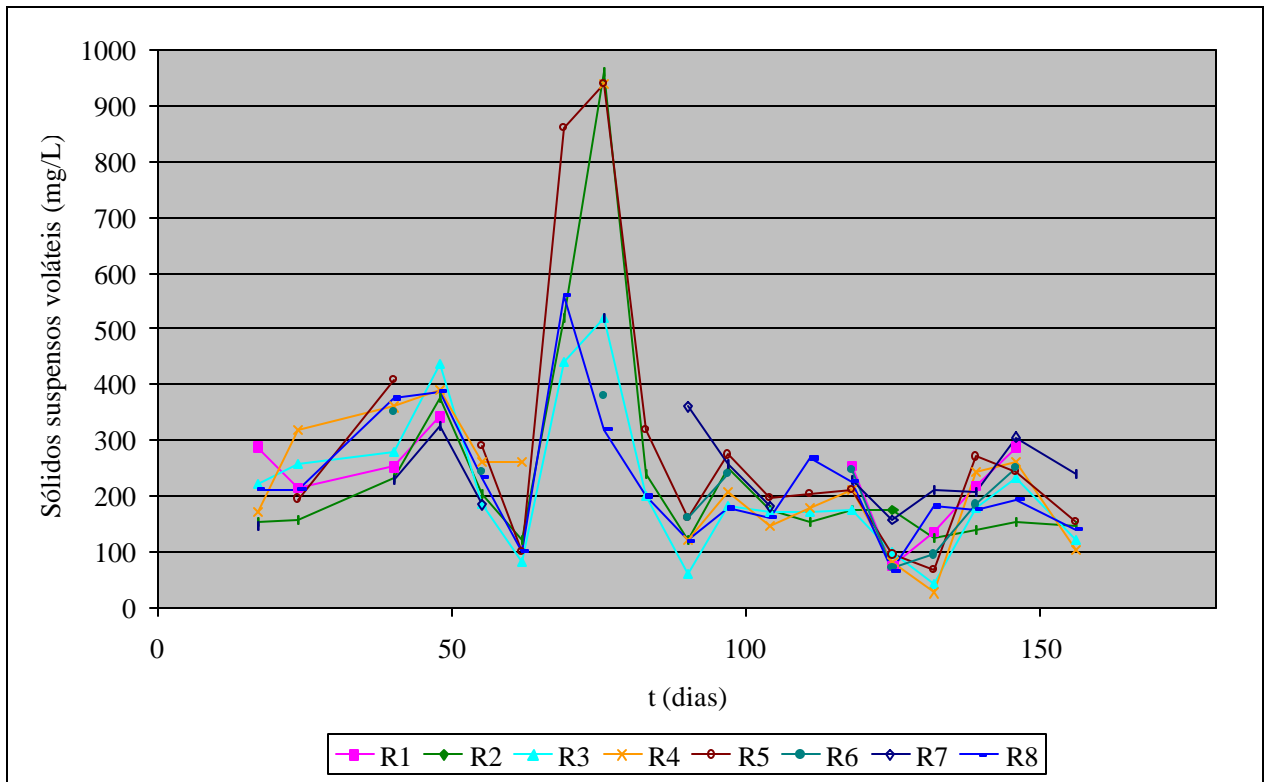


Figura B.10 - Concentrações de sólidos suspensos voláteis no percolado dos reatores

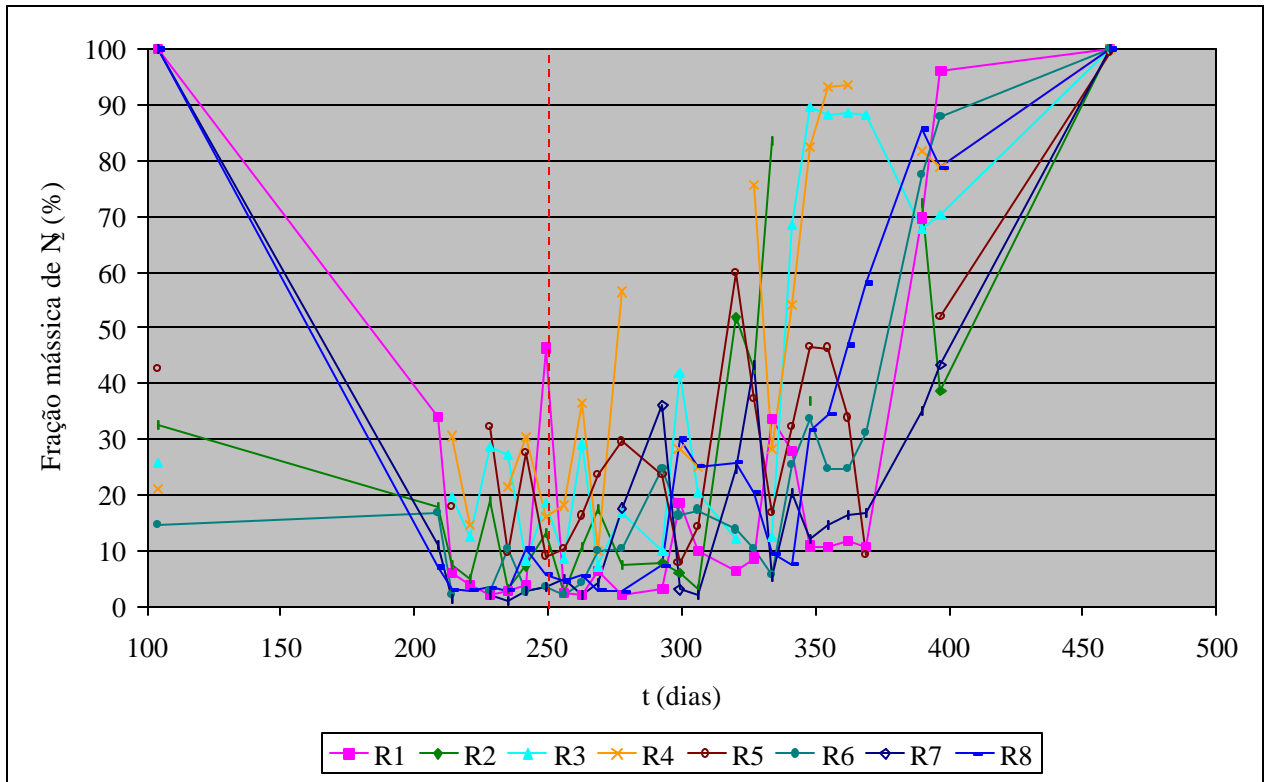


Figura B.11 - Concentrações de N_2 nos gases dos reatores

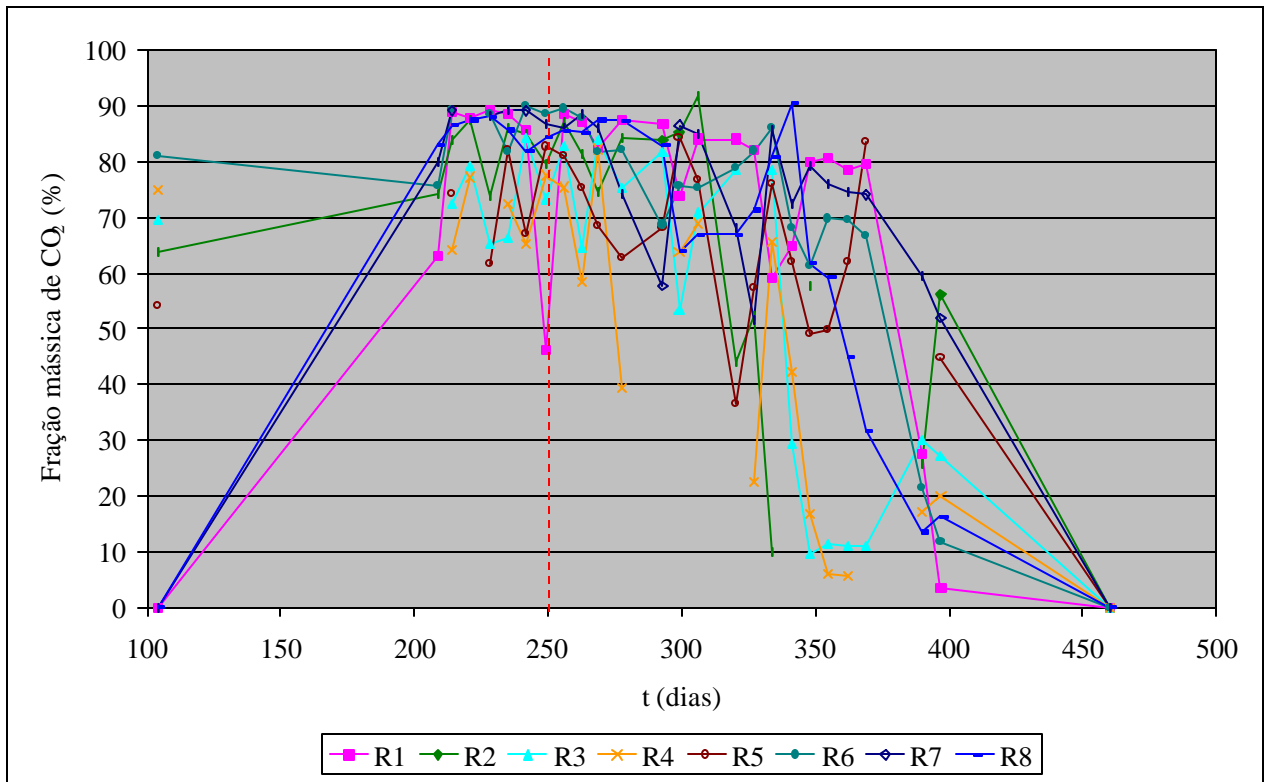


Figura B.12 - Concentrações de CO_2 nos gases dos reatores

ANEXO C – Laudos das análises de carbamatos