

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**TRATAMENTO DE EFLUENTE BRUTO CÍTRICO LÍQUIDO
NO SOLO POR MEIO DE SULCOS LARGOS DE
INFILTRAÇÃO**

VENILTON JOSÉ CARRARO

Orientador: ROBERTO FEIJÓ DE FIGUEIREDO

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese.	
	11/3/99
Prof. Dr. <u>Roberto Feijó de Figueiredo</u>	
Matrícula: <u>45377</u>	

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento.

Campinas, SP
1995



9910007

*à Deus,
aos meus pais,
à minha esposa Margareth,
às minhas filhas, Nathalia e Giovana,
e a todos que acreditaram neste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço

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

Ao Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira, pelo estímulo e apoio no desenvolvimento da área experimental.

Ao Departamento de Hidráulica e Saneamento da FEC, pelo apoio durante o programa de pós-graduação.

Aos alunos do curso de pós-graduação pela amizade e estímulo, em especial à Luiz Evaristo Paiva Dias (Paraíba).

À todos os funcionários da Faculdade de Engenharia Civil, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À Citrosuco Paulista S.A., por permitir a instalação do sistema de tratamento e dar apoio operacional durante o experimento.

À Paulo Roberto Pereira Cezar, Claudemir Aparecido Ferreira, Elisiane Paschoaletto Lopes, João Henrique Rebelatto, Oswaldinho de Almeida, Severino da Silva, Mauricio Zoccoler e Sérgio Zoccoler, pela contribuição inestimável, durante todo desenvolvimento da pesquisa.

SUMÁRIO

	PÁG.
Lista de Tabelas	VII
Lista de Figuras	XI
Lista de Abreviaturas e Símbolos	XXI
RESUMO	XXIII
ABSTRACT	XXIV
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo Geral	4
2.2. Objetivo Específico	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Resíduo Cítrico	6
3.2. Tratamento no Solo	13
3.2.1. Escoamento Superficial	16
3.2.2. Infiltração Rápida	18
3.2.3. Irrigação	19
3.3. Cultura Utilizada na Irrigação	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1. Implantação do Sistema	25
4.1.1. Caracterização do Solo	27
4.1.2. Capacidade de Retenção de Água no Solo	27
4.1.3. Teste de Avanço	29
4.1.4. Teste de Infiltração	30
4.1.5. Manejo de Aplicação	32
4.1.6. Reavaliação do Projeto	33
4.1.6.1. Teste de Avanço de Reavaliação	33
4.1.6.2. Teste de Infiltração de Reavaliação	35
4.1.6.3. Manejo de Aplicação após Reavaliação	37
4.2. Localização e Construção dos Sulcos	38

4.3. Plantio dos Eucaliptos	40
4.4. Instalação do Sistema de Distribuição	40
4.5. Sistema de Monitoramento	41
4.5.1. Poços de Observação (P. O.)	41
4.5.2. Estações de Monitoramento (E. M.)	43
4.6. Localização das Estações de Monitoramento na Área Experimental	46
4.7. Localização das Estações de Monitoramento na Área Testemunha	47
4.8. Localização dos Eucaliptos para Monitoramento	48
4.9. Operação do Sistema	48
4.9.1. Coleta das Amostras	49
4.9.1.1. Estações de Monitoramento	49
4.9.1.2. Água dos Poços de Observação	50
4.9.1.3. Efluente Bruto	53
4.9.1.4. Análise Química do Solo	53
4.9.1.5. Análise e Determinação dos Parâmetros de Controle	54
4.9.1.6. Acompanhamento do Desenvolvimento das Plantas	55
 5. RESULTADOS	 58
5.1. Tabelas de Valores	58
5.2. Gráficos	59
 6. DISCUSSÃO	 61
6.1. Amostras do Efluente Bruto e Água Retirada do Solo	62
6.1.1. pH	62
6.1.2. Condutividade Elétrica	63
6.1.3. Demanda Química de Oxigênio	63
6.1.4. Acidez Volátil	65
6.1.5. Alcalinidade	65
6.1.6. Fósforo Total	65
6.1.7. Cloretos	66
6.1.8. Sólidos Totais Fixos e Voláteis	66
6.1.9. Sólidos Suspensos Totais, Fixos e Voláteis	67
6.1.10. Turbidez	67
6.1.11. Cor	68
6.1.12. Observações Gerais Sobre a Água Retirada do Solo nas E.M.	68
6.2. Amostras dos Poços de Observação	69
6.2.1. pH	71
6.2.2. Condutividade	71

6.2.3. Alcalinidade	72
6.2.4. Cloretos	72
6.2.5. Sólidos Totais	72
6.2.6. Turbidez	73
6.2.7. Cor	73
6.2.8. Observações Gerais Sobre os Poços de Observação	73
6.3. Análise Química do Solo	74
6.4. Resultados do Desenvolvimento do Eucalipto	75
6.4.1. Desenvolvimento da Altura	75
6.4.2. Desenvolvimento do Perímetro do Caule	77
6.4.3. Desenvolvimento Radicular	77
6.5. Sistema de Irrigação	79
7. CONCLUSÕES	80
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

LISTA DE TABELAS**Página**

TABELA 3.1. Faixa de Variação do Efluente Cítrico Bruto Após Gradeamento	10
TABELA 3.2. Valores Médios de Alguns Parâmetros do Efluente Cítrico	11
TABELA 3.3. Concentração de Metais Pesados na Água Preta	12
TABELA 3.4. População e Biomassa dos Principais Grupos de Microrganismos Presentes no Solo sem Aplicação de Resíduos.	14
TABELA 3.5. Contagem em log. das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de Bactérias, Fungos, Actinomicetos e Microrganismos Aminolíticos e Celulolíticos, Através da Técnica de Número Mais Provável (NMP) por Grama de Solo Seco, das Áreas Testemunha (C) e Experimental (I), Avaliados Durante o Ano de 1994.	15
TABELA 4.1. Caracterização do Solo com Capacidade de Retenção de Água	28
TABELA 4.2. Capacidade de Infiltração do Solo da Área	31
TABELA 4.3. Lâminas de Aplicação e Dimensões dos Sulcos	32

TABELA 4.4. Resultado da Curva de Avanço de Reavaliação	34
TABELA 4.5. Resultados do Teste de Infiltração de Reavaliação	36
TABELA 6.1. Faixa de Variação do pH do Efluente Bruto e das Amostras Coletadas nas Estações de Monitoramento da Área Experimental	62
TABELA 6.2. Resultados de Porcentagens de Remoção de D. Q. O. das Estações de Monitoramento, em Relação ao Efluente Bruto e Entre Coletores de Drenagem Livre e Sondas de Ponta Porosa	64
TABELA 6.3. Padrões de Potabilidade do Decreto Estadual 12.486 de 20/10/78 ETA-60, Usado Pela CETESB	70
TABELA 6.4. Resultados em Porcentagens do Desenvolvimento Radicular nas Profundidades de 0 a 25, 25 a 50, 50 a 75 e 75 a 100 cm em 1994	78
TABELA 1. A Análise dos Diversos Parâmetros do Efluente Bruto Aplicado na Área Experimental	86
TABELA 2. A Análise da Água Retirada das Sondas de Ponta Porosa à 50 cm na Área Experimental	87
TABELA 3. A Análise da Água Retirada das Sondas de Ponta Porosa à 150 cm na Área Experimental	88
TABELA 4. A Análise da Água Retirada dos Coletores de Drenagem Livre à 50 cm na Área Experimental	
TABELA 5. A Análise da Água Retirada dos Coletores de Drenagem Livre à 150 cm na Área Experimental	90
TABELA 6. A Resultados da Análise da Água Coletada no Poço de Observação Número 1	91
TABELA 7. A Resultados da Análise da Água Coletada no Poço de Observação Número 2	92
TABELA 8. A Resultados da Análise da Água Coletada no Poço de Observação Número 3	93

TABELA 9. A Resultados da Análise da Água Coletada no Poço de Observação Número 4	94
TABELA 10. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 0 a 25 cm na Área Experimental	95
TABELA 11. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 25 a 50 cm na Área Experimental	96
TABELA 12. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 50 a 75 cm na Área Experimental	97
TABELA 13. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 75 a 100 cm na Área Experimental	98
TABELA 14. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 0 a 25 cm na Área Testemunha	99
TABELA 15. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 25 a 50 cm na Área Testemunha	100
TABELA 16. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 50 a 75 cm na Área Testemunha	101
TABELA 17. A Resultado de Análise Química do Solo na Profundidade de 75 a 100 cm na Área Testemunha	102
TABELA 18. A Resultado do Desenvolvimento do Perímetro do Caule dos Eucaliptos da Área Experimental	103
TABELA 19. A Resultado do Desenvolvimento do Perímetro do Caule dos Eucaliptos da Área Testemunha	104
TABELA 20. A Resultado do Desenvolvimento da Altura dos Eucaliptos da Área Experimental	105
TABELA 21. A Resultado do Desenvolvimento da Altura dos Eucaliptos da Área Testemunha	106

TABELA 22. A Resultado do Desenvolvimento Radicular Eucaliptos da Área Experimental (g)	107
TABELA 23. A Resultado do Desenvolvimento Radicular Eucaliptos da Área Testemunha	108
TABELA 24. A Volume de Efluente Bruto Aplicado na Área Durante o Experimento, m ³	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1. Situação Geográfica do Local do Experimento (Situação Sem Escala)	08
FIGURA 3.2. “Lay - out” do Sistema de Tratamento Existente e o Local do Experimento (Situação sem Escala)	09
FIGURA 3.3. Método de Escoamento Superficial no Solo	17
FIGURA 4.1. “Lay - out” da Área de Irrigação e Área Testemunha com os Sistemas de Monitoramento (Sem Escala)	26
FIGURA 4.2. Curva de Avanço da Água no Sulco	29
FIGURA 4.3. Curva de Avanço da Água no Sulco (Reavaliação)	35
FIGURA 4.4. Visão Geral do Sulco Largo de Infiltração com os Testes de Avanço e Infiltração	37
FIGURA 4.5. Posição do Sulcos e das Linhas de Plantio	39
FIGURA 4.6. Esquema de Construção dos Poços de Observação	33
FIGURA 4.7. Perfil Esquemático da Estação de Monitoramento	45
FIGURA 4.8. Esquema de Construção das Sondas de Ponta Porosa, com Demonstração de Coleta de Amostra com a Bomba de Vácuo	51
FIGURA 4.9. Esquema de Construção do Coletor de Drenagem Livre	52
FIGURA 4.10. Amostrador de Raiz (Trado Serrilhado)	56
FIGURA 6.1. Visão Geral do Desenvolvimento dos Eucalipto nas Áreas Experimental (a), com Maior Regularidade que a Área Testemunha	76

FIGURA 7.1. Figura Mostrando a Aplicação de Efluente no Solo e os Eucaliptos na Fase Adulta	81
FIGURA 1.B. Comparativo (pH CaCl_2) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	111
FIGURA 2.B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	111
FIGURA 3.B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	112
FIGURA 4.B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	112
FIGURA 5.B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	113
FIGURA 6.B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	113
FIGURA 7.B. Comparativo (Ca mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	114
FIGURA 8.B. Comparativo (Mg mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	114
FIGURA 9.B. Comparativo (H mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	115
FIGURA 10.B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	115
FIGURA 11.B. Comparativo (C T C mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	116
FIGURA 7.B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	116

FIGURA 1.B. Comparativo (pH CaCl ₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	111
FIGURA 2.B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	111
FIGURA 3.B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	112
FIGURA 4.B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	112
FIGURA 5.B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	113
FIGURA 6.B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	113
FIGURA 7.B. Comparativo (Ca mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	114
FIGURA 8.B. Comparativo (Mg mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	114
FIGURA 9.B. Comparativo (H mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	115
FIGURA 10.B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	115
FIGURA 11.B. Comparativo (C T C mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	116
FIGURA 12.B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm	116

FIGURA 13.B. Comparativo (pH CaCl_2) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	117
FIGURA 14.B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	117
FIGURA 15.B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	118
FIGURA 16.B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	118
FIGURA 17.B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	119
FIGURA 18.B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	119
FIGURA 19.B. Comparativo (Ca mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	120
FIGURA 20.B. Comparativo (Mg mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	120
FIGURA 21.B. Comparativo (H mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	121
FIGURA 22.B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	121
FIGURA 23.B. Comparativo (C T C mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	122
FIGURA 24.B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm	122

FIGURA 25.B. Comparativo (pH CaCl ₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	123
FIGURA 26.B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	123
FIGURA 27.B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.	124
FIGURA 28.B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	124
FIGURA 29.B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	125
FIGURA 30.B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	125
FIGURA 31.B. Comparativo (Ca mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	126
FIGURA 32.B. Comparativo (Mg mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	126
FIGURA 33.B. Comparativo (H mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	127
FIGURA 34.B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.	127
FIGURA 35.B. Comparativo (C T C mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm	128
FIGURA 36.B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.	128

FIGURA 37.B. Comparativo (pH CaCl ₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	129
FIGURA 38.B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	129
FIGURA 39.B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	130
FIGURA 40.B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	130
FIGURA 41.B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	131
FIGURA 42.B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	131
FIGURA 43.B. Comparativo (Ca mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	132
FIGURA 44.B. Comparativo (Mg mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	132
FIGURA 45.B. Comparativo (H mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	133
FIGURA 46.B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm	133
FIGURA 47.B. Comparativo (C T C mEq / 100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.	134
FIGURA 48.B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.	134

FIGURA 49.B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	135
FIGURA 50.B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	135
FIGURA 51.B. Comparativo de D Q O (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	136
FIGURA 52.B. Comparativo de Alcalinidade Total ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	136
FIGURA 53.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	137
FIGURA 54.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	137
FIGURA 55.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm	138
FIGURA 56.B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	138
FIGURA 57.B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	139
FIGURA 58.B. Comparativo de D Q O (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	139
FIGURA 59.B. Comparativo de Alcalinidade Total ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	140
FIGURA 60.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	140
FIGURA 61.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	141

FIGURA 62.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm	141
FIGURA 63.B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	142
FIGURA 64.B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	142
FIGURA 65.B. Comparativo de D Q O (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	143
FIGURA 66.B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO_3/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	143
FIGURA 67.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	144
FIGURA 68.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	144
FIGURA 69.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm	145
FIGURA 70.B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	145
FIGURA 71.B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	146
FIGURA 72.B. Comparativo de D Q O (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	146
FIGURA 73.B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO_3/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	147
FIGURA 74.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	147

FIGURA 75.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	148
FIGURA 76.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm	148
FIGURA 77.B. Comparativo de pH Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	149
FIGURA 78.B. Comparativo de Condutividade (μ s/cm) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	149
FIGURA 79.B. Comparativo de D Q O (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	150
FIGURA 80.B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	150
FIGURA 81.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	151
FIGURA 82.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	151
FIGURA 83.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm	152
FIGURA 84.B. Comparativo de pH Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	152
FIGURA 85.B. Comparativo de Condutividade (μ s/cm) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	153
FIGURA 86.B. Comparativo de D Q O (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	153
FIGURA 87.B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L) Entre a Sonda de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	154

FIGURA 88.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	154
FIGURA 89.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	155
FIGURA 90.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm	155
FIGURA 91.B. Comparativo de pH Entre os Poços de Observação	156
FIGURA 92.B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) Entre os Poços de Observação	156
FIGURA 93.B. Comparativo de D Q O (mg/L) Entre os Poços de Observação	157
FIGURA 94.B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO_3/L) Entre os Poços de Observação	157
FIGURA 95.B. Comparativo de Cloreto (mg/L) Entre os Poços de Observação	158
FIGURA 96.B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) Entre os Poços de Observação	158
FIGURA 97.B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) Entre os Poços de Observação	159
FIGURA 98.B. Comparativo do Desenvolvimento de Perímetro do Caule Entre as Áreas Experimental e Testemunha	159
FIGURA 98.B. Comparativo do Desenvolvimento da Altura Entre as Áreas Experimental e Testemunha	160

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABGE	Associação Brasileira de Geologia e Engenharia
Ca	Cálcio
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CTC	Capacidade de Troca Citadina
cm	Centímetro
D Q O	Demanda Química de Oxigênio
E.M.	Estação de Monitoramento
E.T.E.	Estação de Tratamento de Efluente
H	Hidrogênio
ha	Hectare
K	Potássio
L/s	Litro por segundo
m ³	Metro cúbico
Mg	Magnésio
mg/L	Miligramas por litro
mL/L	Mililitro por litro
mm/h	Milímetro por hora
N.A.	Nível de água
P	Fósforo

pH	Potencial Hidrogeniônico
P.O.	Poço de Observação
P.V.C.	Policloreto de Vinila
qe	Vazão de entrada
qs	Vazão de saída
S	Enxofre
SSF	Sólidos Suspensos Fixos
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
ST	Sólidos Totais
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
STF	Sólidos Totais Fixos
STV	Sólidos Totais Voláteis
STRS	Sistema de Tratamento de Resíduos no Solo
USDA	United State Department of Agriculture
V%	Soma das Bases %
μS	Micro Siemens
WSC	Washington Service Conservation

RESUMO

Aplicou-se o processo de tratamento de efluente bruto de indústria cítrica no solo através de sulcos largos de infiltração, irrigando *Eucalyptus grandis*. Foi utilizada para isso uma área de 2 ha onde foi analisado o método de tratamento no solo e foram monitoradas água retirada de sondas de ponta porosa, coletores de drenagem livre e poços de observação, comparando os resultados com uma área não irrigada.

Foram feitas análises do solo da área nas profundidades de 0 a 25, de 25 a 50, de 50 a 75 e de 75 a 100 cm., com a finalidade de se detectar alguma influência do resíduo líquido nas características químicas do solo, comparando-o com uma área não irrigada.

Foi acompanhado o desenvolvimento radicular, perímetro do caule e altura das plantas da área experimental e de uma área testemunha, que não recebeu irrigação. Esse monitoramento teve a finalidade de detectar influências desse processo no desenvolvimento dos eucaliptos após comparação entre as áreas.

Os resultados obtidos indicam uma boa eficiência na remoção de matéria orgânica, turbidez, cor e sólidos suspensos. As porcentagens de remoção de D Q O ultrapassaram 90 por cento. Não ocorreu nenhum efeito negativo sobre o crescimento das plantas durante o experimento..

**WASTEWATER TREATMENT OF A CITRUS PROCESSING INDUSTRY
ON SOIL ACROSS WIDE FURROWS INFILTRATION METHOD WITH
*Eucalyptus grandis***

ABSTRACT

Raw effluent from a citrus processing plant was applied on soil across wide furrows infiltration method, with *Eucalyptus grandis* as crop. A total area of 2 hectares was utilized for that purpose where water samples were collected from lysimeters, free-drainage collectors, and observations wells. Results from irrigated and non-irrigated area were compared. Soil samples from different depths (0 to 25, 25 to 50, 50 to 75, and 75 to 100 cm) were analyzed, aiming the detection any possible effects of the effluent upon soil chemistry characteristics, both for irrigated and non-irrigated areas.

Also root development, perimeter, and height of the plants from irrigated and non-irrigated areas were monitored. Results indicated a good efficiency on organic matter, turbidity, color and suspended solids removal. Removal of COD was above 90 percent. No deleterious effect was notices on the vegetation.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o planeta vem passando por um crescente desenvolvimento populacional e industrial, acompanhado de um aumento também crescente de cargas poluidoras originárias desse desenvolvimento. Com isso está havendo uma grande convergência de interesses nas questões ambientais, já que a poluição do ambiente está estritamente relacionada com as atividades humanas. BRANCO e ROCHA (1987) dizem que a garantia do futuro repousa, pois, na necessidade imperiosa e inadiável de uma total revisão do comportamento humano face aos recursos naturais, visando uma melhor utilização de matérias-primas, melhor utilização dos produtos e reciclagem dos resíduos.

Os complexos sistemas microbiológicos que degradam os resíduos descartados pelo homem, desenvolveram-se ao longo de milhões de anos, principalmente no solo. No entanto, a taxa de degradação dos resíduos é extremamente inferior à taxa de geração e, além disso, muitos dos

resíduos são sintetizados pelo homem, o que implica numa baixa atividade dos microrganismos.

Dentre os processos industriais que geram grandes volumes de águas residuárias e carga orgânica elevada, estão as produtoras de suco cítrico concentrado, as quais têm apresentado no mundo, um rápido crescimento nos últimos anos.

Foi na década de 30 que essas indústrias começaram a desenvolverem-se nos E.U.A., quando o consumo de suco passou de menos de 0,5 litro para cerca de 5 litros "per capita" ano, e o desenvolvimento dessas indústrias se deu paralelamente a esse consumo. Mas foi após a Segunda Guerra Mundial que esse desenvolvimento acelerou-se, pois o governo norte-americano incentivou as indústrias, inicialmente comprando suco, que era destinado às forças armadas e posteriormente aos programas de alimentação escolar e auxílios aos países aliados e, por último substituiu programas de exportação, política que contribuiu decisivamente para a consolidação da indústria de produtos cítricos naquele país.

No Brasil a industrialização de suco cítrico iniciou-se na década de 60, e por volta de 1966 foram colocadas em operação mais de seis unidades fabris. Nessa época o país atingiu a posição de maior exportador mundial de suco concentrado. Hoje, ele é responsável por cerca de 54 por cento do mercado mundial de exportação, e praticamente todas as indústrias estão localizadas

no Estado de São Paulo, onde concentra-se a maior parte da produção de laranja do país.

A Citrosuco Paulista S/A, unidade de Limeira, fundada em 1977, por safra, chega a processar 25.000.000 de caixas de laranja, produzindo 90.000 toneladas de suco concentrado, com uma geração de efluente líquido na ordem de 842.000 m³.

Um dos entraves mais comuns para o tratamento dos resíduos, principalmente industrial, é o seu custo de construção, manutenção e/ou operação. Com isso é necessário o desenvolvimento de técnicas alternativas, mais econômicas, para tratamento de efluentes líquidos. Essas alternativas, porém, devem ter eficiência comparável aos sistemas hoje existentes e que atendam às normas legislativas. Uma das alternativas que tem apresentado um grande potencial é o tratamento do efluente líquido no solo. Hoje já são muitas as indústrias que estão optando por esse processo de tratamento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi o de estudar e avaliar a utilização do método de irrigação por sulcos largos de infiltração no tratamento dos efluentes líquidos brutos, da Citrosuco Paulista S/A no solo, utilizando eucalipto como vegetação.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pretende-se com este trabalho fornecer subsídios para a utilização desse método às indústrias geradoras de águas residuárias com alta carga orgânica, principalmente as indústrias de suco cítrico, possibilitando sua maior utilização, também em outros tipos de efluentes de origem industrial;

Avaliar e fornecer informações sobre o método de aplicação de efluente no solo por meio de sulcos largos de infiltração;e,

Fornecer às empresas de reflorestamento e às Indústrias de celulose e papel, resultados importantes de crescimento, desenvolvimento do caule e da raiz, dos eucaliptos irrigados com efluente industrial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. RESÍDUO CÍTRICO

Durante o processo de industrialização de frutas cítricas são produzidos, além do suco concentrado, inúmeros outros subprodutos, onde os mais comuns são:

- Ração Peletizada para gado, que é constituída de cascas, polpas, folhas e sementes das frutas;
- Óleos Essenciais, que são extraídos da parte externa da casca e do suco, os quais são matéria prima usadas pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas;
- e,
- Óleo Dlimonene, extraído do licor originário da prensagem do bagaço das frutas, durante a fabricação da ração, e é usado como solvente em indústrias de tinta.

Na Citrosuco Paulista S/A, unidade de Limeira, no Estado de São Paulo, como mostra a FIGURA 3.1, durante o processamento do suco concentrado e seus subprodutos originam-se vários tipos de efluentes, conforme segue:

- Água de Lavagem das Frutas, a qual é extraída do suco durante sua concentração e é reaproveitada para lavagem das frutas;
- Água Amarela, origina-se da lavagem dos diversos equipamentos do processo produtivo, como por exemplo: Extratoras (onde ocorre o esmagamento das frutas); "Finisher" (onde é feita a retirada da polpa do suco); Centrífugas (onde é retirado o restante dos sólidos contidos no suco); Evaporadores (onde o suco é concentrado); Água de lavagem de piso; e, "Blender" (onde é feita uma mistura de sucos para adequação do produto de acordo às exigências do mercado);
- Água Preta, origina-se da lavagem dos gases quentes, usados na secagem do bagaço da laranja, antes de serem lançados para a atmosfera; e,
- Água dos Sanitários e Restaurante.

Todas estas águas residuárias, após misturadas e gradeadas, são enviadas à Estação de Tratamento de Efluentes da empresa. Esta estação é composta por três lagoas anaeróbias de estabilização, em série, duas lagoas de lodo ativado (com aeradores superficiais) em paralelo, nove tanques de decantação e mais três lagoas de maturação em série, conforme demonstrado na FIGURA 3.2.

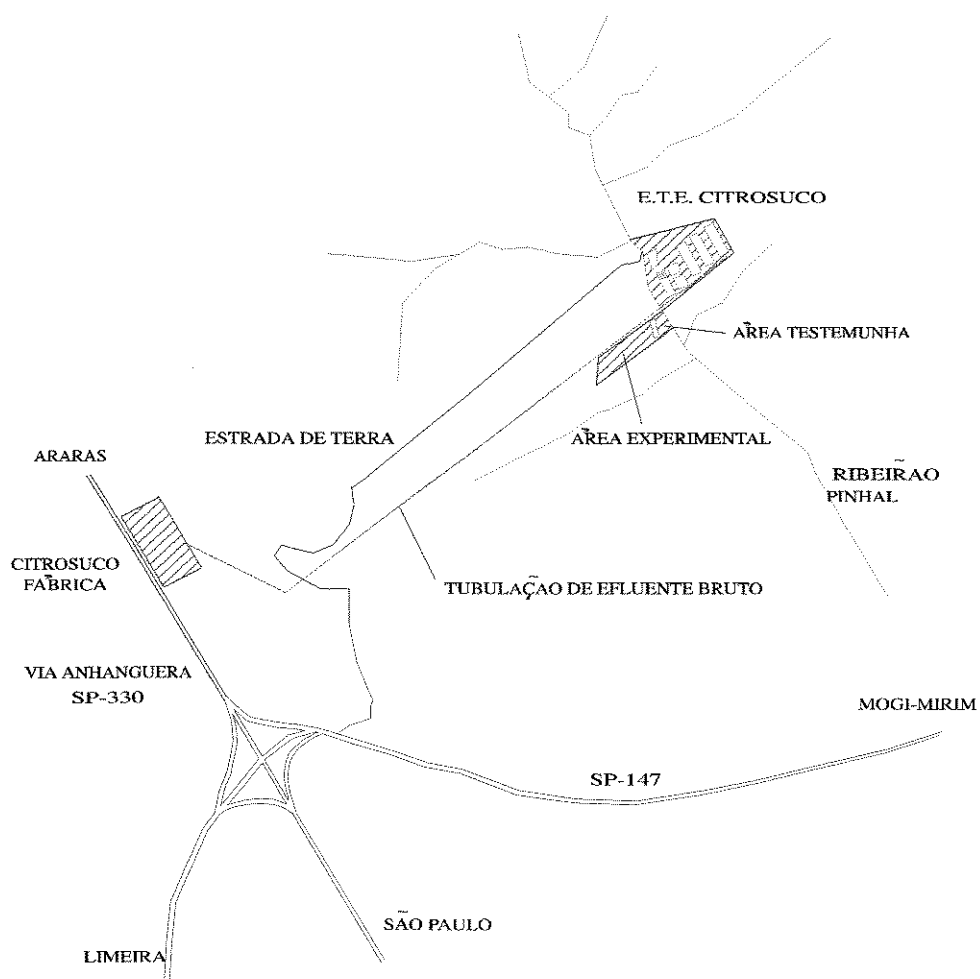
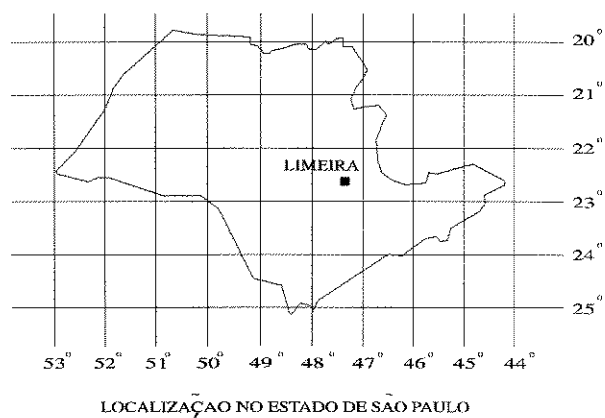
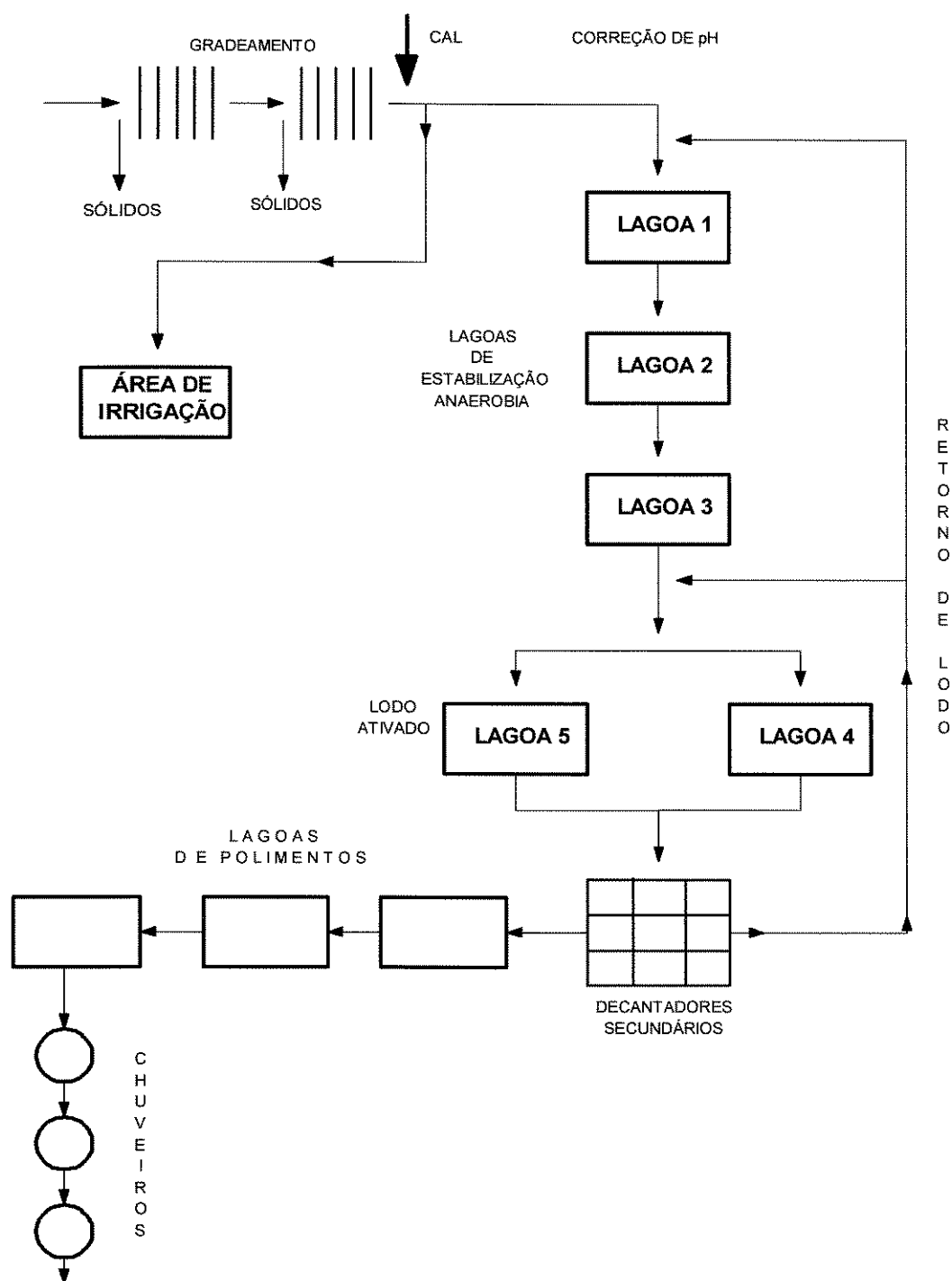


FIGURA 3.1. Situação Geográfica do Local do Experimento (situação sem escala).



Efluente Tratado

FIGURA 3.2. “Lay-out”do Sistema de Tratamento Existente e o Local do Experimento
(situação sem escala).

Na TABELA 3.1 mostra-se a caracterização do efluente bruto com a faixa de variação de diversos parâmetros analisados no trabalho de NOUR (1990):

TABELA 3.1. Faixa de Variação do Efluente Cítrico Bruto Após Gradeamento.

Parâmetros	Faixa de Variação		
pH	3,37	a	12,25
Alcalinidade Total, mg CaCO ₃ /L	0	a	1.826
D.Q.O., mg O ₂ /L	2.379	a	10.618
D.B.O., mg O ₂ /L	2.144	a	4.500
Fósforo Total, mg PO ₄ -P/L	1,4	a	8,8
Condutividade, µS/cm	631	a	7.387
Sólidos Sedimentáveis, mL/L	3,0	a	200,0
Sólidos Totais, mg/L	1.555	a	5.972,8
Sólidos Total Voláteis, mg/L	878,9	a	3.982,2
Sólidos Totais Fixos, mg/L	367,1	a	3.288,2
Sólidos Suspensos Totais, mg/L	166,4	a	1.001,6
Sólidos Suspensos Voláteis, mg/L	124,2	a	804,2
Sólidos Suspensos Fixos, mg/L	13,3	a	283,2

Fonte: NOUR (1990)

Em experimentos realizados em Matão, SP, Brasil, FIGUEIREDO, VIEIRA e GENOVEZ (1991), analisaram em separado os efluentes de uma indústria de suco cítrico (água preta e água amarela), e os resultados estão indicados na TABELA 3.2..

TABELA 3.2. Valores Médios de Alguns Parâmetros do Efluente Cítrico

Parâmetro	Água Amarela	Água Preta
pH	10.7	3.8
D.Q.O. (mg/L)	5.806	10.572
Condutividade (μ S/cm)	1.550	1.453
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	683	608
Sólidos Totais (mg/L)	5.541	5.175
Sólidos Fixos (mg/L)	2.245	3.080
Sólidos Voláteis (mg/L)	3.206	2.095

Fonte: FIGUEIREDO, VIEIRA e GENOVEZ (1991)

Os mesmos autores também analisaram na água preta a concentração de metais pesados, cujos resultados estão demonstrados na TABELA 3.3.

TABELA 3.3 Concentração de Metais na Água Preta

Metal	Amostra 1	Amostra 2
	mg/L	mg/L
Alumínio (Al)	2,7	2,6
Ferro (Fe)	3,1	0,8
Cálcio (Ca)	10,0	5,4
Magnésio (Mg)	1,6	1,1
Sódio (Na)	2,0	0,7
Potássio (K)	15,9	14,0
Cobre (Cu)	0,02	0,02

Fonte: FIGUEIREDO, VIEIRA e GENOVEZ (1991)

3.2. TRATAMENTO NO SOLO

Os Sistemas de Tratamento de Resíduos no Solo (STRS), através das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, promovem a biodegradação, a detoxificação, a transformação e/ou imobilização dos constituintes dos resíduos tratados (CUNHA, 1991).

O tratamento ocorre graças a biodiversidade microbiana existente nesse grande reservatório que é o solo. O número e a diversidade de microrganismos no solo são extremamente variáveis e dependem das condições ambientais reinantes (CARDOSO, 1992).

Na TABELA 3.4 é apresentada a densidade populacional e a quantidade de biomassa normalmente encontradas dos principais grupos de microrganismos que vivem no solo.

Durante o ano de 1994 em trabalho realizado por SIVIERO (1995) nessas mesmas áreas experimental e testemunha durante o processo normal de irrigação, avaliou-se o número de microrganismos no solo dessas duas áreas, conforme demonstrado na TABELA 3.5..

TABELA 3.4. População e Biomassa dos Principais Microrganismos Presentes no Solo Sem Aplicação de Resíduos.

GRUPOS	POPULAÇÃO Número/g de solo	BIOMASSA kg/ha
Bactérias	1 bilhão	500 - 1000
Actinomicetos	10 milhões	800 - 1500
Fungos	1 milhão	1500 - 2000
Protozoários	1 milhão	200 - 400
Algas	100 mil	200 - 300

Fonte: [McCALLA (1967)] *apud* CARDOSO (1992)

TABELA 3.5. Contagem em log das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de Bactérias, Fungos, Actinomicetos e Microrganismos Aminolíticos e Celulolíticos, Através da Técnica de Número Mais Provável (NMP) por Grama de Solo Seco, das Áreas Testemunha (C) e Experimental (I), Avaliados Durante o Ano de 1994.

Número de microrganismos em log											
Data da coleta	Nº da coleta	Bactérias		Fungos		Actinomicetos		Amilolíticos		Celulolíticos	
		C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
20/01	1	7,96	10,39	5,94	6,79	***	***	3,18	4,31	1,12	2,21
03/02	2	9,15	8,61	5,90	6,78	***	***	4,15	5,26	1,11	2,66
17/03	3	7,89	8,26	5,89	6,60	***	***	4,20	5,11	0,95	2,47
31/03	4	8,81	10,32	5,87	6,52	***	***	3,96	5,05	1,60	2,25
14/04	5	8,59	8,14	5,86	5,82	***	***	4,44	4,26	2,28	3,21
30/04	6	8,69	7,94	5,62	5,73	***	***	4,02	4,21	1,00	2,66
16/05	7	7,43	7,31	5,61	5,76	***	***	5,84	5,03	2,10	2,55
13/06	8	7,88	7,68	5,55	5,72	***	***	3,83	3,54	3,65	3,21
30/06	9	9,81	10,36	6,18	6,14	***	***	3,65	3,54	3,28	3,61
13/07	10	8,89	10,48	6,09	6,25	***	***	4,53	6,19	3,59	4,34
27/07	11	8,55	10,00	5,49	6,52	7,70	8,65	3,45	3,20	3,96	3,33
10/08	12	8,52	10,38	5,47	6,24	7,95	9,66	3,59	5,38	3,44	4,68
24/08	13	7,88	10,34	5,46	6,44	7,22	7,33	4,88	5,10	4,44	4,40
09/09	14	7,52	10,17	5,42	6,12	7,31	8,49	3,44	6,29	3,64	4,46
02/09	15	8,14	10,40	5,63	6,49	7,74	8,52	4,02	5,50	4,27	4,71
03/10	16	6,13	10,72	5,42	6,54	6,89	8,27	3,64	6,10	4,34	5,66
15/10	17	8,65	10,64	5,64	6,60	8,20	9,30	3,89	6,64	5,59	4,87
31/10	18	9,19	10,24	5,97	6,36	8,38	8,76	4,29	6,32	4,45	5,95
16/11	19	9,38	10,42	5,55	6,37	8,74	9,18	3,73	6,77	5,08	5,77
31/11	20	8,52	10,28	5,44	6,18	8,26	8,79	4,22	5,17	3,92	5,64
14/12	21	8,59	10,03	5,31	6,04	8,42	8,75	4,45	6,21	4,66	6,43

*** : não foram avaliados

Fonte: SIVIERO (1995)

Dentre os métodos de tratamento de efluentes no solo, onde atuam esses microrganismos, estão os de escoamento superficial, infiltração rápida e irrigação (METCALF e EDDY, 1979).

Segundo BRAILE e CAVALCANTI (1979) a seleção do método de tratamento é feita em função da permeabilidade do solo que, em última análise, irá fornecer a carga hidráulica de aplicação.

3.2.1 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O método de escoamento superficial no solo, também conhecido por **overland flow**, tem sido usado com êxito em outros países em tratamento de esgotos domésticos e/ou sanitários e industriais.

No escoamento superficial no solo, o efluente líquido é lançado na parte superior de um plano inclinado ou rampa, por meio de aspersores ou tubos perfurados, sendo recolhido na parte inferior do plano, através de uma calha que conduz ao ponto de lançamento, segundo visto na FIGURA 3.3 (SMITH e SCHROEDER, 1983).

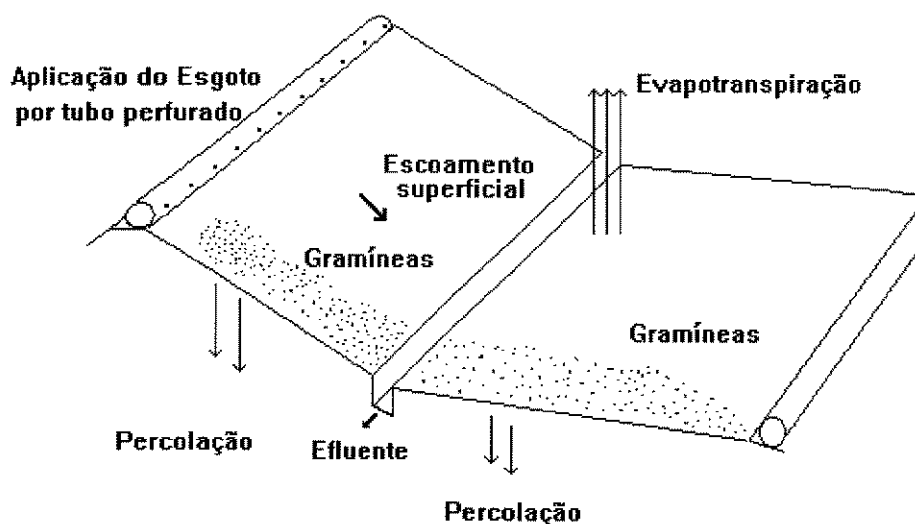


FIGURA 3.3. Método de Escoamento Superficial no Solo

FIGUEIREDO (1985) constatou que esse tipo de tratamento tem demonstrado ser de alta eficiência na remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos, nutrientes. Além dessa boa eficiência de tratamento, o método tem grande vantagem de ter um baixo custo de instalação, manutenção e operação, o que o torna economicamente viável para países em desenvolvimento.

PAYER e WEIL (1987) verificaram remoções de 90 por cento de nitrogênio e 60 por cento de fósforo, demonstrando ser o método eficiente na remoção de nutrientes. Em trabalho realizado por CHEN e PATRICK (1981), também foram constatadas remoções de nitrogênio na ordem de 70 a 90 por cento no efluente líquido da rampa.

Quanto à remoção de metais, ZIRSCHKY *et al* (1989), observaram bons resultados no tratamento por escoamento superficial no solo, demonstrando ser um sistema bem flexível, suportando diferentes tipos de efluentes.

NOUR (1990) constatou que a porcentagem média de recuperação do efluente lançado e recolhido no final da rampa foi de 61 por cento, tendo uma significativa perda devido a permeabilidade do solo.

FIGUEIREDO (1985) constatou baixa eficiência com taxas de aplicação maiores e também baixa eficiência na remoção de D.Q.O., durante eventos de chuva. Outro efeito negativo constatado por TERADA (1985) foi a distribuição não uniforme da massa líquida na rampa.

3.2.2 INFILTRAÇÃO RÁPIDA

Segundo CORBITT (1989), esse é o mais difundido método de tratamento de efluente no solo, os quais são projetados para elevadas cargas hidráulicas, e é extremamente atrativo quando tiver uma adequada formação geológica e também um solo com rápida capacidade de infiltração.

Os processos de infiltração - percolação, segundo GASI *et al.* (1988), são caracterizados pela percolação da maior parte dos esgotos

que são aplicados no solo, onde os de boa drenagem são os mais apropriados, diferenciando do escoamento superficial.

Segundo MELO (1976) esse método é similar aos filtros intermitentes de areia, embora uma parte da água se perca por evaporação. Esse processo foi desenvolvido, ainda segundo MELO (1976), para recarga de aquífero freático, com disposição de esgotos municipais e para tratamento e disposição de despejos industriais.

GASI et al.(1988) recomenda que esse processo somente deva ser utilizado em solos cuja profundidade efetiva em relação ao aquífero freático, varie de 3 a 5 metros, para evitar contaminação das águas subterrâneas.

3.2.3 IRRIGAÇÃO

Conforme definição de VIEIRA (1989), irrigar é um conjunto de técnicas e equipamentos, programados e operados de forma racional, para atingir o seu objetivo, que é repor a água do solo e da planta, garantindo uma boa produtividade.

Segundo FIGUEIREDO, VIEIRA e GENOVEZ (1991), em seu trabalho realizado com efluente de indústria cítrica, o uso de irrigação com efluente líquido proveniente da industrialização, pode ser considerada uma técnica

alternativa e não convencional de disposição e tratamento de águas residuárias industriais.

O tratamento destes resíduos, segundo a Norma L10-101 CETESB (1988), se dá em uma camada reativa no solo com 50 centímetros de espessura a partir da superfície, acrescida de uma zona de polimento com 100 centímetros, conforme demonstra a FIGURA 4.5.

Além da definição da norma, são necessárias algumas medidas iniciais, dentre elas a caracterização do solo e do resíduo a ser tratado. Os parâmetros a serem identificados na caracterização devem ser aqueles obtidos durante a seleção do local, acrescidos de carbono orgânico, nitrogênio e fósforo. Outro fator importante é a definição das técnicas a serem empregadas na distribuição dos resíduos, que devem basear-se nas características dos mesmos, nas profundidades do solo, na topografia do terreno e no clima (CUNHA, 1991).

No processo de tratamento no solo, várias condições são importantes para se ter um bom desempenho, e um dos mais importantes comentado por CUNHA (1991), é o de evitar a biodegradação anaeróbia, por ser um processo mais lento e incompleto, mudando o potencial redox do solo e favorecendo a lixiviação dos constituintes perigosos. A presença de oxigênio evita a produção de compostos indesejáveis, tais como: sulfeto de hidrogênio, aminas e mercaptanas que causam problemas de odor.

Segundo DIBBE e BARTHA (1979), a faixa ideal de pH para que ocorra uma boa biodegradação no solo é de 6,5 a 7,5; sendo esta parcialmente inibida com o decréscimo destes valores. FIGUEIREDO, VIEIRA e GENOVEZ (1991), aplicaram efluente industrial cítrico oriundo de lavagens de equipamentos do processo produtivo, água amarela e água preta oriunda da lavagem dos gases de secagem do bagaço de laranja na fabricação de ração para gado, em áreas distintas irrigando gramíneas por aspersão. Em uma das áreas, um efluente com pH acima de 10 e em outra área, com pH inferior a 4. Retirando-se amostras nas profundidades de 0,50 e 1,0 metro, verificou-se, além da neutralização do pH, uma boa biodegradação, com a remoção de D.Q.O. acima de 90 por cento.

KLEPPER e SANGHI (1978) comentaram sobre a importância da aplicação de efluente sanitário na agricultura, que uma das estratégias que motivam essa atividade é a redução do uso de fertilizantes no solo.

GERRINI e MORO (1994) concluíram que as aplicações de cinzas de caldeira e/ou resíduos de estação de tratamento, retidos em peneiras, aumentam a fertilidade do solo apenas temporariamente, ou seja, até aproximadamente dois anos após a aplicação dos materiais, tendendo-se a se igualar à fertilidade natural do solo após esse período. Portanto, para garantir a manutenção da produção de um novo ciclo vegetativo, torna-se evidente a necessidade da reaplicação desses materiais.

3.3. CULTURA UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO

Associada ao sistema de irrigação é normalmente acrescida uma vegetação que é também responsável pelo tratamento dos despejos industriais, auxiliando na retirada de água no solo. No caso da utilização de sulcos largos para infiltração podem ser escolhidos vegetais de grande porte.

Como cultura pode ser escolhido o Eucalipto da espécie *Grandis* por ser uma planta que absorve grande quantidade de água do solo, e é também uma planta geneticamente melhorada para ter crescimento inicial bem acelerado e atingir rapidamente a fase de estabilização do incremento de altura e diâmetro do caule, quando então o ritmo de crescimento se torna mais lento (LIMA, 1985).

O Eucalipto *Grandis* se caracteriza por apresentar sistema radicular superficial e provavelmente é a espécie mais plantada em todo mundo, especialmente para a produção de madeira industrial e para a indústria de papel e celulose, onde o Brasil está entre os maiores países com florestas dessa espécie (LIMA, 1985).

FERREIRA (1983) observou melhoras dos rendimentos das plantações de eucaliptos como resultado de programas de melhoramento florestal, desenvolvidos principalmente a partir de 1967. Antes dessa data os plantios

apresentavam rendimentos médios de $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ aos sete anos de idade. Apenas com a adoção de tecnologia silvicultural mais intensa (preparo do solo, fertilização, proteção, etc) os rendimentos passaram para $21 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Com a introdução de espécies conhecidas a partir de melhores procedências ecológicas, alcançaram cerca de $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Uma das precauções que se deve ter com o eucalipto é para com o ataque de besouros, que SILVA (1992) descreveu como uma das principais pragas que ataca essa planta e danifica as folhas e brotos, o besouro “*Costalimaita ferruginae*” (Coleoptera Chrysomelidae), são pequenos de coloração amarelada ou marrom-clara e ligeiramente brilhantes. Suas dimensões são de 5,0 a 6,5 mm de comprimento por 3,0 a 3,5 mm de largura, aproximadamente. A região ventral do corpo é amarelo- clara ou alaranjado. A cabeça, com a parte frontal plana, tem coloração amarelo-clara brilhante, com antenas com dimensões um pouco maiores que a metade do corpo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse trabalho foi estudado o processo de tratamento de efluente bruto líquido de indústria de suco cítrico no solo irrigando eucalipto através de sulco largo de infiltração. Esse sistema de irrigação por sulcos de infiltração é o mais antigo e difundido, caracterizando-se principalmente pelo baixo custo de implantação.

Esse sistema consiste na aplicação da água nos sulcos, nos quais, ao mesmo tempo que caminha ao longo de seu comprimento, vai se infiltrando e umedecendo o solo, proporcionando à planta a água necessária ao seu metabolismo VIEIRA (1989). Não é muito bem difundido o uso desse sistema de irrigação como método de tratamento de efluente e por isso esse trabalho mostra os resultados obtidos com o experimento.

4.1. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

O sistema foi implantado próximo à estação de tratamento de efluente líquido da Citrosuco Paulista S/A, em Limeira no Estado de São Paulo, conforme indicado na FIGURA 4.1, onde anteriormente existia um outro sistema composto por uma lagoa de aproximadamente 20.000 m³, seguida de 53 valas de infiltração de 1,5 metro de profundidade por 2 metros de largura e 160 metros de comprimento, onde aplicava-se efluente industrial com alta carga orgânica, oriundo das limpezas dos equipamentos da fábrica.

Em 1988, após um programa modificando o sistema operacional do processo produtivo da Citrosuco, diminuiu-se consideravelmente a carga do efluente, que tinha como parâmetro a D.Q.O. média de aproximadamente 10.000 mg/L, passando para a média de 4.500 mg/L. Com isso a estação de tratamento de efluente líquido (FIGURA 3.2) já conseguia absorver todo o efluente do processo produtivo, não necessitando mais o uso dessa área.

No local onde estavam situadas as valas de infiltração, de posse dos dados obtidos no levantamento topográfico, fez-se a terraplenagem para o acerto do terreno, sobrando somente a lagoa de 20.000 m³, à montante da área, a qual não sofreu alteração no seu nível de água nos dois anos em que esse sistema ficou desativado. Após essa terraplenagem iniciou-se o estudo de caracterização do solo, para a construção dos sulcos.

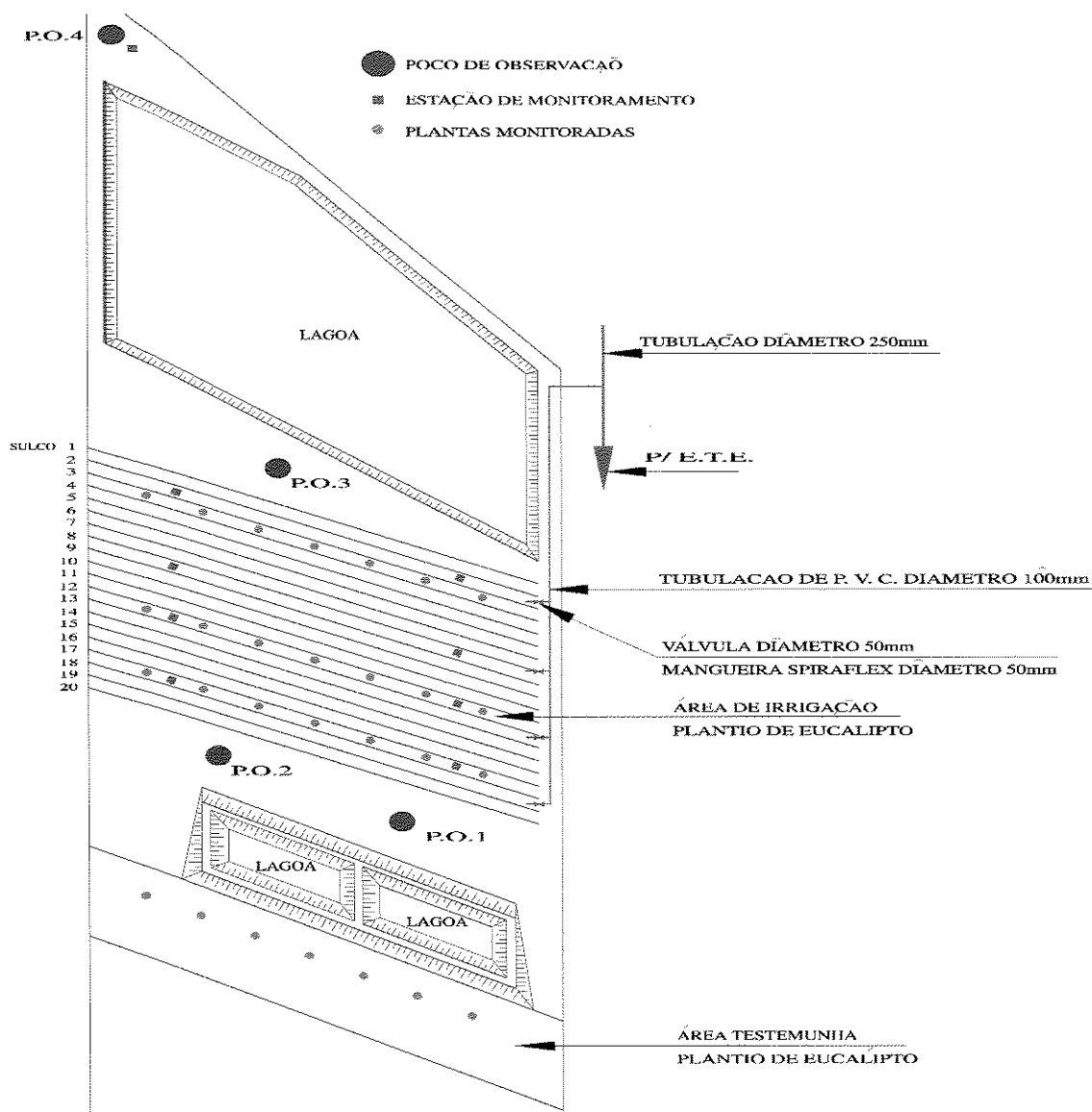


FIGURA 4.1. “Lay-out” da Área de Irrigação e Área Testemunha, com os Sistemas de Monitoramento (sem escala)

4.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O conhecimento das características físicas e químicas do solo são muito importantes para esse processo , tanto nas etapas de implantação, construção e operação do sistema de sulcos , como também para o plantio das mudas.

Com a caracterização do solo onde o experimento foi implantado, foram obtidos os seguintes dados: o solo da área é do tipo Franco-Arenoso , segundo a classificação do U.S.D.A. e com base em análise granulométrica chegou-se a valores de 74% de areia, 10% de silte e 16 % de argila. Tal análise refere-se à camada reativa do solo , isto é , ao perfil 0 - 50 cm.

4.1.2. CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

A água presente no interior do solo , localiza-se nos poros , sendo retirada por força de capilaridade e de adsorção. A capilaridade é o resultado de uma propriedade da água , denominada tensão superficial , que propicia a formação de envelopes de hidratação sobre a superfície das partículas. Os efeitos de adsorção são mais importantes em solos argilosos , enquanto que nos arenosos predomina a capilaridade. A força que prende a água no solo , denominada potencial de pressão , é consequência da ação conjunta da capilaridade e da adsorção. A união dessas forças resulta no potencial matricial , que é expresso em atmosfera , bar ou Pascal. A curva característica do solo é obtida em laboratórios especializados com auxílio de um

aparelho denominado "extrator de placa porosa Richards " e essa curva varia de acordo com a textura e a estrutura do solo , onde permite fixar a altura de água disponível no mesmo , da lâmina hídrica e da lâmina bruta de irrigação (VIEIRA, 1989).

Foram obtidos no Laboratório de Água e Solo da FEC/UNICAMP, os valores que caracterizam a capacidade de retenção de água no solo do local do experimento, os quais estão indicados na TABELA 4.1.

TABELA 4.1. Caracterização do Solo com Capacidade de Retenção de Água

Profundidade do Perfil	50 cm
Densidade Global	1,40 g/cm ³
Capacidade de Campo	18,0 %
Ponto de Murchamento	9,8 %
Umidade Cítrica	13,5 %
Altura de Água Disponível	57,0 mm
Lâmina Hídrica	31,5 mm
Eficiência da Irrigação	50,0 %
Lâmina Bruta de Irrigação	63,0 mm
Densidade Real do Solo	2,63 g/cm ³
Porosidade	46,8 %

4.1.3. TESTE DE AVANÇO

Com a finalidade de se estabelecer o tempo de avanço do líquido nos sulcos de irrigação fez-se a realização do teste de avanço, uma vez que o comprimento de cada sulco tinha sido pré estabelecido (164 m).

O teste de avanço foi realizado no local, abrindo-se um sulco com declividade de 0,1 por cento, onde foram cravadas estacas a cada 10 metros num total de 100 metros. Com a vazão de alimentação de $4,3 \text{ m}^3/\text{h}$ monitorou-se a frente de umedecimento conforme a água caminhava no interior do sulco, de onde obteve-se o gráfico demonstrado na FIGURA 4.2.

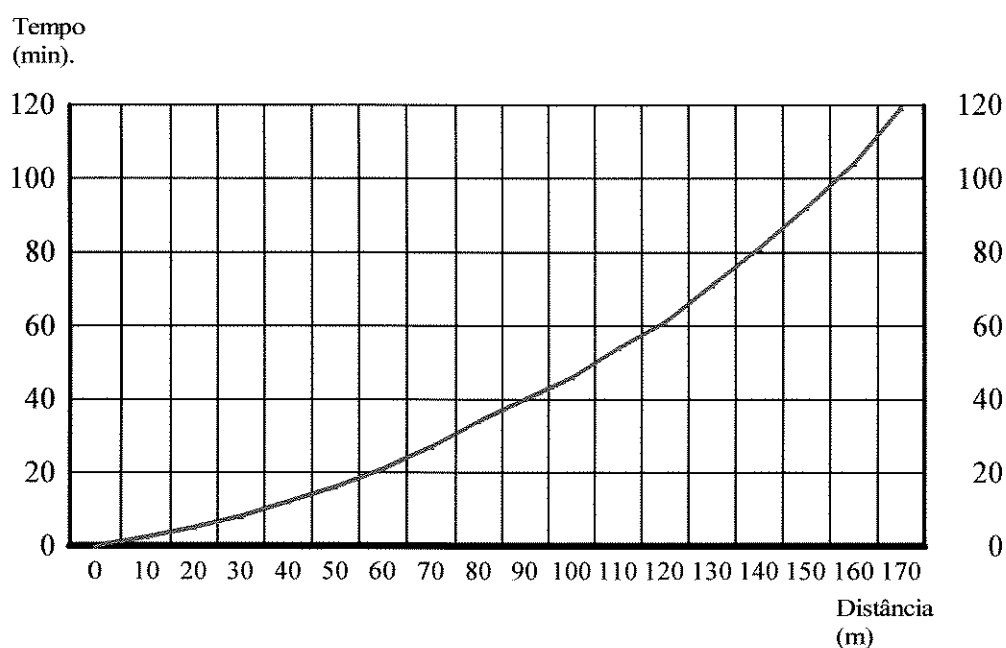


FIGURA 4.2. Curva de Avanço da Água no Sulco

4.1.4. TESTE DE INFILTRAÇÃO

O teste de infiltração é um método para determinar a infiltrabilidade do solo, que é o processo de penetração da água no solo verticalmente, através da sua superfície e tem como unidade mm/h.

Trata-se de um parâmetro de grande importância para o projeto de irrigação, pois a velocidade de aplicação de água não deve superar a capacidade de infiltração do solo, pois isso levaria ao acúmulo de água na superfície do terreno.

O próprio sulco testado para a obtenção da curva de avanço foi utilizado para obter a equação de infiltração e o tempo de aplicação da Lâmina Hídrica. Quando a frente de umedecimento atingiu o final do sulco, passou-se medir as vazões de entrada (q_e) e monitorou-se a de saída (q_s) a 100 metros da entrada, através de duas calhas WSC para medição da vazão, sendo que a diferença entre elas indica a quantidade de água que penetrou no solo por infiltração ao longo do sulco. Prosseguiu-se a medição até que a vazão de saída se manteve constante , isso indica que a vazão infiltrada atingiu seu valor final. A infiltração é calculada pela divisão da vazão infiltrada pela área sujeita à infiltração e os resultados obtidos no teste de infiltração estão indicados na TABELA 4.2.

TABELA 4.2. Capacidade de Infiltração do Solo da Área.

Declividade do sulco	0,1%
Perímetro molhado	40 cm
Vazão de entrada	1,19 L / s
Capacidade de infiltração do sulco	
inicial	103,5 mm / h
final	65,7 mm / h

Equação de Infiltração Obtida

$$F = 2,142 \cdot T^{0,667}$$

onde :

F = infiltração total em mm

T = tempo de infiltração em minutos

4.1.5. MANEJO DE APLICAÇÃO

Em cada sulco foi feita a aplicação do efluente cítrico conforme resultados da TABELA 4.3, obtidos a partir da caracterização do solo, do teste de avanço e do teste de infiltração.

TABELA 4.3. Lâminas de Aplicação e Dimensões dos Sulcos.

Lâmina Hídrica Líquida	31,5 mm
Consumo de Água pela Cultura	5,3 mm/dia
Turno de Irrigação	6 dias
Vazão Máxima por sulco	12 m ³ /h
Dimensões do Sulco (aproximada)	
Forma	Trapeizodal
base maior	150 cm
base menor	110 cm
profundidade	40 cm
altura do nível d'água	20 cm
comprimento máximo	170 m
área molhada	0,26 m ²
volume de efluente	48 m ³
Tempo de Avanço (aproximado)	2 h
Lâmina Bruta de Irrigação	63 mm
Tempo de Aplicação	2 h
Tempo Total (Avanço + Aplicação)	4 h

4.1.6. REAVALIAÇÃO DO PROJETO

Ao iniciar a construção do sistema, houve a necessidade de alterar as características iniciais de projeto, pois o solo da área ainda não estava bem compactado e apresentava umidade nos locais onde existiam as valas de infiltração. Tentou-se trabalhar na construção dos sulcos com vários equipamentos e conseguiu-se somente com uma máquina niveladora. Por ser um equipamento de grande porte, as dimensões dos sulcos, conforme FIGURA 4.4, ficaram maiores que o projeto inicial e com isso foi necessário fazer-se a reavaliação desse projeto com teste de avanço e teste de infiltração para se obter um novo manejo da irrigação.

4.1.6.1. TESTE DE AVANÇO DE REAVALIAÇÃO

O teste de avanço para reavaliação foi realizado no sulco número 2, onde monitorou-se a frente de umedecimento a cada 10 metros até o total de 100 metros e obteve-se os resultados demonstrados na TABELA 4.4 e nas FIGURAS 4.3 e 4.4.

TABELA 4.4. Resultado da Curva de Avanço de Reavaliação

Metro	Tempo
0	0
10	3 min 18 s
20	10 min 46 s
30	19 min 37 s
40	26 min 57 s
50	35 min 44 s
60	47 min 05 s
70	65 min 47 s
80	109 min 04 s
90	151 min 47 s
100	185 min 47 s

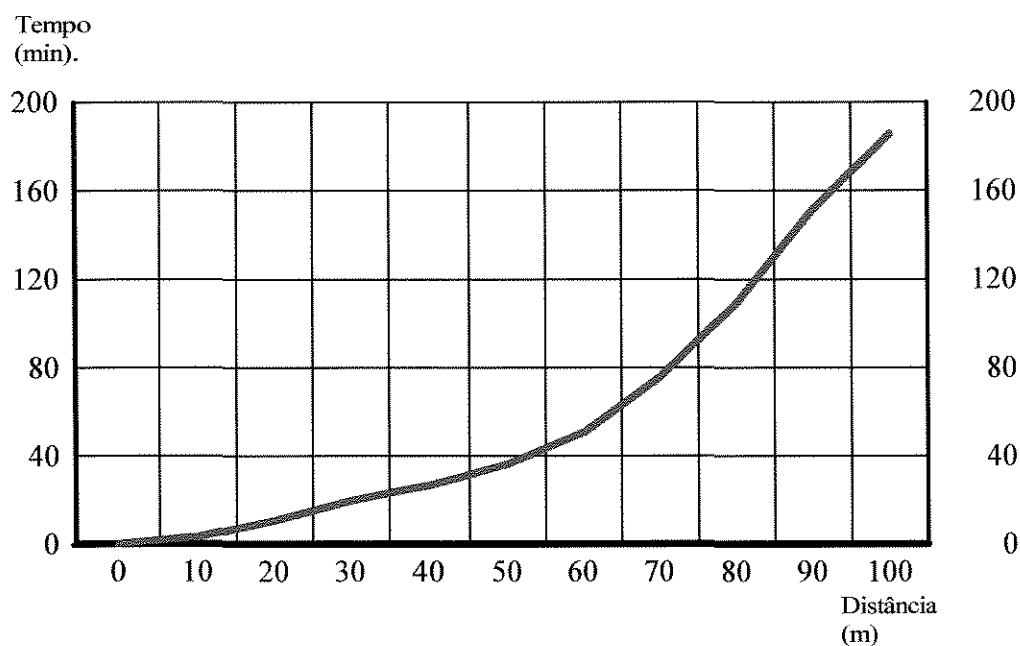


FIGURA 4.3. Curva de Avanço de Água no Sulco (Reavaliação)

4.1.6.2. TESTE DE INFILTRAÇÃO DE REAVALIAÇÃO

Ao final do teste de avanço, sabendo-se que a vazão de alimentação do sulco era de 4,74 L/s, instalou-se uma calha WSC para medição de vazão no final do mesmo e monitorou-se essa vazão de saída, obtendo-se os resultados demonstrados na TABELA 4.5.

TABELA 4.5. Resultados do Teste de Infiltração de Reavaliação

Tempo Acumulado (minuto)	qs L/s	qi L/s	F mm
60	0,2	4,74	68,26
120	0,5	4,44	63,94
180	0,6	4,34	62,50
240	0,8	4,14	59,62
300	0,9	4,04	58,18
360	1,09	3,85	55,44
420	1,19	3,75	54,00
480	1,37	3,57	51,41
540	1,55	3,39	48,82
600	1,77	3,17	45,65
660	1,98	2,96	42,62
720	2,22	2,72	39,17
780	2,74	2,20	31,68
840	3,02	1,92	27,65
900	3,32	1,62	23,33
960	3,63	1,31	22,00
1020	4,31	063	9,07



FIGURA 4.4. Visão Geral do Sulco Largo de Infiltração com os Testes de Avanço e Infiltração

4.1.6.3. MANEJO DE APLICAÇÃO APÓS REAVALIAÇÃO

Após a reavaliação do sistema chegou-se ao programa de manejo da irrigação, o qual trabalhou com uma vazão inicial de $40,0 \text{ m}^3/\text{h}$, que foi a vazão máxima conseguida na rede de alimentação, até a frente de umedecimento atingir o final do sulco, sendo então reduzida para a vazão de $17,8 \text{ m}^3/\text{h}$, portanto:

Lâmina hídrica	31,5 mm
Consumo de água pela cultura	5,3 mm
Turno de irrigação	6 dias
Vazão inicial	40,0 m ³ /h
Tempo de avanço	2h 20 min.
Vazão final	17,8 m ³ /h
Tempo de aplicação	1h 10 min.
Tempo total	3h 30 min.
Volume aplicado	110 m ³
Dotação de rega	1,61 L/s x ha.

Estabeleceu-se uma vazão inicial (q_i), até que a frente de umedecimento atinja o final do sulco e com maior rapidez possível, de tal forma que não transborde e não cause erosão e uma vazão final (q_f) que foi suficiente para manter o sulco cheio, ao longo de seu comprimento, sem sobras no final e aplicar a lâmina hídrica líquida.

4.2. LOCALIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS SULCOS

Esse Sistema de Tratamento de Resíduos no Solo, foi implantado em uma área de 2 hectares, conforme FIGURA 4.1, cultivada por Eucaliptos da espécie Grandis, plantados em filas duplas com espaçamento de 1 X 1, intercaladas por sulcos de infiltração de base larga com aproximadamente 3 metros de

largura, por 40 centímetros de profundidade e cerca de 164 metros de comprimento e com declividade de 0,1 %, conforme FIGURA 4.5.

Em toda a área experimental foram plantadas aproximadamente 7.500 mudas de Eucalipto Grandis, cedidas pela Indústria Ripasa S.A. Celulose e Papel, da cidade de Limeira.

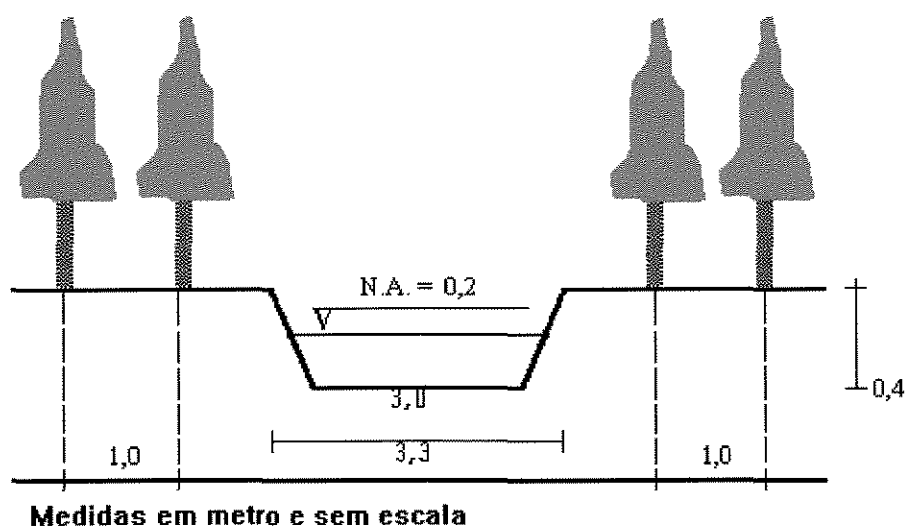


FIGURA 4.5. Posição dos Sulcos e das Linhas de Plantio

4.3. PLANTIO DOS EUCALIPTOS

O plantio foi feito com espaçamento de 1 X 1 metro, e entre cada duas fileiras de plantas, foram construídos os sulcos, conforme já citado. Esse plantio foi acompanhado por engenheiros agrônomos da Indústria Ripasa, em todas as suas etapas, desde a retirada das mudas dos tubetes e preparação das covas, até a adubação, que foi feita com adubo com a formulação 20:80:40, ou seja:

20 kg de Nitrogênio/ha

80 kg de Fósforo (P_2O_5)/ ha

40 kg de Potássio (K_2O)/ha

4.4. INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Paralelo à área, passa a rede de efluente industrial, que sai da fábrica e alimenta a Estação de Tratamento de Efluentes. Dessa rede fez-se uma derivação de 100 mm com tubos de PVC marrom rígido, cuja extensão é de aproximadamente 174 metros, onde foram usados para isso 9 barras para chegar até o sistema e mais 20 barras que ficaram instaladas transversalmente à posição dos sulcos conforme detalhes apresentados na FIGURA 4.1.

No espaço de aproximadamente 120 metros, na cabeceira dos sulcos instalaram-se 4 válvulas globo de 2 polegadas, distribuídas na posição onde cada válvula alimente 5 sulcos. Essa alimentação foi feita por meio de mangueira do tipo spiraflex de 2 polegadas, com 30 metros de comprimento cada.

Na operação desses sulcos, aplicou-se efluente em um sulco por vez para não se ter interferência nas vazões.

4.5. SISTEMA DE MONITORAMENTO

O monitoramento do sistema foi feito através de Poços de Observação, Estações de Monitoramento e Análises Químicas do Solo.

4.5.1. POÇOS DE OBSERVAÇÃO (P.O.)

Os Poços de Observação têm o papel de acusar a influência de uma determinada fonte de poluição na qualidade da água subterrânea.

Foram construídos 4 poços de observação para o monitoramento do aquífero freático, conforme NORMA 06.010 CETESB (1988), para construção destes poços , demonstrado na FIGURA 4.6.

Foi construído um poço à montante da lagoa de 20.000 m³, que está situada também à montante do sistema, na parte superior do terreno o PO 4 com a profundidade de 14,5 metros. Um outro, PO 3 ficou entre essa lagoa e o sistema de sulcos de infiltração cuja profundidade foi de 13,5 e mais dois foram construídos à jusante do sistema, dispostos paralelamente aos sulcos, o PO 1 com profundidade de 10 metros e o PO 2 com profundidade de 11 metros, conforme demonstrado na FIGURA 4.1.

Com o poço à montante, foi monitorada a água do aquífero freático, fora da abrangência da lagoa de 20.000 m³ e da área dos sulcos de infiltração, pois este ficou na parte mais alta do terreno e a aproximadamente 30 metros de distância da lagoa. O outro que ficou entre a lagoa de 20.000 m³ e área de sulcos de infiltração, o qual serviu para monitorar a água do aquífero freático, verificando-se uma possível interferência da água dessa lagoa no mesmo. Já os dois poços à jusante do sistema dos sulcos de infiltração, monitoraram uma possível interferência no aquífero pelo efluente aplicado no solo.

A firma Sondosolo Geotecnia e Engenharia Ltda., executou os serviços de Sondagem à Percussão com avanço a seco até a profundidade permitida pela resistência do terreno ou até encontrar o nível de água. Fez também ensaio de permeabilidade do terreno de acordo com o boletim nº 4 da ABGE (Associação Brasileira de Geologia e Engenharia), analisou a granulometria do terreno e construiu os 4 poços de observação.

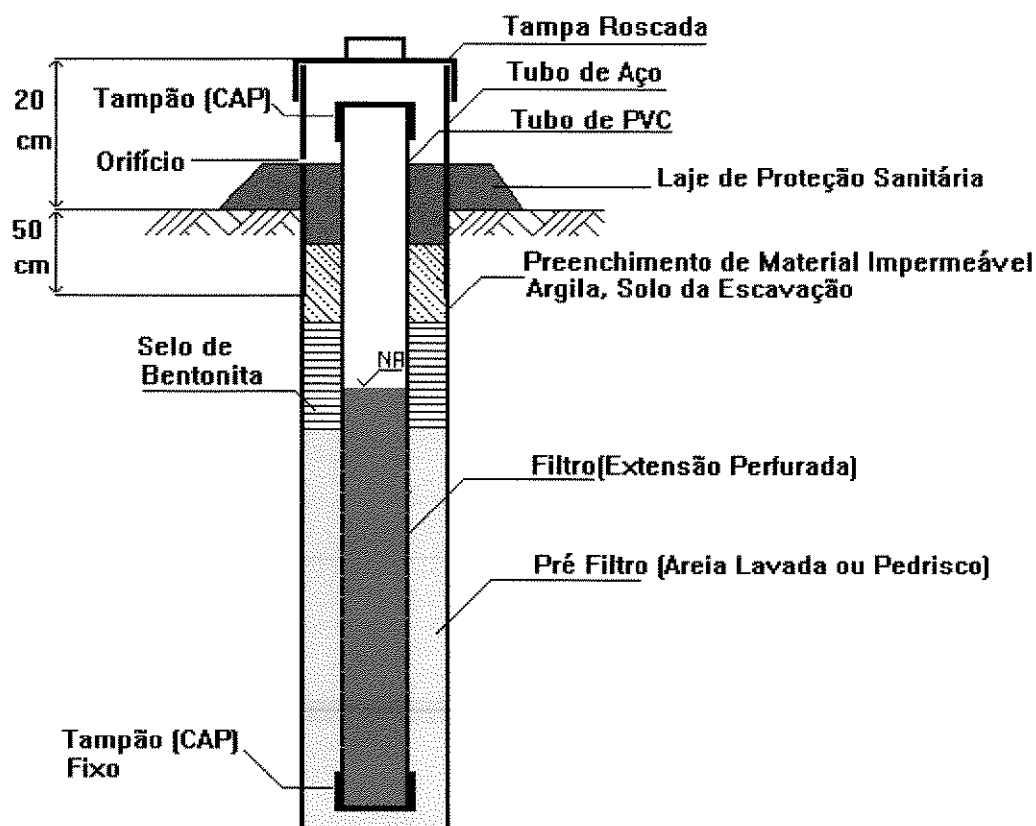


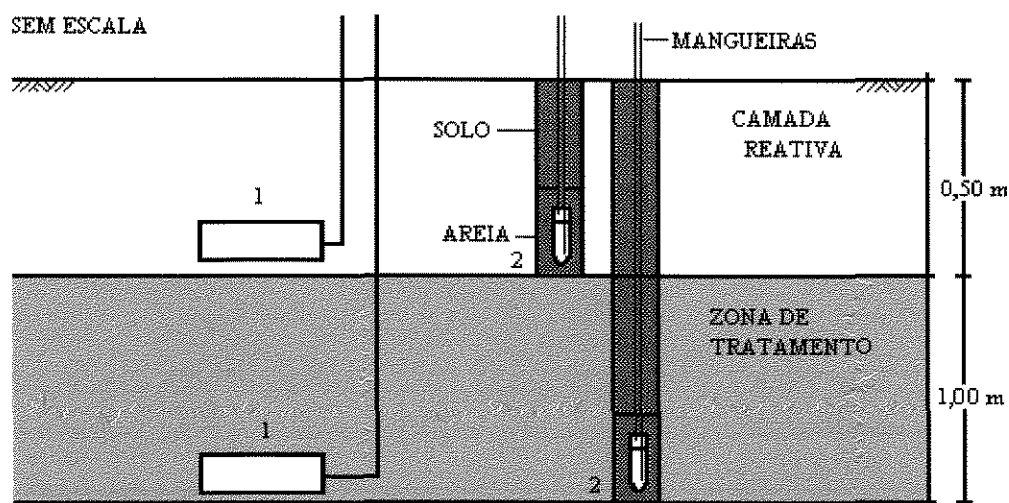
Figura 4.6. Esquema de Construção dos Poços de Observação.

4.5.2. ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO (E.M.)

Essas estações são compostas por dois tipos de equipamentos: o primeiro é a Sonda de Ponta Porosa, que é composto de uma ponta porosa de cerâmica, de onde derivam-se duas mangueiras que podem ser de aproximadamente

$\frac{1}{4}$ de polegada , sendo uma disposta no fundo da cápsula e a outra na parte superior da mesma . Na mangueira superior é por onde aplica-se vácuo e na inferior faz-se a retirada da amostra. Com esse equipamento permite-se amostrar elementos que fluem pelos microporos do solo. Com a aplicação de vácuo, interfere-se no fluxo normal da água do solo e força-se que a mesma flua para dentro da sonda, conforme FIGURA 4.7 e FIGURA 4.8.

O segundo é um amostrador de drenagem livre , que normalmente é usado em solos permeáveis com grande volume de macroporos ou que apresentem canais e ranhuras , pois , nesses solos existem a tendência de ocorrer uma intensa lixiviação dos constituintes solúveis da água. Normalmente , esse equipamento apresenta-se como blocos perfurados de vidro ou de aço inox , colocados em aberturas feitas no solo e as águas que fluem praticamente em drenagem livre , preenchem este bloco e são daí retiradas por meio de sucção conforme FIGURA 4.7 e FIGURA 4.8.



- 1 - Coletor de Drenagem Livre
2 - Lisímetro de Sucção

Figura 4.7. Perfil Esquemático da Estação de Monitoramento.

O monitoramento da solução do solo , foi realizado em duas profundidades: a 50 cm e a 150 cm ; onde foram instaladas as sondas de ponta porosa e amostradores de drenagem livre nestas profundidades. As instalações desses equipamentos foram feitas em 8 locais da área a ser monitorada e uma outra destas estações ficou fora dessa área, servindo como testemunha, conforme demonstrado na FIGURA 4.1.

4.6. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO NA ÁREA EXPERIMENTAL

As Estações de Monitoramento na área experimental , estão localizadas no início e no final dos sulcos de número 3, 9, 13 e 18, conforme FIGURA 4.1.

Para essa instalação foram cavadas aberturas no solo, de seção retangular com aproximadamente 1 metro de largura por 1,5 metro de comprimento e 2,0 metros de profundidade , na lateral dos sulcos (na parte superior das bordas dos mesmos). Estes equipamentos foram instalados nas paredes dos mesmos, voltadas para a direção dos sulcos a serem monitorados. A cada profundidade (50 e 150 cm) foram instalados uma Sonda de Ponta Porosa e um Amostrador de Drenagem Livre , tendo o cuidado para que os que estão a 50 cm não fiquem no mesmo alinhamento dos que estão 150 cm , para evitar interferências na coleta da solução, conforme a captação da água feita pelas E.Ms. foi-se acumulando em refrigerador até o volume suficiente para análise dos parâmetros pH, Condutividade, Alcalinidade Total, Alcalinidade Carbonato, Alcalinidade Bicarbonato, D.Q.O., Cloretos, Série de Sólidos, Cor e Turbidez.

O objetivo principal do monitoramento é verificar a eficiência do Sistema de Tratamento de Resíduos no Solo e detectar migrações dos constituintes do resíduo aplicado, possibilitando a adoção de medidas como: diminuir

o volume de efluente líquido aplicado no solo, melhorando o desempenho do sistema e/ou minimizando os riscos de poluição ambiental.

4.7. LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO NA ÁREA TESTEMUNHA

Foi construída em área externa à área experimental, uma Estação de Monitoramento (E.M.), com características semelhantes às da área experimental, que serviu como testemunha. Esta estação foi composta por uma sonda de ponta porosa e um coletor de drenagem livre nas profundidades 50 a 150 centímetros. A sua instalação foi a aproximadamente 30 metros à montante do sistema e da lagoa de 20.000 m³, e na parte mais alta do terreno, evitando-se com isso, possíveis interferências que possam contaminar esta (E.M.) testemunha, conforme visto na FIGURA 4.3.

O procedimento para a coleta das amostras de água nesse sistema, foi da mesma forma que na área experimental, onde aplicou-se vácuo nas sondas de ponta porosa e fez-se a sucção nos coletores de drenagem livre.

Em todos os locais onde foram instaladas as Estações de Monitoramento, foi necessária a instalação de tomadas com energia elétrica para a operação de uma bomba de vácuo que foi usada para coleta das amostras. Para isso foi

mais próxima do local é de 440 V. Todo esse procedimento e material foi usado para as duas áreas: Área Experimental e Área Testemunha.

4.8. LOCALIZAÇÃO DOS EUCALIPTOS PARA MONITORAMENTO

O monitoramento dos incrementos de altura, perímetro do caule e desenvolvimento do sistema radicular foram feitos em 21 plantas da área experimental, as quais foram numeradas e o caule de cada planta circundado com tinta, demarcando a altura de 20 cm. do solo para a medição do perímetro. Este procedimento foi feito também na área testemunha situada à jusante do sistema, conforme FIGURA 4.1, onde foram plantadas aproximadamente 1.000 mudas de Eucalipto Grandis, das quais, seis árvores foram monitoradas juntamente à área experimental. Estas árvores da área testemunha tiveram as mesmas características da área experimental, ou seja, forma e data de plantio dos eucaliptos, espaçamento, adubação inicial e monitoramento.

4.9. OPERAÇÃO DO SISTEMA

Essa operação teve início durante o período de safra da laranja, por ser o período do ano de maior geração de efluente, e trabalhou-se com esta área somente durante esse período, pois a geração de efluente na entressafra é somente dos sanitários e restaurante.

4.9.1. COLETA DAS AMOSTRAS

4.9.1.1. ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO

A coleta das amostras de água nas Estações de Monitoramento foi feita com o auxílio de uma bomba de vácuo, mangueira de látex, e um kitassato com rolha de borracha, em duas etapas, da seguinte forma:

Na primeira etapa, pega-se a mangueira de número 1 (que fica instalada na parte superior da sonda de ponta porosa) e aplica-se vácuo, enquanto a de número 2 (que fica na parte inferior), deverá estar com a ponta dobrada e amarrada para evitar a entrada de ar. Em um determinado período de tempo o vácuo aplicado força a solução contida no solo a entrar na sonda porosa.

Na segunda etapa, pega-se o kitassato e o conecta à mangueira número 2, onde aplica-se vácuo, com a mangueira número 1 livre. Toda a solução contida dentro da sonda porosa irá para o kitassato, de onde coleta-se para análise, FIGURA 4.8.

A coleta de solução dos Amostradores de Drenagem Livre foi feita com auxílio de bomba de vácuo, conectada ao kitassato através de mangueira

do tipo látex. Ao aplicar vácuo e toda a solução contida no interior do Amostrador flui para dentro do kitassato, onde coletava-se para análise, conforme FIGURA 4.9.

As amostras de água das Estações de Monitoramento (E.Ms.) foram coletadas de forma não ordenada, pois nem sempre que aplicava-se vácuo, colhiam-se amostras nas sondas de ponta porosa, e nos amostradores de drenagem livre também não se tinha uma frequência definida para a coleta. As análises foram feitas após a coleta de um volume suficiente para todos os parâmetros. Foram feitas análises de amostras compostas coletadas das oito E.Ms. da área experimental a 50 e 150 cm de profundidade , nas sondas porosas e nos amostradores de drenagem livre.

4.9.1.2. ÁGUA DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO

As amostras de água dos Poços de Observação (P.O.) foram coletadas no dia em que fizeram-se as análises das amostras das E.Ms. , sendo que os poços foram drenados três dias antes, para se evitar a coleta de água parada por muito tempo dentro dos mesmos e obter com isso uma amostra mais significativa, essa drenagem foi feita com o auxílio de um coletor do tipo caneca , e as amostras também foram coletadas com esse mesmo equipamento.

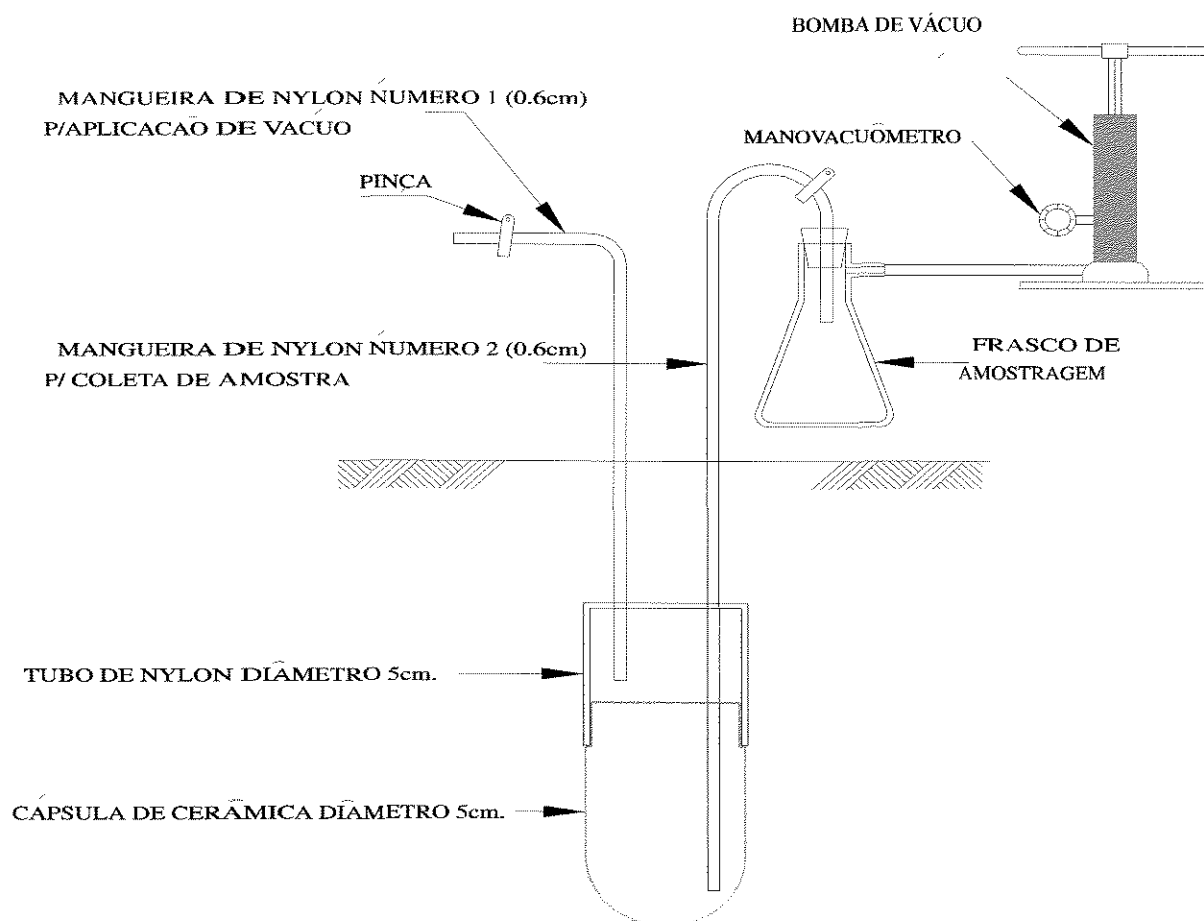


FIGURA 4.8. Esquema de Construção da Sonda de Ponta Porosa, com Demonstração de Coleta de Amostra com a Bomba de Vácuo.

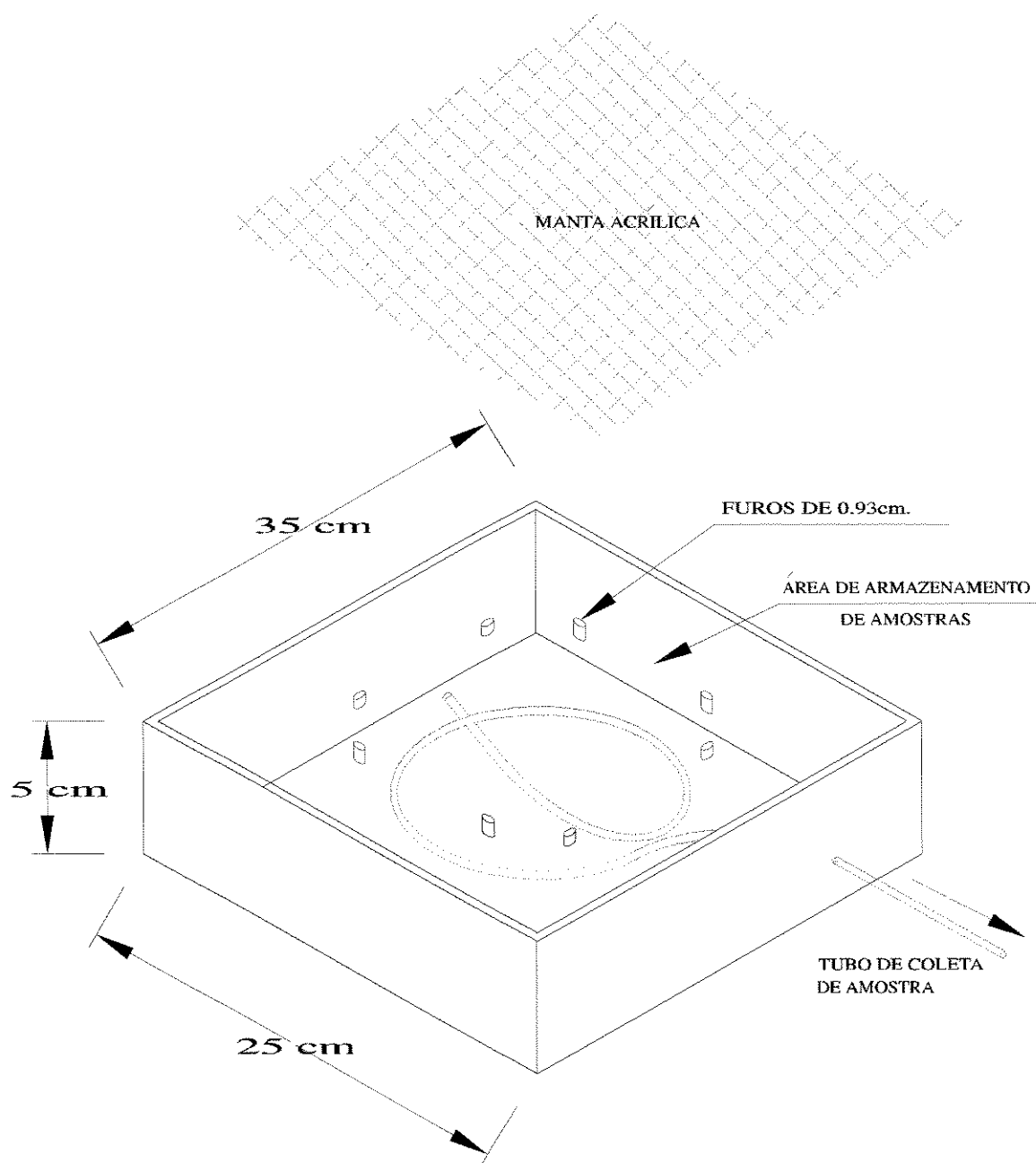


FIGURA 4.9. Esquema de Construção do Coletor de Drenagem Livre.

4.9.1.3. EFLUENTE BRUTO

O efluente bruto foi coletado na entrada da Estação de Tratamento de Efluentes após os gradeamentos com a mesma frequência das amostras dos P.Os. e das E.Ms.

4.9.1.4. ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

Para determinar as características químicas do solo, foram coletadas amostras compostas a cada três meses, com trado de rosca nas profundidades de 0 a 25 cm , 25 a 50 cm , 50 a 75 cm , 75 a 100 cm , no interior dos sulcos em três pontos diferentes da área experimental , ou seja , nos sulcos de número 2 , 8 e 17 , e próximos das plantas de número 4 , 12 e 19. Foram coletadas amostras de solo em dois pontos diferentes na área testemunha , a qual servirá como comparativo, próximo das plantas de número 2 e 6. Todas essas amostras de solo foram analisadas no Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo LTDA. S / C. Foi feito um acompanhamento das características químicas , onde a primeira amostra coletada da área experimental e testemunha serviram como caracterização inicial do solo, antes da aplicação de efluente, apresentada nas TABELAS de 10.A a 17.A.

4.9.1.5. ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE CONTROLE

Todas as amostras de água e de efluente bruto, dos poços de observação e das estações de monitoramento, foram analisadas nos laboratórios da Citrosuco Paulista S.A. e no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas , UNICAMP , de acordo com os procedimentos indicados no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater “, 17^a edição (1989). Os parâmetros verificados foram :

- pH
- Cor
- Turbidez
- Condutividade Elétrica
- Alcalinidade Total
- Alcalinidade Bicarbonato
- Alcalinidade Carbonato
- Acidez Volátil
- Cloreto
- Demanda Química de Oxigênio (D.Q.O.)
- Fósforo Total
- Sólidos Totais (ST)
- Sólidos Totais Fixos (STF)
- Sólidos Totais Voláteis (STV)
- Sólidos Suspensos Totais (SST)
- Sólidos Suspensos Fixos (SSF)
- Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)

As amostras de solo foram enviadas ao Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo (ICASA), onde foram analisados os seguintes parâmetros: pH CaCl₂, pH Água, Carbono, P, K, Ca, Mg, H, S, CTC e V.

4.9.1.6. ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

Foi acompanhado o desenvolvimento de 7 plantas no sulco número 2 , 8 e 17 , além de outras 6 plantas fora da área experimental, as quais serviram como testemunha , da seguinte forma :

- Acompanhamento mensal do desenvolvimento, o qual foi feito monitorando-se a altura das plantas através de um aparelho chamado clinômetro ;

- Medição mensal do perímetro do caule, onde foi adotado um espaço de 20 centímetros de altura do solo em todas as plantas a serem monitoradas , tanto na área experimental como na testemunha. Essas medições dos perímetros dos caules foram feitas com auxílio de uma trena , onde a mesma é colocada ao redor do caule e verificado o perímetro do mesmo;

- Monitoramento do desenvolvimento radicular das plantas , tanto na área experimental , quanto na testemunha foi adotada a técnica de estudo de raízes pelo método do trado, conforme FUJIWARA *et al* (1994), onde foram coletadas amostras com trado serrilhado, conforme FIGURA 4.10, nas profundidades de 0 a 25 , 25 a 50 , 50 a 75 e de 75 a 100 centímetros.

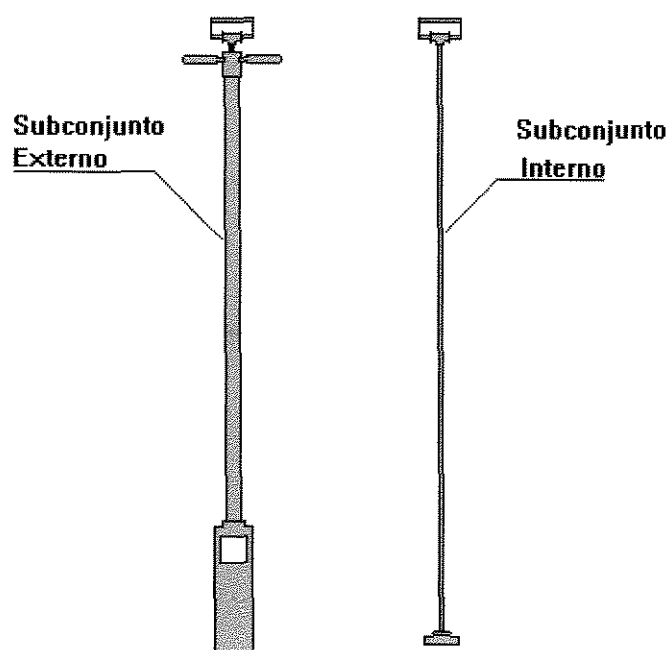


FIGURA 4.10. Amostrador de Raiz (Trado Serrilhado)

Foram adotados seis pontos de amostragem, sendo um a direita, um a esquerda, um atrás e 3 na frente de cada planta, com espaçamento de 50 cm do caule da planta e entre pontos de amostragem, e as coletas das amostras ocorreram em duas fases: a primeira em dezembro de 1993 e a segunda em dezembro de 1994; e,

-Monitoramento da altura se fez com auxílio de um clinômetro: adotando-se um local próximo a planta a ser medida, acha-se a distância do local até a mesma e com esse aparelho encontra-se uma linha reta até um ponto no caule, onde é medida a primeira altura, daí acha-se um ângulo no clinômetro, do ponto marcado até a ponta da planta, de onde calcula-se a altura.

5. RESULTADOS

De forma a simplificar e facilitar a análise e discussão dos resultados, foram montadas tabelas das áreas Experimental e Testemunha. Foram construídas também uma série de gráficos de comparação entre as áreas com os diversos parâmetros, somente a Estação de Monitoramento testemunha que não conseguiu-se obter resultados de análise de água porque não coletou-se amostra, mesmo aplicando-se vácuo diariamente.

5.1. TABELAS DE VALORES

Os dados foram organizados em tabelas no ANEXO A , segundo data de coleta para os resultados de análise química do solo e para os resultados de análise de água dos Poços de Observação. Para os resultados de análise do Efluente Bruto, Sonda de Ponta Porosa e Coletor de Drenagem Livre, os resultados foram organizados segundo data de análise pois, houveram várias coletas, até o volume suficiente para todos os parâmetros.

Os resultados de desenvolvimento dos eucaliptos estão organizados em tabelas no ANEXO A, onde estão apresentados diâmetro do caule, altura e desenvolvimento radicular.

5.2. GRÁFICOS

De forma a auxiliar a interpretação dos resultados obtidos, os mesmos foram organizados em forma de gráficos, onde na abscissa é colocado o tempo em dias, e na ordenada os valores dos parâmetros a serem analisados, e os mesmos são apresentados no ANEXO B.

Foram construídos gráficos sobre os resultados das análises químicas do solo, comparando todos os parâmetros analisados entre as áreas Experimental e Testemunha, nas profundidades de 0 a 25, 25 a 50 , 50 a 75 e 75 a 100 centímetros.

Para os resultados de análise de água, foram construídos gráficos comparando o Efluente Bruto aplicado com água retirada dos Coletores de Drenagem Livre e das Sondas de Ponta Porosa, nas profundidades de 50 e 150 centímetros, dos parâmetros: pH, Condutividade, D.Q.O., Alcalinidade Total, Cloretos, Sólidos Totais e Sólidos Suspensos.

Foram construídos gráficos comparando Coletor de Drenagem Livre a 50 cm com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm e Sonda de Ponta Porosa a 50 cm com Sonda de Ponta Porosa a 150 cm, dos parâmetros: pH, Condutividade, D.Q.O., Alcalinidade Total, Cloretos, Sólidos Totais e Sólidos Suspensos.

Os Poços de Observação 1, 2, 3 e 4 foram comparados também através de gráficos dos parâmetros: pH, Condutividade, D.Q.O., Alcalinidade Total, Cloretos, Sólidos Totais e Sólidos Suspensos.

Do desenvolvimento dos eucaliptos foram apresentados gráficos comparativos médios entre as áreas experimental e testemunha, com os resultados de perímetro do caule, altura e desenvolvimento radicular.

6. DISCUSSÃO

De posse de todos os dados obtidos no experimento, aqui são analisados e discutidos todos os parâmetros das tabelas apresentadas no ANEXO A e dos gráficos do ANEXO B, referentes às amostras de Efluente Bruto, Amostras de Coletores de Drenagem Livre, Sondas de Ponta Porosa, Poços de Observação, Análise Química do Solo, Desenvolvimento Radicular, Perímetro do Caule e Altura dos Eucaliptos.

Ainda não existem normas ou padrões específicos a serem seguidos, sendo que ainda estão sendo estudadas normas e padrões para disposição de efluentes líquidos no solo. No entanto, para efeito de monitoramento, deve-se observar a influência no aquífero freático, obedecendo aos padrões de potabilidade vigentes.

6.1. AMOSTRAS DO EFLUENTE BRUTO E ÁGUA RETIRADA DO SOLO

6.1.1. pH

Os valores de pH das amostras compostas do efluente bruto, analisado e apresentados na TABELA 1. A, mantiveram-se sempre alcalinos, diferente do constatado por NOUR (1990) que observou grandes variações de pH . Já os valores de pH dos coletores de drenagem livre, apresentados na TABELA 4. A e 5. A e das Sondas de Ponta Porosa, apresentados na TABELA 2. A e 3. A mantiveram-se na média de 7,18. Onde a TABELA 6.1 apresenta as faixas de variação desse parâmetro, comprovando os resultados de tamponamento encontrado por FIGUEIREDO, VIEIRA E GENOVEZ (1991) .

Tabela 6.1. Faixa de Variação do pH do Efluente Bruto de das Amostras Coletadas nas Estações de Monitoramento da Área Experimental.

Locais de Coleta	Faixa de Variação	Média
Efluente Bruto	9,00 a 11,84	10,35
Coletor de Drenagem Livre 50 cm	4,91 a 8,47	6,40
Coletor de Drenagem Livre 150 cm	5,35 a 7,75	6,87
Sonda de Ponta Porosa 50 cm	6,62 a 8,87	8,01
Sonda de Ponta Porosa 150 cm	7,09 a 8,44	7,47

Este processo de tratamento mostrou com isso uma capacidade de tamponamento muito grande, e a ocorrência de valores de pH abaixo de 6,00, encontrados nos Coletores de Drenagem Livre, foi provavelmente devido ao tempo que essa amostra ficou armazenada no interior desses coletores, provavelmente ocorrendo com isso um possível processo de acidificação anaeróbia.

6.1.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os valores de condutividade de efluente bruto variaram de 530 a 2.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e com a média de 1.146 $\mu\text{S}/\text{cm}$, conforme TABELA 1. A.

Uma característica importante encontrada nos Coletores de Drenagem Livre e na Sondas de Ponta Porosa a 150 cm foi um pequeno aumento da condutividade elétrica em relação ao efluente bruto, que pode ter como causa a solubilização dos sais presentes no solo ou mesmo o carreamento direto de sais do afluente líquido.

6.1.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

Conforme indicado nas TABELAS 1 a 5. A e nas FIGURAS 51, 58, 65, 72, 79, 86 B, a remoção de D.Q.O. no solo foi muito boa, chegando a remoções médias de 94 por cento, nas profundidades de 150 cm nas

sondas de ponta porosa, conforme mostrado na TABELA 6.2. Não houveram grandes variações de porcentagens de remoção durante o tempo em que ocorreu o experimento que foi de 31/07/92 a 25/08/95. Somente na Sonda de Ponta Porosa a 150 cm do dia 21/07/93 que a D.Q.O. atingiu o valor de 1.060 mg/l, isso devido a manutenção nesses equipamentos e a má compactação do solo nos locais das Estações de Monitoramento, provocando caminhos preferenciais do efluente bruto aplicado nos sulcos, diferente do constatado por FIGUEIREDO (1985) que em períodos chuvosos observou redução na remoção de D.Q.O..

TABELA 6.2. Resultados de Porcentagens de Remoção de D.Q.O. das Estações de Monitoramento, em Relação ao Efluente Bruto e Entre Coletores de Drenagem Livre e Sondas de Ponta Porosa.

AMOSTRAS	REMOÇÃO %
Efluente Bruto para Coletores de Drenagem Livre a 50 cm	70
Efluente Bruto para Coletores de Drenagem Livre a 150 cm	77
Coletores de Drenagem Livre a 50 cm para	
Coletores de Drenagem Livre a 150 cm	21
Efluente Bruto para Sondas de Ponta Porosa a 50 cm	85
Efluente Bruto para Sondas de Ponta Porosa a 150 cm	94
Sondas de Ponta Porosa a 50 cm para	
Sondas de Ponta Porosa a 150 cm	58

6.1.4. ACIDEZ VOLÁTIL

Conforme TABELAS 1, 2, 3, 5 e 6. A, houve uma considerável redução da Acidez Volátil em relação com a média observada no efluente bruto.

6.1.5. ALCALINIDADE

Ocorreram acréscimos na ordem de 30 por cento na relação entre Alcalinidade Total do efluente bruto e das Estações de Monitoramento. A Alcalinidade Bicarbonato aumentou 40 por cento, já a Alcalinidade Carbonato apresentou uma redução de 85 por cento em todos os pontos das Estações de Monitoramento, provavelmente com a redução do pH da água, do Carbonato formou-se Bicarbonato .

6.1.6. FÓSFORO TOTAL

Conforme TABELA 1. A , a média da concentração de Fósforo Total, encontrado no período de experimento foi de 2,09 mg/l e esse método de tratamento apresentou remoções satisfatórias, chegando a valores médios de 90 por cento. Nas TABELAS 2, 3, 4 e 5. A, apresentam os valores de Fósforo nas

profundidades de 50 e 150 cm.. Provavelmente o fósforo foi em grande parte utilizado no metabolismo bacteriano quando da estabilização da matéria orgânica.

6.1.7. CLORETOS

A concentração de Cloretos no efluente bruto pode ser classificada como média, provavelmente na sua maioria proveniente do esgoto de sanitários e restaurante. A remoção nos Coletores de Drenagem Livre nas profundidades de 50 e 150 cm ficou em 23 por cento e nas Sondas de Ponta Porosa nas profundidades de 50 e 150 cm foi de 48 por cento. A presença de Cloretos pode ter contribuído para o aumento da condutividade elétrica.

6.1.8. SÓLIDOS TOTAIS, FIXOS E VOLÁTEIS

Conforme observado na TABELA 1. A, os Sólidos Totais do efluente bruto apresentaram valores altos, e a remoção manteve-se na ordem de 39 a 51 por cento, nos Coletores de Drenagem Livre e nas Sondas de Ponta Porosa, conforme resultados vistos nas TABELAS 2, 3, 4 e 5. A. Essa baixa eficiência é devida ao arraste de Sólidos Fixos, provavelmente oriundos do solo. De certa forma, grande parte dos Sólidos Dissolvidos, componentes dos Sólidos Totais, também colaboraram com o aumento de Condutividade Elétrica.

6.1.9. SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS, FIXOS E VOLÁTEIS

A remoção de Sólidos Suspensos foi muito boa, mantendo-se constante, sem muita variação durante todo o período de experimento. A remoção de Sólidos Suspensos Totais ficou na faixa de 81 a 97 por cento, os Sólidos Voláteis na faixa de 88 a 96 por cento e para os Sólidos Suspensos Fixos a faixa foi de 55 a 98 por cento, nas Sondas de Ponta Porosa e nos Coletores de Drenagem Livre, em relação ao Efluente Bruto aplicado.

Os resultados de porcentagem de remoção estão sempre com predominância dos valores mais altos, conforme resultados nas TABELAS 1, 2, 3, 4 e 5. A e FIGURAS 55, 62, 69, 76, 83 e 90. B.

6.1.10. TURBIDEZ

Conforme TABELA 1. A , a Turbidez do Efluente Bruto é elevada provavelmente devida aos Sólidos Suspensos cujos valores encontrados, também são elevados.

Semelhante aos resultados de remoção de Sólidos Suspensos estão os índices de remoção de Turbidez, variando entre 90 e 96 por cento, com predominância dos valores mais altos.

Conforme TABELA 5. A no dia 30/09/93, ocorreu um resultado elevado desse parâmetro, o qual pode ser desconsiderado pois, esse valor ocorreu devido a problemas de manutenção e má compactação do solo próximo às Estações de Monitoramento, provocando percolações mais rápidas de Efluente Bruto.

6.1.11. COR

Quanto à remoção de Cor do Efluente Bruto, esse processo de tratamento também mostrou-se muito eficiente, onde nos coletores de Drenagem Livre a média de porcentagem de remoção variou de 63 a 76 por cento e nas Sondas de Ponta Porosa a faixa média de variação foi de 93 a 97 por cento.

6.1.12. OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE A ÁGUA RETIRADA DO SOLO NAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO.

De forma geral notou-se que o processo de tratamento promoveu uma boa remoção da matéria orgânica do efluente bruto, neutralizando o pH da água, removendo cor, turbidez e sólidos suspensos totais. Funcionou razoavelmente bem na remoção de sólidos totais e cloretos, sendo que o residual destes pode ter colaborado para o acréscimo de condutividade elétrica em relação ao

efluente. Nota-se porém que não existe um processo contínuo de aumento da condutividade elétrica com o tempo, indicando talvez um grande efeito das condições anteriores existentes na área experimental.

6.2. AMOSTRAS DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO

Para efeito de padrão de qualidade de água nos Poços de Observação, além do poço à montante da área experimental, pode-se seguir o Padrão de Potabilidade do Decreto Estadual 12.486 de 20/10/78, NTA-60, conforme TABELA 6.3.

TABELA 6.3. Padrões de Potabilidade do Decreto Estadual 12.486 de 20/10/78 NTA-60,
Usado Pela CETESB.

Parâmetros	Unidade	Padrões
Físicos e Organolépticos		
Cor	mgPt/L	10 - 20
Odor	-	isento
Turbidez	UNT	2 - 5
pH	-	5,0 - 9,0
Aspecto	-	límpido
Químicos		
Arsênio	mg/L	0,05
Bário	mg/L	1,0
Cádmio	mg/L	0,01
Chumbo	mg/L	0,05
Cianetos	mg/L	0,2
Cromo Hexavalente	mg/L	0,05
Cloro Residual	mg/L	0,3
Fluoreto	mg/L	1,0
Nitratos	mg/L	10,0
O.C.	mg/L	2,5
Selênio	mg/L	0,01
Cloretos	mg/L	250,0
Cobre	mg/L	1,0
Ferro Total	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,05
Sólidos Totais	mg/L	500,0
Sulfatos	mg/L	250,0
Zinco	mg/L	5,0

6.2.1. pH

Os valores de pH dos Poços 1 e 2, localizados à jusante da área experimental tiveram uma pequena elevação em relação ao Poço 3, à montante da área experimental e à jusante da Lagoa de 20.000 m³ e ao Poço 4 à montante dessa Lagoa. Apesar dessa elevação os valores de pH continuam atendendo perfeitamente os Padrões de Potabilidade de Decreto Estadual.

6.2.2. CONDUTIVIDADE

Conforme TABELA 6, 7, 8 e 9. A e FIGURA 92. B, as águas dos Poços 1 e 2 tiveram sua condutividade bastante elevada, provavelmente em decorrência das atividades na área experimental ou devido à influência anterior das valas de infiltração, o que é mais provável pois, desde o início das análises nos Poços 1 e 2 em 17/01/93, os resultados permaneceram constantes.

Para efeito de padrões, esse parâmetro não consta no Decreto Estadual da TABELA 6.3.

6.2.3. ALCALINIDADE

Da mesma forma que os resultados de Condutividade, a Alcalinidade teve um considerável aumento em relação ao Poço 4 e esse resultado manteve-se constante desde a primeira coleta do dia 17/01/93 nos Poços 1 e 2.

6.2.4 CLORETOS

O resultado de Cloretos nas águas dos Poços 1 e 2 apresentaram valores maiores que dos Poços à montante, mas com índices inferiores ao exigido pelo Decreto Estadual, conforme TABELAS 6, 7, 8 e 9. A, porém os resultados se mostraram semelhantes desde o primeiro dia de coleta.

6.2.5. SÓLIDOS TOTAIS

Conforme TABELAS 6, 7, 8 e 9. A, os resultados de Sólidos Totais apresentaram-se maiores nos Poços 1 e 2 à jusante do experimento, porém esses resultados são devido, na sua maioria aos Sólidos Fixos, decorrente do revolvimento solo do interior dos poços, no momento da coleta das amostras. Esses resultados elevados de Sólidos Totais vieram se repetindo desde o início da coleta.

6.2.6. TURBIDEZ

O parâmetro Turbidez está acima do estipulado pelo Decreto Federal da TABELA 6.3, mas isso provavelmente se deve à interferência do solo do local pois, conforme TABELAS 6, 7, 8 e 9. A , os resultados à jusante da área experimental estiveram menores que à montante.

6.2.7. COR

Os resultados de Cor estiveram semelhantes ao de Turbidez, somente o Poço 1 que esteve acima dos resultados à montante, provavelmente também devido à interferência do solo da área.

6.2.8. OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE OS POÇOS DE OBSERVAÇÃO

De forma geral nota-se que não houveram grandes alterações na qualidade das águas dos poços de observação 1 e 2, sendo somente os parâmetros Alcalinidade, Condutividade e Sólidos Totais que tiveram grandes discrepâncias, comparados com os resultados dos poços à montante. Nota-se porém que não existe um processo contínuo de aumento desses parâmetros, indicando talvez um grande efeito das condições anteriores existentes na área experimental.

6.3. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Nas TABELAS 10, 11, 12 e 13. A da área experimental, a primeira coleta ocorreu no mês de julho de 1992, antes do início da aplicação do efluente. Fez-se essa coleta inicial para se ter um padrão a ser seguido caso os resultados da área testemunha apresentassem valores muito diferentes da área experimental. Observando as TABELAS de 10 a 17. , nota-se que em todos os parâmetros analisados não houveram alterações significativas, alguns resultados da área experimental foram maiores que a testemunha, porém mantiveram-se constantes durante todo o experimento, somente com uma pequena alteração do fósforo e cálcio que aí acumularam com certeza devido à aplicação do efluente industrial no solo, conforme comentado por KLEPER e SANGHI (1978), da importância da fertilização pelo efluente. Nota-se também que em relação à primeira coleta de amostra, antes da aplicação de efluente, os demais resultados apresentam uma certa semelhança, indicando talvez algum efeito nas características químicas do solo, das condições anteriores existentes na área experimental.

6.4. RESULTADOS DO DESENVOLVIMENTO DO EUCALIPTO

6.4.1. DESENVOLVIMENTO DA ALTURA

Conforme TABELAS 20 e 21. A e FIGURA 99. B, o desenvolvimento dos eucaliptos monitorados nas áreas experimental e testemunha se

mantiveram iguais durante o tempo de experimento. Houveram pontos em que o resultado de altura da planta, em relação ao mês anterior foi inferior, talvez devido a erro de medição por interferência de fortes ventos.

De forma geral nota-se que a irrigação não influenciou no desenvolvimento normal da altura do eucalipto, porém percebe-se, conforme FIGURA 6.1, que a área experimental teve um desenvolvimento mais homogêneo, comparado ao da área testemunha, na qual algumas árvores desenvolveram-se mais que outras.

Na FIGURA 99. B, aplicou-se a unidade de regressão linear e obteve-se os seguintes resultados:

a) Área experimental

Coeficiente de Correlação = 0,92

Inclinação da Reta = 0,40 m/mês

Coeficiente Linear = 6,05

b) Área Testemunha

Coeficiente de Correlação = 0,95

Inclinação da Reta = 0,50 m/mês

Coeficiente Linear = 4,41



FIGURA 6.1. Visão Geral do Desenvolvimento dos Eucaliptos na Área Experimental (a), com maior regularidade que a área Testemunha (b).

6.4.2. DESENVOLVIMENTO DO PERÍMETRO DO CAULE

Conforme mostrado nas TABELAS 18 e 19. A e FIGURA 98. B, o desenvolvimento do perímetro do caule foi maior na área testemunha que na área experimental, porém nota-se pelo desvio padrão que a área experimental, apresenta um desenvolvimento mais regular, semelhante aos resultados de desenvolvimento de altura da planta.

6.4.3. DESENVOLVIMENTO RADICULAR

Na primeira coleta das amostras de raízes na área experimental, foram observados resíduos oriundos da terraplenagem, os quais interferiram no resultado, pois havia pedaços de galhos e raízes de vegetais existentes antes do experimento. Com isso não se pode comparar os resultados, conforme TABELA 22. A, dos anos 1993 e 1994, pois esses resultados de desenvolvimento foram negativos.

De uma forma geral observa-se na TABELA 22 e 23. A, que os resultados de desenvolvimento radicular do ano de 1994 foram diferentes entre as áreas. Conforme TABELA 6.4, na área experimental o maior volume de raiz se encontra na profundidade de 0 a 25 cm, já na área testemunha

nota-se o desenvolvimento maior, na profundidade de 0 a 50 cm. Isso ocorreu devido à área experimental apresentar maior disponibilidade de água na superfície do solo, devido à irrigação, confirmando o constatado por LIMA (1986) que essa espécie de eucalipto, não apresenta o sistema radicular profundo .

TABELA 6.4. Resultados em Porcentagem do Desenvolvimento Radicular nas Profundidades de 0 a 25, 25 a 50, 50 a 75 e 75 a 100 cm, em 1994.

Profundidades (cm)	Valor Relativo em Porcentagem (%)	
	Área Experimental	Área Testemunha
0 a 25	56,53	38,06
25 a 50	19,81	35,20
50 a 75	12,42	11,52
75 a 100	11,24	15,22
Total	100,00	100,00

6.5. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Esse sistema de irrigação mostrou-se muito eficiente e um dos mais indicados para o uso como tratamento de efluentes líquidos, principalmente por não haver contato direto do efluente bruto com a plantação, conforme citado por FIGUEIREDO, VIEIRA E GENOVEZ (1991) que se trata de um sistema alternativo não convencional.

A TABELA 24. A, apresenta o volume aplicado por sulco, mostrando ser um sistema bem flexível, onde pode-se trabalhar sempre com a mesma vazão, alterando somente o turno de irrigação e não necessitando de mão de obra especializada na operação. Quanto ao turno, este foi operado da seguinte forma: em 1992 trabalhou-se com o turno de irrigação de 12 dias, em 1993 com turno de 20 dias e em 1994 e 1995 com turno de 11 dias. Essa variação de turno de irrigação ocorreu por problemas de mão de obra e também devida a influência de períodos chuvosos, ocorridos durante o experimento.

Observou-se que esse sistema de irrigação apresentou tendências de percolação, porém não causando alterações na qualidade da água subterrânea.

Observou-se também o baixo custo de manutenção e limpeza, já que após o eucalipto atingir a idade adulta, não houveram mais necessidades de tratos culturais na plantação.

7. CONCLUSÕES

As principais conclusões que podem ser tiradas para as condições do experimento são:

- O método de tratamento de efluente líquido no solo, através de sulcos largos de infiltração, mostrou ter um efeito tampão sobre o pH da água aplicada.
- Manteve durante todo o experimento uma grande capacidade de remoção da matéria orgânica (com médias de até 94%), cor, turbidez e sólidos suspensos do efluente bruto.
- Funcionou razoavelmente bem na remoção de sólidos totais e cloretos, demonstrando também ser um processo eficiente na remoção de fósforo.

- O sistema de sulcos largos de infiltração mostrou-se ser bem flexível, eficiente e um dos mais indicados para o uso como tratamento de efluentes líquidos, principalmente por não haver contato direto do efluente bruto com a vegetação usada, conforme FIGURA 7.1.



FIGURA 7.1. Figura Mostrando a Aplicação de Efluente no Solo, e os Eucaliptos na Fase Adulta.

- A qualidade da água subterrânea não foi afetada durante o período de aplicação do efluente, porém notou-se que os valores iniciais dos parâmetros de qualidade da água na área experimental, já eram maiores do que os poços de controle, antes do início dos trabalhos.

- O crescimento dos eucaliptos na área experimental foi normal com relação à área testemunha, porém apresentou uma situação de homogeneidade no crescimento.

- Observa-se uma maior presença de raízes na camada de 0 a 25 cm na área experimental (aproximadamente 56 %), ao passo que na área testemunha mostraram-se valores de 38 e 35 % distribuídos nas profundidades de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm, respectivamente.

- Quanto às características químicas do solo, notou-se, conforme TABELAS de 10 a 17 e FIGURAS de 1.B a 48. B, que em geral não houve acréscimos nas concentrações obtidas na área experimental, em relação aos valores iniciais e à área testemunha, a não ser quanto ao fósforo e cálcio que aí acumularam. O acúmulo destes componentes é com certeza devido à aplicação do efluente industrial no solo. O aumento de fósforo chega a ser benéfico às plantas, já que em geral os solos são pobres neste elemento. É preocupação de quem atua com tratamento no solo fazer um monitoramento contínuo do sistema para verificar o seu comportamento a longo prazo. Como ocorre com a indústria cítrica, nos períodos de entressafra existe a possibilidade de alteração dessa características .

SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Algumas sugestões para estudos futuros, que se mostraram evidentes durante o transcorrer do trabalho, são apresentadas a seguir:

- É de extrema importância a limpeza do interior dos sulcos para a retirada de folhas e galhos secos dos eucaliptos, pois estes interferem no tempo de avanço da água, na infiltração da água no solo e quando em grandes quantidades atrapalham a evaporação natural.

- Nas pontas das mangueiras de aplicação de água é importante a colocação de sacos plásticos para diminuir a velocidade da água, evitando assim a erosão no início dos sulcos.

- Na instalação das Estações de Monitoramento é necessário uma perfeita compactação do solo ao redor das sondas de ponta porosa, evitando-se o caminho preferencial da água no solo.

- Na construção das sondas de ponta porosa, o mais indicado para a colagem da cápsula porosa é a massa acrílica e não a cola de silicone, pois com a massa a capsula se prende com maior segurança.

- Não é recomendado o uso de massa de vedação nas pontas das mangueiras das sondas de ponta porosa, pois a mesma pode cair no interior das mesmas e se misturar com a amostra de água. O ideal é a colocação de mangueiras látex com presilhas nas pontas.

- O coletor de drenagem livre pode ser de aço inox, acrílico, ou bloco de vidro, e a mangueira ideal para ser usada tanto na sonda de ponta porosa como no coletor de drenagem livre é a de polietileno com diâmetro de 0,6 cm, devido a facilidade de conexão à bomba de vácuo.

- É importante a construção de mesas para sustentação das mangueira das E.M., evitando com isso o contato das mesmas com o solo.

- Na coleta de amostras das sondas de ponta porosa deve-se usar somente pressão negativa pois a pressão positiva faz desprender a capsula porosa.

- É importante atentar-se para a época de plantio do eucalipto, pois durante os 4 anos seguidos, nos meses de novembro e dezembro, a plantação sofreu ataque do besouro “*Costalimaita ferruginea*”, o qual danifica as folhas, brotos e galhos do eucalipto. Se esse ataque ocorrer na época de plantio pode causar danos à plantação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A.. A Engenharia e o Meio Ambiente. In: Elementos de Ciências do Ambiente, 2 ed. São Paulo, cap. 1, p. 1- 5, 1987.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A.. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais, CETESB, São Paulo, cap. 24, p. 565 - 601, 1979.

CARDOSO, E. J. B. M.. Efeito da Matéria Orgânica na Biologia do Solo. Piracicaba: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP. 1992. 23 p. (Preparação para apresentação VI Encontro sobre Matéria Orgânica do Solo, Problemas e Soluções. 1992, Botucatu, SP).

CHEN, R. L.; PATRICK, W. H.. Efficiency of Nitrogen Removal in a Simulated Overland Flow Waste Water Treatment Sistem. J. Environ. Qual., v. 10, n. 1, p. 98-103, 1981.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Construção de Poços de Monitoramento Aquífero Freático. Norma Técnica 06.010. São Paulo, CETESB, 1988.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Resíduos Sólidos Industriais Tratamento no Solo. Norma Técnica L10.101. São Paulo, CETESB, 1988.

CORBITT, R. A., Wastewater Disposal. In : Standard Handbook of Environmental Engineering , 1ª ed. Mc Graw-Hill , p. 135-148, 1989.

CUNHA, R. C. de A.; CASARINI, D. C. P.; GLOEDEN, E.; FRACCAROLI, M. J. de B.; MACEDO, R. M.. Sistemas de Tratamento de Resíduos Industriais em Solo. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Goiânia, GO, vol. 2, TOMO IV, p.341 - 359. 1991 .

DIBBE, J. T.; BARTHA, R.. The Effect of Environmental Parameter on the Biodegradation of Oil Sludge. Applied and Environmental Microbiology, v. 37, p. 729-739. 1979.

FERREIRA, M.. Melhoramento florestal e silvicultura intensiva com eucalipto Rev. Silvicultura, v. 13, n. 29, p. 5-11, 1983.

FIGUEIREDO, R. F.; VIEIRA, D. B.; GENOVEZ, A. M.. Tratamento de Efluente Cítrico Líquido pelo Processo de Irrigação por Aspersão. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Goiânia, GO, vol. 2, TOMO IV, p. 460 - 475, 1991.

FIGUEIREDO, R. F. Tratamento de Esgotos Pelo Processo de Escoamento Superficial no Solo. Revista DAE, v. 45, n. 140, p. 62-66, 1985.

FUJIWARA, M.. A Técnica de Estudo de Raízes pelo Método do Trado. Campinas. Instituto Agronômico. I. A. C..(Boletim Técnico n. 153), 9 p., 1994.

GASI, T. M. T. et alii. Opções para Tratamento de Esgotos de Pequenas Comunidades. São Paulo, CETESB, 36 p. 1988.

GERRINI, I. A.; MORO, L.. Influência da Aplicação de Resíduos Industriais de Fábrica de Celulose e Papel em Plantio de Eucalipto, Efeitos no Solo e nas Plantas. Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP. Botucatu, SP. p. 189 - 215. 1994.

KLEPPER, R.; SANGHI, A. K.. Practices and Problems in Applying Sludge to Illinois Farm Land. In J. Agriculture and Waste Recycling. Missouri, p. 20 - 25, 1978.

LIMA, W. P.. O Reflorestamento co Eucalipto e Seus Impactos Ambientais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 114 p.. 1985.

MELO, J. A. S., Aplicação de Águas Residuárias no Solo como um Método de Trabalho, Disposição Final e Reciclagem de Águas Usadas. 9º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, São Paulo, 20 p.1976.

METCALF & EDDY, INC. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, 2 ed. Boston : Mc Graw-Hill, cap 13, p.760-828,1979.

NOUR, E. A. A.. Tratamento de Efluentes de uma Indústria Cítrica pelo Processo de Escoamento Superficial no Solo. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 159 p.. 1990.

NOUR, E. A. A.; FIGUEIREDO R. F.. Tratamento de Efluentes da Indústria Cítrica pelo Processo de Escoamento Superficial no Solo (Overland Flow).Anais do 22º Congresso da AIDIS, San Juan, Porto Rico, Vol. 2, p. 289 - 312. 1990.

PAYER, F. S.; WEIL, R. R.. Phosphorus Renovation of Wastewater by Overland flow Land Application. In : J.Environ. Qual., v. 16, n. 4, p. 391-397, 1987.

SILVA, N. A.. Toxonomia, Ciclo de Vida e Dinâmica Populacional de *Costalimaita ferrugínea* (Fabr., 1801) (Coleoptera: Chrysomelidae), Praga de Eucaliptus spp.. Tese de Mestrado, ESALQ, Piracicaba, 165 p., 1992.

SIVIERO, A. R.. Influência da Aplicação no Solo do Resíduo Líquido da Indústria Cítrica Sobre Fungos e Bactérias e Avaliação da Sua Toxicidade Sobre *Daphnia similis*. Tese de Mestrado, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, SP, 112 p., 1995.

SMITH, R.G.; SHOROEDER, E.D.. Field Studies of the Overland Flow Process for the Treatment of Raw and Primary Treated Municipal Wastewater. In *Jornal WPCF*, v. 57, n. 7, p. 785 - 794, 1985

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th ed., American Public Health Association, New York, 1989.

TERRADA, M.; ZUCCOLO, A. C. F.; PAGANINI, W. S.. Tratamento de Esgoto Doméstico por Disposição no Solo com Utilização de Gramíneas. São Paulo, SABESP. (Trabalho apresentado ao 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental Maceió), 16 p. 1985.

VIEIRA, D. B., As Técnicas de Irrigação, 1ª ed., São Paulo, Globo, 263 p.. 1989.

ZIRSCHKY, D.; CRAWFORD, D.; NORTON, L.; DEEMER, D., Metals Removal in Overland Flow. In : Journal WPCF, v. 61, n. 4, p. 470-475, 1989.

ANEXO A

TABELA 1.A. Análise dos Diversos Parâmetros do Efluente Bruto Aplicado na Área Experimental

Data	pH	Cond. μs/cm	D.Q.O. mg/L	Ac.Vol. mg/L	Alcalinidade			Fósf. mg/L	Cloreto mg/L	S.Total mg/L	S.T.F. mg/L	S.T.V. mg/L	S.Susp mg/L	S.S.V. mg/L	S.S.F. mg/L	Turbidez UNT	S.Sed. mg/L	Cor UC
					Carb. mg/L	Bicarb. mg/L	Alc.Total mg/L											
31/07/92	11,60	2.360	2.746	110			828	0,60	24,40	1.964	356	1.608					6,00	
16/08/92	11,81	1.810	4.876	485			934	0,83	45,90	3.830							7,50	
17/01/93	9,90	930	4.448	155			400	1,93	94,10	2.917	755	2.162						
06/02/93	9,15		3.585														44,00	
16/04/93	10,84	794	4.120						35,40	2.386	490	1.896						
20/05/93	10,13	871	5.827	325			418		21,20	5.519	615	4.904	767	67	700			
23/06/93	10,10	986	6.510			520	520	1,16	21,20	3.782	1.096	2.686	2.456	1.920	536			
29/07/93	9,40	698	3.290		58	380	438	1,53	24,70	2.972	958	2.014	1.430	1.096	334			
14/09/93	9,00	662	5.400		12	274	286	2,35	28,20	2.882	782	2.100	920	697	223			
30/09/93	11,27	1.532	5.220		182	646	828	3,31	35,40	2.838	1.242	1.596	987	717	270	2.500		
16/10/93	11,84	1.654	4.620		422	772	1.194	3,31	38,60	4.208	1.784	2.424	650	545	105	2.500		30
13/11/93	10,50	1.375	6.060					4,50	28,00	4.244	1.176	3.068	748	180	568	3.000		163
22/12/93	9,90	638	3.780		32	540	572	2,00	49,10	4.446	946	3.500	1.506	1236	272			35
18/10/94	9,79	1.107	4.600		52	456	508	1,78	63,10	2.836	716	2.120	550	500	50	87		2.400
23/11/94	10,45	1.587	5.110		44	706	750	4,00	70,20	4.818	1.968	2.850	450	395	55	80		2.750
07/12/94	10,39	1.285	5.390		110	468	578	2,64	91,20	4.478	854	3.624				120		3.600
07/03/95	10,00	530	2.280		3	11	14	0,98	99,00	1.724	424	1.300	228	56	172	55		1.170
07/04/95	10,11	1.025	4.232		48	436	434	2,28	74,52	3.759	981	2.778	683	546	137	189		2.404
03/08/95	10,40	781	4.533		22	58	80	0,24	139,50	3.152	584	2.568	960	750	210	58		2.250
Médias	10,35	1.146	4.559	269	89	439	549	2,09	52,04	3.486	925	2.541	949	670	279	954	19,17	1.645
D.Padr.	0,824	490	1.102	1.102		234	306	1,2277	32,835	1.021	440	889	576	516	205	1.293	21,52	1.331

TABELA 2.A. Análise da Água Retirada das Sondas de Ponta Porosa a 50 cm na Área Experimental

Data	pH	Cond. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Vol. mg / L	Alcalinidade			Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V mg / L	S.S.F. mg / L	Turbidez UNT	Cor UC
					Carbon. mg / L	Bicarb. mg / L	Alc.Total mg / L										
01/11/92	7,73	2.030	516	30,00			870						39	39	0		
17/01/93	8,07	2.130	139	20,00			984	0,23	28,30	2.234	1.240	994	22	22	0		
06/02/93	7,84	1.827	81	1,30			708	0,23	10,60	3.376	2.456	920	12	8	4		
16/04/93	8,27	1.220	88	10,00			580		21,20	1.230	862	368					
20/05/93	8,87		100														
23/06/93	8,03	2.680	1.610										39	39	0		
21/07/93	8,35	1.878	1.700		0	1.160	1.160		31,80	2.284	1.406	878	22	22	0		
29/07/93	8,76	2.250	990		0	1.364	1.364			1.730	1.650	80	12	8	4		
17/08/93	7,64	1.930	1.080		0	1.340	1.340	0,29	24,70	2.300	1.546	754	10	10	0	36	40
05/08/93	8,65	1.770	770		0	1.242	1.242			1.960	1.596	364	24	24	0	12	40
14/09/93	7,62	1.661	810		0	1.128	1.128	0,10	24,70	1.756	1.154	602	34	34	0		
30/09/93	8,40	1.685	350		0	810	810	0,10	28,20	1.230	1.046	184	76	40	36	6	
13/11/93	7,60	1.503	250		0	780	780	0,34	28,00	1.332	1.062	270	52	40	12		
23/11/93	6,62	1.105	1.080		0	544	544	0,12	14,00	1.318							
02/12/93	7,82	1.222	720		0	704	704	0,10	17,50	1.310							
22/12/93	8,07	1.273	460		0	750	750	0,20	24,50	1.386							
23/11/94	7,89	1.247	410		0	790	790	0,10	17,50	1.404	832	572	88	40	48	128	225
02/12/94	7,82	1.222	720		0	704	704	0,10	17,50	1.310	634	676	30	24	6	57	150
22/12/94	8,07	1.273	460		0	750	750	0,20	24,50	1.386	796	590	24	24	0	13	75
Médias	8,01	1.574	649	7,98		928	894,59	0,18	22,36	2.119	1.252	558	35	27	8	42	106
D.Padrão	0,51	440	481	12,41	0	277	259,25	0,085	6,145	587	487	289	23	12	15	46	80

TABELA 3.A. Análise da Água Retirada das Sondas de Ponta Porosa a 150 cm na Área Experimental

Data	pH	Conduct. μ S/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Vol. mg / L	Alcalinidade			Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V mg / L	S.S.F mg / L	Turbidez UNT	Cor UC
					Carb. mg/L	Bicarb. mg / L	Total mg / L										
01/11/92	7,99	383	102	25,00			520	0,34	10,40								
17/01/93	8,23	3.270	124	15,00			894	0,19	21,20	3.354	2.278	1.176					
06/02/93	8,07	3.650	99	1,30			720	0,27	14,00	1.570	928	642					
16/04/93	7,63	971	56	8,50			616		7,00	944	524	420					
20/05/93	8,21	1.124	340	15,00			526		10,60	1.202	504	698					
23/06/93	8,41	2.150	440		50	792	842			2.054	1.438	616					
21/07/93	7,95	2.560	1.060		28	1.336	1.364	0,38	46,00	2.962	1.842	1.120					
17/08/93	7,88	1.976	230		80	972			24,70	1.836	1.582	254					
05/08/93	8,44	2.230	470			920	1.000			2.138	1.618	520					
14/09/93	7,51	1.567	240			910	910	0,13	24,70	1.610	1.164	446					
30/09/93	7,74	1.856	350			892	892	0,10	24,70	1.618	1.306	312				45	80
16/10/93	7,73	1.974	250		54	990	990	0,22	35,10	1.892	1.376	516				60	22
13/11/93	8,15	1.632	240			744	798	0,38	38,00	1.488	984	504				35	3
23/11/93	7,58	1.862	150			882	882	0,13	31,60	1.484	1.076	408					
02/12/93	7,70	2.210	130			926	926	0,13	73,70	1.358	906	452					
22/12/93	7,78	1.612	170			708	708	0,13	42,10	1.402	898	504					
25/10/94	7,09	1.337	520			798	798	0,12	24,50	1.154	460	694	40	17	23	8	75
23/11/94	7,58	1.862	150			882	882	0,13	31,60	1.484	1.076	408	50	44	6	26	75
02/12/94	7,70	2.210	130			926	926	0,13	73,70	1.358	906	452	20	20	0	51	75
22/12/94	7,78	1.612	170			708	708	0,13	42,10	1.402	898	504	14	14	0	19	25
Média	7,47	1.902	271	12,96	53	892	837	0,19	31,98	1.701	1.145	560	28	26	2	35	51
D.Padrão	0,34	732	227	8,791		152	191	0,10	18,99	596	468	237	17	14	11	19	33

TABELA 4.A. Análise da Água Retirada dos Coletores de Drenagem Livre a 50 cm na Área Experimental

Data	pH	Cond. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Volátil mg / L	Alcalinidade			Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V. mg / L	S.S.F. mg / L	Turbidez mg / L	Cor mg / L
					Carbon. mg / L	Bicarb. mg / L	Total mg / L										
17/01/93	8,00		163														
06/02/93	6,61	785	9	0,80			50	0,04	3,50	220	114	106					
23/06/93	8,47		1.350										350	210	140		
21/07/93	7,02	1.145	600		0	570	570	1,12	0,00	4.952	3.180	1.772	677	200	477		
17/08/93	6,88	900	2.400		0	620	620		8,80	2.304	1.254	1.050	620	130	490		
05/08/93	6,27	852	1.680		0	330	330	1,08	53,60	1.538	688	950	16	16	0		
14/09/93	6,77	1.005	1.240		0	656	656	0,10	24,80	1.432	782	650	146	110	36		
30/09/93	6,78	888	980		0	510	510	0,43	10,60	1.710	1.516	194	148	144	4	120	600
16/10/93	6,76	2.050	660		0	320	320	0,34	7,00	836	352	484	142	68	74	400	65
13/11/93	6,03	827	1.170		0	496	496	0,59	12,80	1.258	521	737	101	79	22	541	32
23/11/93	6,62	1.105	1.080		0	544	544	0,12	14,00	1.318	502	816	28	28	0		
02/12/93	6,78	979	1.250		0	540	540	10,50	0,10	1.012	512	500	24	24	0		
22/12/93	6,86	1.040	840		0	388	388	0,34	17,50	772	296	476	30	30	0		
20/09/94	6,79	970	1.980		0	512	512	0,48	45,60	1.236	546	690	76	74	2	29	300
04/10/94	5,89	725	2.130		0	380	380	0,60	14,04	878	256	622	40	36	4	17	480
11/10/94	5,46	1.025	2.520		0	570	570	1,24	35,10	1.694	420	1.274	66	62	4	30	1.200
25/10/94	4,91	1.209	2.400		0	372	372	0,78	196,50	1.228	430	798	68	62	6	27	450
08/11/94	5,41	787	2.040		0	360	360	0,31	45,60	1.058	334	724	55	53	2	27	450
15/11/94	4,91	767	2.040		0	500	500	1,02	66,60	1.360	488	872	57	57	0	23	525
30/11/94	5,00	632	1.620		0	298	298	0,05	35,10	904	250	654	68		68	18	200
07/12/94	6,39	1.192	1.440		0	490	490	1,46	63,10	1.464	482	982				25	350
13/12/94	5,04	771	1.980		0	352	352	0,38	122,9	1.454	434	1.020				20	300
27/07/95	6,96	1.496	91		0	152	152	0,80	66,40	1.506	1.076	430	80	74	6	11	420
25/08/95	6,93	1.080	80		0	124	124	0,70	39,84	1.032	616	416				7	122
Média	6,40	1.010	1.323		0	433	415	1,07	40,16	1.417	684	737	147	81	70	42,5	392
D.Padr.	0,92	305	782		0	143	161	2,20	45,70	893	650	364	192	57	150		290

TABELA 5.A. Análise da Água retirada dos Coletores de Drenagem Livre a 150 cm na Área Experimental

Data	pH	Cond. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Volátil mg / L	Alcalinidade			Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V. mg / L	S.S.F mg / L	Turbidez UNT	Cor UC
					Carb.	Bicarb.	Total										
06/02/93	7,44	178	22	1,00	0		62	0,68	3,50	86	48	38					
29/07/93	6,30	1.315	3.000		0	288	288	1,29	84,80	4.528	2.396	2.132	648	142	506		
05/08/93	7,75	1.717	590		0	916	916	0,10	17,10	1.324	386	938	8				
17/08/93	7,35	1.510	390		0	840	840		17,70	1.504	1.216	288	20	20			
14/09/93	7,51	1.567	240		0	910	910	0,13	24,70	1.610	1.164	446	11	2	9		
30/09/93	6,68	2.020	1.150		0	1.164	1.164	0,02	14,10	2.680	1.386	1.294	280	80	200	1.250	
16/10/93	6,96	1.076	1.400		0	872	872	0,10	14,00	2.162	1.056	1.106	224	50	174	35	
20/09/94	6,45	976	1.050		0	672	672	0,52	35,10	1.334	644	690	76	74	2	29	300
25/10/94	5,35	1.296	1.590		0	502	502	0,26	150,90	1.342	496	846	120	90	30	36	920
Média	6,87	1.295	1.048		0	771	692	0,39	40,21	1.841	977	864	173	65	154	338	610
D.Padrão	0,76	527	907		0	274	348	0,43	47,78	1.227	692	620	217	47	193	608	438

TABELA 6.A. Resultados da Análises da Água Coletada no Poço de Observação Número 1

					Alcalinidade													
Data	pH	Conduct. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Volátil mg / L	Carbon. mg / L	Bicarb. mg / L	Alc.Total mg / L	Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V. mg / L	S.S.F. mg / L	Turbidez mg / L	S.Diss. mg / L	
17/01/93	6,88	1.910	140	25,00			1.220	0,04	31,80	1.652	882	770						
06/02/93	6,87	2.100	131	1,50			1.360	0,12	31,80	1.802	928	874						
16/04/93	6,87	1.468	64	12,50			1.020	0,00	21,20	1.504	676	828						
20/05/93	7,03	1.486	80	25,00			964	0,00	24,70	1.572	956	616	63	13	50			
23/06/93	6,88	1.370	70		0	996	996	0,17	28,20	1.154	882	272	42	30	12			
05/08/93	7,22	1.438	70		0	998	998	0,11	21,20	1.202	868	334	38	26	12			
14/09/93	6,88	1.324	50		0	982	982	1,05	28,20	1.234	908	326	36	28	8			
30/09/93	7,02	1.510	130		0	866	866	0,10	21,20	1.402	572	830	19	13	6	7	10	
16/10/93	6,98	1.481	45		0	948	948	0,25	24,70	1.224	730	494	24	14	10	80	16	
13/11/93	6,83	1.470	150		0	960	960	0,20	21,00	1.258	958	300	36	22	14	30	3,5	
22/12/93	7,16	1.379	80		0	934	934	0,13	17,50	1.330	592	738	80	20	60			
18/06/94	6,66	1.332	42		0	798	798	0,12	21,00	996	334	662	28	20	8	21	200	
05/09/94	6,90	1.303	12		0	862	862	0,21	14,04	1.188	766	422	114	28	86	35	140	
16/02/95	6,63	745	30		0	888	888	0,18	38,61	860	534	326	86	52	34	22	560	
07/03/95	6,69	1.137	32		0	964	964	0,14	26,56	1.090	700	390	100	20	80	14	220	
07/04/95	7,08	1.159	8		0	860	860	0,48	16,60	1.036	786	250	66	18	48	6	40	
09/05/95	7,38	1.174	23		0	804	804	0,12	16,60	1.096	812	284	11	3	9	3	18	
05/06/95	6,94	1.150	22		0	920	920	0,08	26,50	1.162	782	380	23	20	3	15	60	
03/07/95	6,93	1.400	38		0	800	800	0,10	16,60	1.108	488	620	29	11	18	24	63	
01/08/95	6,98	990	30		0	124	124	0,10	13,30	1.120	628	492	30	9	21	15	210	
04/09/95	6,77	1.016	110		0	124	124	0,10	23,24	896	424	472				23	24	
Média	6,93	1.350	65	16,00		813	876	0,18	23,07	1.233	724	509	49	20	28	23	130	
D.Padrão	0,18	295	44	11,32		268	282	0,22	6,44	240	181	208	31	11	27	20	158	

TABELA 7.A. Resultado de Análise da Água Coletada no Poço de Observação Número 2

Data	pH	Conduct. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Vol. mg / L	Alcalinidade													
					Carb. mg / L	Bicarb. mg / L	Total mg / L	Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V mg / L	S.S.F. mg / L	Turbidez UNT	Cor UC	S.Diss. mg / L
17/01/93	6,88	1.783	128	15			1.140	0,08	14,10	1.604	936	668						
06/02/93	6,92	1.886	105	1,2			1.330	0,51	31,80	1.798	1.114	684						
16/04/93	6,80	1.688	96	10			1.160		24,70	1.686	690	996						
20/05/93	7,15	1.714	110	25			1.054		28,30	1.508	808	700	63	13	50			1.445
23/06/93	6,75	1.320	70		0	982	982	0,21	24,00	1.150	640	510	36	24	12			
05/08/93	6,94	1.524	70		0	1.122	1.122	0,19	24,70	1.312	782	530	36	22	14			
14/09/93	6,94	1.480			0	1.104	1.104	0,10	28,20	1.402	1.216	186	58	32	26			
30/09/93	7,14	1.758	220		0	1.050	1.050	0,10	24,70	1.434	1.028	406	44	22	22	53	120	
16/10/93	6,96	1.527			0	1.090	1.090	0,25	28,00	1.378	974	404	44	30	14	80	12	
13/11/93	6,97	1.585	150		0	900	900	0,26	28,00	1.350	1.166	184	36	26	10	100	25	
22/12/93	7,30	1.634	160		0	1.098	1.098	0,13	24,50	1.318	922	396	40	14	26			
16/02/95	6,98	1.231	52		0	1.239	1.239	0,20	24,57	1.438	954	484	180	14	166	33	490	
07/03/95	6,69	1.710	37		0	1.366	1.366	0,30	16,60	1.406	1.066	340	110	70	40	16	280	
07/04/95	6,59	1.864	21		0	1.160	1.160	0,16	19,92	1.504	1.106	398	80	60	20	6	50	
09/05/95	7,05	1.890	13		0	1.228	1.228	0,22	26,50	1.658	1.020	638	14	10	4	3	20	
05/06/95	7,03	1.100	26		0	1.044	1.044	0,18	56,40	1.754	1.340	414	22	22	0	6	50	
03/07/95	6,90	1.857	179		0	1.124	1.124	0,10	36,50	1.658	1.020	638	34	8	26	4	20	
01/08/95	7,02	1.340	50		0	156	156	0,24	29,90	1.258	810	448	35	21	14	12	60	
04/09/95	6,75	1.576	110		0	156	156	0,08	26,56	1.324	922	402				8	30	
Média	6,93	1.604	94	17	0	988	1.026	0,19	27,26	1.471	974	496	55	26	30	29	105	
D.Padrão	0,17	230	60	8	0	355	326	0,11	8,67	179	178	193	42	17	40	34	149	

TABELA 8.A. Resultados das Análises de Água Coletada no Poço de Observação Número 3

					Alcalinidade														
Data	pH	Cond. μ s/cm	D.Q.O. mg / L	Ac.Volátil mg / L	Carb. mg / L	Bicarb. mg / L	Alc.Total mg / L	Fósforo mg / L	Cloreto mg / L	S.Total mg / L	S.T.F. mg / L	S.T.V. mg / L	S.Susp. mg / L	S.S.V. mg / L	S.S.F. mg / L	S.Diss. mg / L	Turbidez UNT	Cor UC	
17/01/93	6,06	211	23	5,00			110	0,00	10,60	288	122	166							
06/02/93	6,41	380	61	1,00			236	0,82	7,00	1.134	716	418							
16/04/93	6,21	269	56	15,00			144		7,00	304	50	254							
20/05/93	6,20	150	10	7,50			80		7,00	196	100	96	19	19		177			
23/06/93	6,26	128	0		0	64	64	0,21	3,50	72	28	44	17	13	4				
05/08/93	6,26	150	10		0	100	100	0,17	7,00	166	80	86	63	17	46				
14/10/93	6,15	160	0		0	50	50	0,10	14,10	250	34	216	21	14	7				
30/09/93	6,42	210	0		0	112	112	0,14	7,00	224	148	76	120	28	92	49		60	
16/10/93	6,25	237	0		0	144	144	0,18	10,50	168	100	68	7	7	0	10		3	
13/11/93	6,12	199	50		0	106	106	0,24	3,50	152	62	90	10	6	4	15		3	
22/12/94	6,55	215	0		0	106	106	0,34	7,00	150	36	114	35	13	22		17	25	
18/06/94	5,91	266	8		0	72	72	0,15	10,50	162	2	160	6	6	0		6	30	
05/09/94	6,14	352	16		0	174	174	0,05	7,02	780	370	410	402	38	364		62	140	
16/02/95	6,06	404	6		0	170	170	0,48	14,04	232	48	184	16		16		2	18	
07/03/95	6,08	376	0		0	170	170	0,12	6,64	336	50	286	26	6	20		2	40	
07/04/95	5,79	446	12		0	176	176	0,50	16,60	248	144	104	18	14	4		1	15	
09/05/95	6,44	357	19		0	150	150	0,20	10,00	230	58	172	8	4	4		4	40	
05/06/95	6,41	168	14		0	174	174	0,06	23,20	258	100	158	6	4	2		6	50	
03/07/95	6,14	284	26		0	176	176	0,06	16,60	450	160	290					3	18	
01/08/95	6,37	320	20		0	28	28	0,02	16,60	236	18	218	17	13	4		4	20	
04/09/95	6,07	230	100		0	28	28	0,04	13,24	182	28	154					4	30	
Média	6,20	262	21		0	118	122	0,20	10,41	296	117	179	49	13	39	63	10	35	
D. Padrão	0,19	94	26		0	54	56	0,21	5,11	240	158	105	98	9	93	78	18	34	

TABELA 9.A. Resultados das Análises da Água Coletada no Poço de Observação Número 4

					Alcalinidade															
Data	pH	Cond.	D.Q.O.	Ac.Vol.	Carb.	Bicarb.	Total	S.Sed.	Fósfor o	Cloreto	S.Total	S.T.F.	S.T.V.	S.Susp	S.S.V.	S.S.F.	S.Diss	Turbidez	Cor	
		μ s/cm	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	mg / L	UNT	UC	
31/07/92	5,83	34	4	30,00			6	10	0,26	3,50	656	139	517							
16/08/92	5,50	24	9	25,00			6	6	0,42	17,40	938									
17/01/93	5,74	26	5	10,00			36		2,68	3,50	950	790	160							
06/02/93	5,76	32	9	1,80			22		0,82	3,50	914	706	208							
16/04/93	5,52	26	8	7,50			10				464	216	248							
20/05/93	6,30	56	0	12,50			36			3,50	1.460	1.212	248	1.232	916	316	1.460			
23/06/93	5,83	46	0		0	16	16		0,30	0,00	282	272	10	432	30	402				
05/08/93	5,53	17	20		0	20	20		0,43	0,00	1.022	944	78	598	40	558				
14/09/93	5,86	18	150		0	20	20		0,54	0,00	646	516	130	408	38	370				
30/09/93	5,79	24	0		0	24	24		0,54	3,50	150	68	82	180	30	150		170	200	
16/10/93	6,15	20	45		0	12	12		0,58	0,00	136	94	42	70	18	52		100	39	
13/11/93	5,40	20	0		0	12	12		0,85	3,50	132	94	38	45	43	2		80	28	
22/12/93	5,83	39	0		0	16	16		0,34	3,50	210	4	206	20	20	0		41	50	
18/06/94	5,44	84	9		0	18	18		0,23	3,50	120	52	68	6	6	0		13	30	
05/09/94	5,44	70	2		0	24	24		0,51	0,00	410	46	364	61	16	45		22	90	
16/02/94	5,96	139	10		0	32	32		0,62	7,02	316	114	202	14	12	2		5	40	
07/03/95	5,94	124	16		0	50	50		0,98	3,32	190	86	104	20	4	16		6	70	
07/04/95	5,71	91	5		0	36	36		0,22	3,32	114	6	108	10	2	8		8	60	
09/05/95	5,95	73	14		0	28	28		0,68	3,30	190	110	80	43	39	4		16	70	
05/06/95	5,62	58	10		0	24	24		0,64	3,30	122	58	64	64	42	23		10	160	
03/07/95	5,62	35	31		0	36	36		0,84	6,64	266	96	170	194	171	23		36	150	
01/08/95	6,01	40	50		0	12	12		1,30	3,30	316	218	98	156	138	18		56	560	
04/09/95	5,45	31	80		0	12	12		0,30	6,64	64	8						15	50	
Média	5,75	49	21	14,47		23	22	8	0,67	3,74	438	266	154	209	92	117		41	114	
D.Padrão	0,24	34	34	10,82		11	11	3	0,54	3,69	381	342	120	316	217	178		47	139	

TABELA 10.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 0 a 25 cm na Área Experimental

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrão
pH CaCl ₂	6,60	5,60	5,90	5,80	5,30	6,60	6,40	6,30	6,10	6,30	6,40	6,00	6,60	6,15	0,41
pH Água	7,20	6,20	6,70	7,10	6,90	7,40	7,90	7,40	7,00	6,90	7,40	6,70	7,50	7,10	0,44
Carbono (%)	1,30	1,20	0,90	0,70	0,40	0,60	1,10	1,20	1,10	1,40	0,60	1,20	0,90	0,97	0,31
P (ppm)	10,00	5,00	4,00	3,00	1,00	3,00	3,00	14,00	6,00	6,00	8,00	6,00	6,00	5,77	3,42
P res (ppm)	28,00	11,00	8,00	3,00	2,00	1,00	8,00	25,00	15,00	12,00	28,00	20,00	11,00	13,23	9,44
K (mEq/100 ml TFSA)	0,60	0,50	0,56	0,64	0,47	0,46	0,61	0,63	0,58	0,53	0,74	1,10	0,45	0,61	0,17
Ca (mEq/100 ml TFSA)	4,30	3,20	3,40	2,00	2,00	4,20	4,50	5,20	4,70	4,40	6,70	4,80	4,40	4,08	1,25
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,70	0,50	0,40	0,10	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40	0,20	0,40	0,50	0,30	0,35	0,16
H (mEq/100 ml TFSA)	1,30	1,90	1,80	1,90	1,70	1,40	1,50	1,20	1,50	1,80	2,10	1,60	1,30	1,62	0,28
S (mEq/100 ml TFSA)	5,60	4,20	4,36	2,74	2,67	4,86	5,41	6,13	5,68	5,13	7,84	6,40	5,15	5,09	1,41
CTC (mEq/100 ml TFSA)	6,90	6,10	6,16	4,64	4,47	6,26	6,91	7,33	7,18	6,93	9,94	8,01	6,45	6,71	1,39
V (%)	81,10	68,80	70,70	59,00	59,70	77,60	78,20	83,60	79,10	74,00	78,80	79,90	79,80	74,64	7,92

TABELA 11.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade 25 - 50 cm na Área Experimental

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrão
pH CaCl ₂	6,40	5,80	6,10	6,60	6,30	6,40	5,80	6,30	6,00	5,70	5,80	6,30	6,50	6,15	0,30
pH Água	7,10	6,40	6,70	7,30	7,00	7,20	6,70	8,10	7,10	6,10	6,50	7,10	7,40	6,98	0,51
Carbono (%)	1,10	1,20	0,80	0,80	0,40	0,50	0,80	0,80	1,00	1,50	0,40	1,10	1,00	0,88	0,32
P (ppm)	5,00	4,00	5,00	5,00	1,00	1,00	5,00	2,00	4,00	6,00	13,00	5,00	26,00	6,31	6,63
P res (ppm)	13,00	13,00	12,00	4,00	2,00	1,00	13,00	8,00	10,00	12,00	32,00	17,00	41,00	13,69	11,32
K (mEq/100 ml TFSA)	0,61	0,63	0,60	0,62	0,85	0,43	0,54	0,73	0,38	0,39	0,69	1,02	0,80	0,64	0,19
Ca (mEq/100 ml TFSA)	3,90	3,00	3,40	4,00	2,90	3,10	3,90	3,00	2,70	3,90	5,50	4,90	4,80	3,77	0,87
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,50	0,40	0,50	0,30	0,30	0,10	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,30	0,12
H (mEq/100 ml TFSA)	1,50	1,60	1,40	1,40	1,30	1,60	2,20	1,30	1,80	2,80	1,60	1,30	1,50	1,64	0,43
S (mEq/100 ml TFSA)	5,01	4,03	4,50	5,01	4,05	3,63	4,74	3,93	3,38	4,59	6,49	6,12	5,80	4,71	0,96
CTC (mEq/100 ml TFSA)	6,51	5,63	5,90	6,41	5,35	5,23	6,94	5,23	5,18	7,39	8,10	7,42	7,30	6,35	1,01
V (%)	76,90	71,50	76,20	78,10	75,70	69,40	68,30	75,10	65,20	62,10	80,10	82,40	79,40	73,88	6,12

TABELA 12.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 50 a 75 cm na Área Experimental

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrão
pH CaCl ₂	6,50	6,00	6,00	6,40	6,20	6,70	6,60	7,40	6,00	6,10	5,90	6,20	6,50	6,35	0,41
pH Água	7,10	6,70	6,60	6,80	7,00	7,40	7,70	8,40	7,10	6,50	6,70	7,00	7,40	7,11	0,52
Carbono (%)	1,10	1,00	0,50	0,50	0,30	0,60	0,70	0,70	0,80	1,40	0,40	0,90	0,70	0,74	0,30
P (ppm)	13,00	4,00	2,00	5,00	1,00	11,00	23,00	3,00	27,00	18,00	43,00	5,00	33,00	14,46	13,45
P res (ppm)	22,00	12,00	5,00	3,00	2,00	3,00	27,00	10,00	60,00	34,00	101,00	19,00	58,00	27,38	29,49
K (mEq/100 ml TFSA)	0,65	0,70	0,50	0,39	0,80	0,59	1,00	1,60	0,44	0,40	0,82	1,12	0,65	0,71	0,26
Ca (mEq/100 ml TFSA)	4,30	3,20	2,50	4,50	2,00	5,00	4,70	3,30	3,40	3,00	6,30	2,90	3,90	3,77	1,17
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,50	0,40	0,30	0,40	0,20	0,10	0,30	0,10	0,20	0,20	0,40	0,10	0,20	0,26	0,13
H (mEq/100 ml TFSA)	1,50	1,50	1,60	1,50	1,50	1,30	1,50	1,00	1,70	2,20	1,90	1,40	1,50	1,55	0,28
S (mEq/100 ml TFSA)	5,45	4,30	3,30	5,35	3,00	5,69	6,00	5,00	4,04	3,60	7,52	4,12	4,75	4,78	1,25
CTC (mEq/100 ml TFSA)	6,95	5,80	4,91	6,85	4,50	6,99	7,50	6,01	5,74	5,80	9,42	5,52	6,25	6,33	1,26
V (%)	78,40	74,10	67,20	78,10	66,60	81,40	80,00	83,10	70,30	62,00	79,80	74,60	76,00	74,74	6,45

TABELA 13.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 75 a 100 cm na Área Experimental

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrão
pH CaCl ₂	6,50	6,00	5,70	6,50	5,80	6,10	6,10	7,60	6,20	6,50	6,00	6,30	6,60	6,28	0,47
pH Água	7,20	6,80	6,40	7,40	6,70	6,90	7,20	8,60	7,20	7,10	7,00	7,00	7,50	7,16	0,53
Carbono (%)	1,00	0,80	0,40	0,50	0,10	1,60	0,50	0,70	1,20	1,50	0,40	1,00	0,50	0,77	0,47
P (ppm)	7,00	2,00	2,00	3,00	1,00	19,00	8,00	6,00	20,00	9,00	26,00	8,00	17,00	8,62	8,09
P res (ppm)	12,00	6,00	3,00	1,00	1,00	4,00	15,00	21,00	56,00	21,00	72,00	25,00	34,00	18,54	22,00
K (mEq/100 ml TFSA)	0,80	0,85	0,55	0,21	0,10	0,80	1,30	1,20	0,87	0,66	0,80	1,30	0,75	0,79	0,36
Ca (mEq/100 ml TFSA)	3,50	2,60	2,30	4,80	1,80	7,60	3,30	3,50	3,80	2,30	5,10	2,30	3,50	3,49	1,59
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,30	0,30	0,30	0,40	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,30	0,20	0,20	0,25	0,10
H (mEq/100 ml TFSA)	1,50	1,40	1,60	1,30	1,30	1,20	1,80	1,00	1,60	1,80	1,80	1,30	1,50	1,47	0,25
S (mEq/100 ml TFSA)	4,60	3,75	3,15	5,41	2,10	8,60	4,80	4,80	4,87	3,06	6,20	3,80	4,45	4,53	1,64
CTC (mEq/100 ml TFSA)	6,10	5,15	4,76	6,72	3,40	9,80	6,60	5,81	6,48	4,86	8,00	5,11	5,95	6,00	1,62
V (%)	75,40	72,80	66,10	80,50	61,70	87,70	72,70	82,60	75,10	62,90	77,50	74,30	74,70	73,88	7,46

TABELA 14.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 0 a 25 cm na Área Testemunha

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrã o
pH CaCl ₂	4,50	5,50	5,80	5,40	5,60	5,70	6,30	6,40	5,30	6,20	5,90	5,50	5,30	5,65	0,50
pH Água	5,20	6,00	6,50	6,80	6,60	6,90	7,80	7,60	6,40	6,70	7,00	6,80	6,20	6,65	0,66
Carbono (%)	1,20	0,90	0,60	0,50	0,30	0,50	0,60	0,90	0,70	1,70	0,40	1,00	0,40	0,75	0,39
P (ppm)	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	1,00	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	1,00	2,62	1,04
P res (ppm)	3,00	7,00	4,00	4,00	2,00	1,00	2,00	9,00	5,00	5,00	8,00	12,00	4,00	5,08	3,15
K (mEq/100 ml TFSA)	0,09	1,10	1,70	0,90	0,10	1,00	1,20	1,20	1,25	0,89	0,95	1,40	0,80	0,97	0,46
Ca (mEq/100 ml TFSA)	1,40	2,50	2,30	2,20	1,80	2,30	2,70	2,70	2,00	2,10	3,40	4,00	2,10	2,42	0,68
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,70	0,70	0,60	0,40	0,50	0,50	0,70	0,50	0,60	0,40	0,90	0,50	0,50	0,58	0,14
H (mEq/100 ml TFSA)	3,50	1,60	1,60	1,80	1,30	1,80	1,60	1,40	2,20	2,80	1,90	1,50	2,10	1,93	0,62
S (mEq/100 ml TFSA)	2,19	4,30	4,60	3,50	2,40	3,80	4,60	4,40	3,85	3,39	5,25	5,90	3,40	3,97	1,04
CTC (mEq/100 ml TFSA)	5,99	5,91	6,20	5,30	3,80	5,60	6,20	5,80	6,05	6,19	7,25	7,40	5,60	5,95	0,88
V (%)	36,50	72,70	74,10	66,00	63,10	67,80	74,10	75,80	63,60	54,70	72,40	79,70	60,70	66,25	11,34

TABELA 15.A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 25 a 50 cm da Área Testemunha

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Médias	D.Padrão
pH CaCl ₂	4,20	5,50	6,00	5,80	6,10	5,70	6,00	6,60	5,40	6,40	5,70	5,80	5,80	5,77	0,58
pH Água	4,90	6,10	6,60	7,20	7,30	6,50	7,40	7,80	6,50	7,00	6,90	6,90	6,60	6,75	0,72
Carbono (%)	0,80	0,60	0,40	0,40	0,20	0,50	0,50	0,70	0,70	1,50	0,40	0,80	0,50	0,62	0,32
P (ppm)	1,00	5,00	3,00	3,00	1,00	4,00	2,00	3,00	5,00	6,00	2,00	4,00	1,00	3,08	1,66
P res (ppm)	2,00	10,00	3,00	2,00	2,00	1,00	4,00	8,00	10,00	15,00	6,00	13,00	6,00	6,31	4,57
K (mEq/100 ml TFSA)	0,04	0,75	1,60	0,81	0,05	0,90	0,69	1,00	0,80	0,75	0,84	1,29	0,65	0,78	0,42
Ca (mEq/100 ml TFSA)	1,00	2,40	2,30	2,20	1,90	2,30	2,40	2,50	2,40	2,80	3,50	2,00	2,40	2,32	0,56
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,40	0,40	0,70	0,20	0,20	0,30	0,50	0,40	0,50	0,30	0,70	0,40	0,30	0,41	0,16
H (mEq/100 ml TFSA)	3,60	1,50	1,40	1,60	1,20	1,90	1,70	1,30	1,90	1,80	1,90	1,50	1,80	1,78	0,60
S (mEq/100 ml TFSA)	1,44	3,55	4,60	3,21	2,15	3,50	3,59	3,90	3,70	3,85	5,04	3,69	3,35	3,51	0,92
CTC (mEq/100 ml TFSA)	5,44	5,05	6,00	4,81	3,35	5,40	5,29	5,20	5,60	5,65	7,04	5,19	5,15	5,32	0,81
V (%)	26,40	70,30	76,60	66,70	64,10	64,80	67,80	75,00	66,00	68,10	71,50	71,10	65,00	65,65	12,41

TABELA 16. A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 50 a 75 cm na Área Testemunha

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Média	D.Padrão
pH CaCl ₂	4,30	5,60	5,90	6,00	6,40	5,90	6,20	6,50	5,80	6,40	5,90	6,00	5,80	5,88	0,55
pH Água	4,90	6,30	6,50	7,40	7,70	6,60	7,20	7,80	7,00	7,50	7,20	7,10	6,90	6,93	0,76
Carbono (%)	0,60	0,60	0,30	0,40	0,20	0,30	0,70	1,10	0,70	1,70	0,50	0,70	0,50	0,64	0,39
P (ppm)	1,00	4,00	2,00	3,00	1,00	6,00	4,00	6,00	8,00	10,00	13,00	4,00	2,00	4,92	3,62
P res (ppm)	2,00	11,00	3,00	2,00	2,00	1,00	8,00	16,00	21,00	20,00	32,00	11,00	7,00	10,46	9,47
K (mEq/100 ml TFSA)	0,03	1,20	1,20	1,39	0,10	0,53	0,57	0,76	0,71	1,10	0,70	1,38	0,60	0,79	0,44
Ca (mEq/100 ml TFSA)	1,00	2,50	2,20	2,30	1,80	2,50	2,90	2,90	2,40	2,60	4,60	2,30	2,60	2,51	0,80
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,30	0,50	0,50	0,20	0,20	0,30	0,50	0,40	0,60	0,40	0,50	0,30	0,40	0,39	0,13
H (mEq/100 ml TFSA)	3,20	1,60	1,50	1,60	1,10	1,80	2,40	1,50	1,80	1,80	1,60	1,20	1,80	1,76	0,54
S (mEq/100 ml TFSA)	1,33	4,20	3,90	3,89	2,10	3,33	3,97	4,06	3,71	4,10	5,80	3,98	3,60	3,69	1,06
CTC (mEq/100 ml TFSA)	4,93	5,81	5,40	5,50	3,21	5,13	6,37	5,56	5,51	5,90	7,40	5,18	5,40	5,45	0,93
V (%)	26,90	72,20	72,20	70,70	65,40	64,90	62,30	73,00	67,30	69,40	78,30	76,80	66,60	66,62	12,81

TABELA 17. A. Resultados da Análise Química do Solo na Profundidade de 75 a 100 cm na Área Testemunha

Parâmetro	jul/92	set/92	fev/93	mai/93	jun/93	jul/93	set/93	out/93	mar/94	abr/94	ago/94	nov/94	jul/95	Média	D.Padrão
pH CaCl ₂	4,30	5,80	5,90	6,40	6,70	6,20	6,10	6,60	5,90	6,40	6,00	6,10	6,60	6,10	0,61
pH Água	4,90	6,40	6,00	7,90	8,00	7,40	7,30	7,90	7,00	7,20	7,20	7,10	7,50	7,08	0,86
Carbono (%)	0,60	0,50	0,30	0,40	0,10	0,30	0,40	1,50	6,00	1,50	0,40	0,70	0,50	0,65	0,46
P (ppm)	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	3,00	1,00	4,00	4,00	3,00	10,00	4,00	17,00	5,38	6,32
P res (ppm)	1,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00	11,00	9,00	8,00	31,00	11,00	34,00	12,69	17,08
K (mEq/100 ml TFSA)	0,04	1,30	1,65	2,19	0,30	0,74	0,97	0,73	0,79	2,20	0,60	1,40	0,75	1,06	0,66
Ca (mEq/100 ml TFSA)	0,80	2,30	2,10	2,10	1,70	2,30	2,60	3,10	2,50	2,40	4,20	2,00	3,50	2,53	0,92
Mg (mEq/100 ml TFSA)	0,20	0,30	0,50	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,50	0,20	0,40	0,30	0,20	0,27	0,09
H (mEq/100 ml TFSA)	2,70	1,30	1,30	1,30	1,30	1,60	1,90	1,20	1,70	1,80	1,60	1,10	1,50	1,55	0,42
S (mEq/100 ml TFSA)	1,04	3,90	4,25	4,49	2,20	3,24	3,87	4,13	3,79	4,80	5,20	3,70	4,45	3,86	1,15
CTC (mEq/100 ml TFSA)	4,14	5,20	5,55	5,79	3,50	4,84	5,77	5,33	5,49	6,60	6,80	4,81	5,95	5,44	0,96
V (%)	25,10	75,00	76,50	77,50	62,80	66,90	67,00	77,40	69,00	72,70	76,40	76,90	74,70	69,54	14,16

TABELA 18. A. Resultados do Desenvolvimento do Perímetro do Caule dos Eucaliptos da Área Experimental.

PLANTA	MESES																					
	07/92	08/92	09/92	10/92	11/92	12/92	01/93	02/93	03/93	04/93	06/93	07/93	08/93	09/93	10/93	11/93	12/93	06/94	11/94	02/95	07/95	11/95
01	16,1	14,5	15,5	17,0	18,0	20,0	20,5	22,0	22,0	25,0	27,0	27,0	28,0	30,0	31,0	33,0	33,0	37,5	37,0	41,0	44,0	46,0
02	13,2	15,0	17,5	19,0	21,5	24,0	24,5	25,5	25,5	28,0	28,5	29,5	31,0	31,0	31,0	32,0	32,0	31,0	32,5	34,0	35,0	35,0
03	14,4	17,0	18,0	19,0	19,5	20,5	20,5	21,5	21,0	22,0	24,0	25,0	25,0	25,0	26,0	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	27,0
04	15,0	16,2	18,5	20,0	22,0	25,0	26,0	27,0	29,0	30,0	31,5	31,5	33,0	34,0	35,0	37,0	39,0	39,0	42,0	45,0	49,0	50,0
05	14,7	14,5	16,2	17,5	20,0	23,0	24,0	25,0	26,0	28,0	29,0	27,0	30,0	30,0	31,0	33,0	33,0	33,5	37,5	40,0	42,0	43,0
06	14,6	14,4	15,8	17,5	20,0	22,0	23,5	25,0	26,0	28,0	30,0	31,0	32,5	34,0	36,0	37,5	38,0	40,0	43,0	47,0	52,0	53,0
07	11,8	18,0	19,4	22,0	24,5	27,0	28,0	29,0	30,5	32,0	34,0	34,5	36,0	39,0	40,0	40,0	39,0	39,5	43,0	45,0	49,0	52,0
08	12,0	12,2	14,0	15,5	17,5	20,0	22,5	24,0	24,0	26,0	28,0	28,5	29,0	30,0	31,0	32,5	32,0	32,5	34,0	36,0	37,0	38,0
09	12,5	14,8	16,0	19,5	21,5	24,5	26,0	27,0	26,0	27,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0		28,0	28,0	28,0	29,0	
10	11,5	12,4	14,0	15,5	17,5	20,0	21,0	21,5	22,0	24,0	25,0	26,5	27,5	30,0	31,0	31,5	32,5	34,0	39,5	42,0	46,0	48,0
11	12,3	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	22,5	23,0	22,0	24,5	26,0	27,0	28,0	29,0	31,0	31,5	32,5	34,0	38,0	40,0	42,0	43,0
12	11,2	13,5	14,0	15,0	16,5	18,0	19,0	20,0	20,0	21,5	23,0	23,0	23,5	25,0	26,0	26,5	26,0	26,5	27,5	29,0	30,0	30,0
13	12,2	14,0	16,5	18,0	21,0	23,5	25,5	27,5	30,0	31,0	33,0	33,0	34,5	37,0	37,0	40,0	40,0	41,5	46,0	48,0	50,0	51,0
14	11,4	14,8	16,0	18,0	20,5	23,0	25,0	27,0	28,0	30,0	32,0	32,5	34,0	35,0	37,5	38,5	39,5	41,5	45,0	47,0	51,0	53,0
15	12,5	13,9	16,0	17,5	10,0	22,5	23,5	25,0	25,0	27,0	27,0	27,0	27,5	30,0	30,0	31,0	32,0	33,5	36,0	39,0	40,0	41,0
16	12,4	13,3	15,0	17,0	19,5	21,5	23,0	23,0	23,0	25,0	26,0	26,0	26,5	28,0	28,0	28,0	29,0	29,0	29,0	30,0	30,0	30,0
17	12,4	13,5	15,5	17,4	20,0	22,5	24,0	25,0	25,5	27,0	29,5	30,0	30,2	31,0	34,0	34,0	35,0	36,0	39,5	43,0	46,0	49,0
18	14,0	15,4	17,5	20,0	23,0	25,5	27,0	27,5	29,0	30,0	32,0	32,0	33,0	34,0	36,0	36,0	37,0	37,0	40,0	42,0	43,0	44,0
19	13,0	15,5	17,5	18,5	21,0	23,0	24,5	27,0	27,5	30,0	31,0	31,5	33,0	34,0	37,5	37,0	38,0	41,0	45,0	49,0	54,0	57,0
20	15,5	17,0	20,0	22,9	25,5	28,5	29,0	29,5	29,5	31,0	32,0	32,5	33,0	34,0	36,0	36,5	38,0	39,0	42,0	46,0	46,0	46,0
21	11,2	12,5	15,0	17,0	18,5	21,5		23,5	24,0	25,0	25,5	26,0	26,5	28,0	30,0	30,0	32,0	33,0	34,5	36,0	38,0	39,0
Média	13,0	14,5	16,3	18,1	19,8	22,7	24,0	25,0	25,5	27,2	28,7	29,0	30,0	31,2	32,5	33,3	33,9	35,3	37,4	39,7	41,8	43,0
D.Padrão	1,5	1,6	1,7	2,0	3,2	2,5	2,6	2,6	3,1	3,0	3,1	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,8	6,1	7,0	8,3	8,9

TABELA 19 . A. Resultados do Desenvolvimento do Perímetro do Caule dos Eucaliptos da Área Testemunha.

PLANTA	MESES																					
	07/92	08/92	09/92	10/92	11/92	12/92	01/93	02/93	03/93	04/93	06/93	07/93	08/93	09/93	10/93	11/93	12/93	06/94	11/94	02/95	07/95	10/95
01	9,0	10,0	12,1	15,0	18,0	22,0	24,0	23,0														
02	9,2	10,5	11,5	14,0	16,5	19,5	22,5	25,0	27,0	28,0	30,0	32,0	33,0	33,5	36,0	36,0	37,5	41,0	44,0			
03	12,0	14,0	16,0	19,5	23,5	27,5	31,0	33,0	34,0	34,5	36,0	38,0	39,5	40,0	41,0	43,0	45,0	45,0	45,0	48,0	54,0	57,0
04	11,0	13,5	15,5	17,8	22,0	24,5	27,5	31,0	32,0	34,5	36,0	39,5	40,0	42,0	43,0	46,0	47,0	52,0	61,0	65,0	71,0	74,0
05	15,4	17,0	19,0	21,0	23,5	27,0	29,0	30,0	32,0	32,5	34,0	35,0	36,0	36,0	38,0	38,0	39,0	41,5	45,0	48,0	51,0	52,0
06	13,4	15,0	17,0	19,5	23,0	27,5	31,0	34,5	37,0	39,0	42,0	44,0	46,0	46,0	47,0	48,0	50,5	55,5	62,0	65,0	70,0	73,0
Média	11,7	13,3	15,2	17,8	21,1	24,7	27,5	29,4	32,4	33,7	35,6	37,7	38,9	39,5	41,0	42,2	43,8	47,0	51,4	56,5	61,5	64,0
D.Padrão	2,5	2,7	2,9	2,8	3,1	3,3	3,6	4,5	3,6	4,0	4,3	4,5	4,9	4,9	4,3	5,1	5,5	6,5	9,2	9,8	10,5	11,2

TABELA 20. A. Resultados do Desenvolvimento da Altura dos Eucaliptos da Área Experimental.

PLANTA	MESES															
	08/92	09/92	10/92	11/92	12/92	01/93	02/93	03/93	04/93	06/93	07/93	08/93	09/93	10/93	11/93	11/95
01	3,0	3,8	4,6	5,0	6,2	7,9	7,9	8,4	9,9	10,1	10,1	11,1	12,8	12,9	13,2	20,0
02	3,9	4,5	5,0	5,6	6,8	8,9	9,7	8,1	8,7	10,3	9,1	11,0	11,7	11,8	12,6	16,4
03	3,7	4,7	5,1	5,8	6,7	8,4	8,8	9,0	9,8	9,6	11,2	11,2	12,6	12,2	12,4	19,6
04	3,9	5,0	5,2	6,8	7,9	9,6	10,2	13,1	10,8	10,7	12,9	12,6	13,5	14,2	12,5	21,3
05	3,8	4,2	5,0	6,6	6,7	7,7	8,5	8,9	9,6	10,1	10,8	11,8	11,8	12,5	14,2	20,0
06	3,7	3,8	4,5	5,8	7,1	8,6	9,3	12,0	10,3	10,5	11,2	12,4	12,9	12,2	13,3	20,2
07	4,3	4,4	6,0	5,7	8,1	10,0	9,8	11,3	11,3	11,5	12,2	12,6	13,4	14,3	15,7	20,6
08	4,6	5,6	5,4	7,2	8,5	7,4	11,8	9,9	16,0	11,0	15,3	12,7	14,9	13,1	15,0	17,0
09	3,1	3,4	3,9	4,7	4,9	6,8	7,2	9,8	7,6	8,3	8,0	9,2		10,2	9,8	9,2
10	2,9	3,6	3,7	4,6	5,6	8,3	9,6	9,2	10,5	11,6	11,4	11,4	13,3	13,7	13,7	21,0
11	3,1	3,4	3,9	4,7	5,4	7,1	9,2	10,6	10,6	10,4	11,4	12,2	14,4	12,7	16,1	20,0
12	2,7	3,4	4,4	4,7	5,2	6,5	8,0	8,1	9,0	9,0	9,9	9,6	11,1	10,6	10,2	16,1
13	3,8	4,6	4,9	5,9	7,5	8,6	7,8	10,4	10,9	10,6	12,8	13,1	13,8	13,0	14,6	22,9
14	3,6	3,8	4,9	5,9	7,8	7,9	9,2	10,5	10,9	12,3	13,0	12,5	12,2	13,0	13,8	20,4
15	3,7	4,9	5,3	6,6	6,6	8,4	9,3	10,5	11,2	10,9	11,8	11,3	13,4	12,4	14,8	19,3
16	3,8	4,6	4,7	6,2	6,7	7,3	11,1	8,3	10,7	11,6	11,5	11,6	15,8	11,0	12,4	14,7
17	3,6	4,3	5,8	6,5	7,3	8,3	9,7	10,9	10,4	10,0	12,2	12,0	12,4	13,4	15,2	21,3
18	4,1	4,5	5,3	7,0	8,2	13,7	11,5	12,6	10,4	11,4	14,4	12,3	13,6	13,0	16,5	20,2
19	3,9	5,0	5,9	7,3	8,7	10,5	10,5	14,4	11,7	12,4	12,8	13,9	14,4	16,2	15,8	23,1
20	4,0	4,3	5,8	7,6	6,7	9,9	9,6	8,5	11,1	10,7	11,3	12,8	12,4	11,7	14,0	17,5
21	3,4	4,1	4,8	5,7	6,7		8,3	9,6	11,0	11,1	11,2	11,5	11,6	13,5	14,1	18,7
Média	3,6	4,3	5,0	6,0	6,9	8,6	9,4	10,2	10,6	10,7	11,6	11,8	13,1	12,7	13,8	19,0
D.Padrão	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,6	1,2	1,7	1,6	1,0	1,6	1,1	1,2	1,3	1,8	3,1

TABELA 21. A. Resultados do Desenvolvimento da Altura dos Eucaliptos da Área Testemunha.

PLANTA	MESES															
	08/92	09/92	10/92	11/92	12/92	01/93	02/93	03/93	04/93	06/93	07/93	08/93	09/93	10/93	11/93	11/95
01	2,4	2,8	3,5	4,4	5,4	5,8										
02	2,1	2,3	2,8	3,7	4,7	6,1	6,9	8,5	9,3	10,0	10,6	11,1	11,4	13,8	11,9	20,1
03	2,9	3,5	4,3	4,8	8,0	8,1	9,8	10,5	7,6	9,4	9,8	10,0	10,8	11,7	11,8	
04	2,4	2,8	3,3	4,3	5,1	6,9	8,1	8,5	8,6	10,4	10,4	11,6	11,4	11,6	12,4	23,0
05	3,1	3,2	3,6	5,0	5,3	7,1	8,6	11,0	9,5	10,2	11,8	11,9	13,4	12,9	13,2	22,4
06	3,2	3,4	4,2	4,8	5,5	8,1	9,8	10,2	9,8	10,5	11,4	12,6	12,9	13,9	14,6	20,6
Média	2,7	3,0	3,6	4,5	5,7	7,0	8,6	9,7	9,0	10,1	10,8	11,4	12,0	12,8	12,8	21,5
D.Padrão	0,4	0,5	0,6	0,5	1,2	1,0	1,2	1,2	0,9	0,4	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4

TABELA 22.A. Resultados do Desenvolvimento Radicular dos Eucaliptos da Área Experimental (g)

PROF.(cm.)	0- 25		25- 50		50- 75		75- 100	
ANO	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
	1,94	1,67	1,09	0,14	0,85	0,21	1,18	0,22
	2,58	0,16	2,89	0,21	1,10	0,24	1,55	0,98
	0,60	0,13	2,01	2,43	0,86	0,22	2,63	1,78
	1,96	1,91	1,76	0,28	1,14	0,20	0,37	0,09
	1,16	1,59	3,06	1,27	3,83	0,19	1,30	0,15
	0,62	1,13	0,73	0,05	0,55	0,15	1,14	0,26
	0,56	0,26	0,47	0,16	0,65	0,03	1,63	0,06
	1,69	0,72	0,18	0,06	0,68	0,17	1,48	0,05
	7,79	22,13	1,26	0,15	0,83	0,08	0,09	0,01
	1,21	2,08	0,47	0,21	0,14	0,15	0,82	0,19
	1,38	3,01	3,18	2,69	1,30	0,12	0,91	0,23
	5,56	13,82	3,75	0,08	2,80	0,30	0,15	0,17
	1,93	2,55	0,82	0,18	0,55	0,08	0,17	0,04
	0,21	0,19	0,13	0,02	0,32	0,76	11,35	0,17
	1,37	0,09	0,24	0,20	0,25	0,15	1,59	0,15
	1,52	2,13	0,91	0,49	0,55	0,39	3,12	0,01
	2,56	1,03	0,67	0,05	0,46	0,06	3,38	0,01
	0,88	0,07	0,19	0,16	0,63	0,24	1,96	0,08
	0,70	0,83	0,43	0,49	0,36	4,28	0,45	3,41
	1,10	0,25	0,27	0,05	0,29	0,07	0,10	0,11
	0,55	0,10	0,58	0,04	0,80	0,37	0,19	0,20
	1,03	0,25	0,94	0,45	0,42	0,02	0,38	0,02
	4,17	0,04	0,67	0,61	0,27	0,23	0,13	0,03
	0,53	1,08	0,30	0,05	3,41	0,02	1,12	0,03
	2,93	0,67	1,41	0,92	0,28	0,03	0,11	0,01
	3,16	0,47	0,21	0,03	0,09	0,02	0,05	0,05
	0,05	1,25	0,20	0,07	0,22	0,05	0,12	0,15
	1,97	4,00	0,75	0,39	0,35	0,25	0,29	0,56
	1,60	1,19	3,46	0,46	0,19	0,43	0,16	1,05
	1,07	0,60	0,75	0,67	1,31	1,56	1,42	0,92
	0,76	0,50	0,70	0,01	1,86	0,03	0,31	0,18
	0,68	1,32	1,59	0,03	0,16	0,54	0,16	0,10
	0,09	0,53	0,27	0,46	2,04	2,11	1,43	0,30
	2,70	0,43	1,41	0,19	0,15	0,07	3,93	0,60
	1,08	0,29	10,47	0,37	1,55	0,56	0,15	1,81
	7,38	1,97	1,28	0,18	0,33	0,62	0,29	0,02
	2,68	0,08	0,55	1,58	0,30	0,99	0,42	0,36
	0,47	0,15	3,09	0,27	3,62	0,06	0,19	0,13
	0,47	0,37	1,20	1,12	0,29	0,05	0,91	0,05
	2,03	0,87	1,11	2,86	0,94	0,04	0,10	0,03
	3,71	2,74	0,33	0,06	0,13	0,14	0,55	0,35
	1,63	0,59	0,35	0,55	0,54	0,18	3,46	0,10
	1,96	0,60	0,14	0,25	1,97	0,53	0,33	0,27
	0,86	0,33	1,48	0,63	1,67	0,20	0,20	0,04
	1,55	1,75	4,27	3,13	0,16	0,05	0,15	0,19
	2,14	0,44	0,14	2,62	0,18	0,12		
	3,77	0,77	0,26	0,05	0,53	0,04		
			2,90	0,30				
DVP	1,65	3,69	1,72	0,81	0,94	0,70	1,84	0,62
Soma (g)	88,36	79,11	65,31	27,73	41,91	17,39	51,94	15,74
Média (g)	1,88	1,68	1,36	0,58	0,89	0,37	1,15	0,35

TABELA 23.A. Resultados do Desenvolvimento Radicular dos Eucaliptos da Área Testemunha

Profundidade	0 - 25		25 - 50		50 - 75		75 - 100	
Ano	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Total g	26,558	67,151	5,308	61,724	4,377	20,202	4,926	26,684
Média g	2,213	5,559	0,442	5,143	0,364	1,683	0,41	2,223

TABELA 24. A. Volume de Efluente Bruto Aplicado na Área Durante o Experimento, m³.

SULCO	1992	1993	1994	1995	Total por Sulco
1	938,10	1.753,40	3.250,80	1.092,70	7.035,00
2	752,30	1.076,30	1.498,00	750,50	4.077,10
3	705,30	1.091,10	1.679,60	935,90	4.411,90
4	1.075,90	1.793,80	2.095,60	1.022,70	5.988,00
5	602,90	1.341,00	1.598,60	986,00	4.528,50
6	889,30	1.847,70	1.723,50	1.029,30	5.489,80
7	732,80	1.459,40	2.044,40	826,10	5.062,70
8	867,70	1.745,60	2.153,10	952,70	5.719,10
9	1.040,70	1.737,80	1.419,70	799,20	4.997,40
10	713,20	1.826,10	1.462,50	869,40	4.871,20
11	672,20	1.085,70	1.292,30	749,00	3.799,20
12	629,20	833,90	1.392,50	789,30	3.644,90
13	542,50	1.174,20	1.648,50	702,60	4.067,80
14	546,50	1.141,00	1.575,70	852,80	4.116,00
15	797,90	1.304,60	1.661,30	919,10	4.682,90
16	603,50	1.436,20	1.759,70	716,00	4.515,40
17	695,80	1.270,90	1.447,70	796,00	4.210,40
18	583,20	696,20	1.584,80	945,00	3.809,20
19	723,30	1.371,00	1.142,70	892,50	4.129,50
20	327,10	569,30	352,70	430,90	1.680,00
Total	14.439,40	26.555,20	32.783,70	17.057,70	90.836,00

ANEXO B

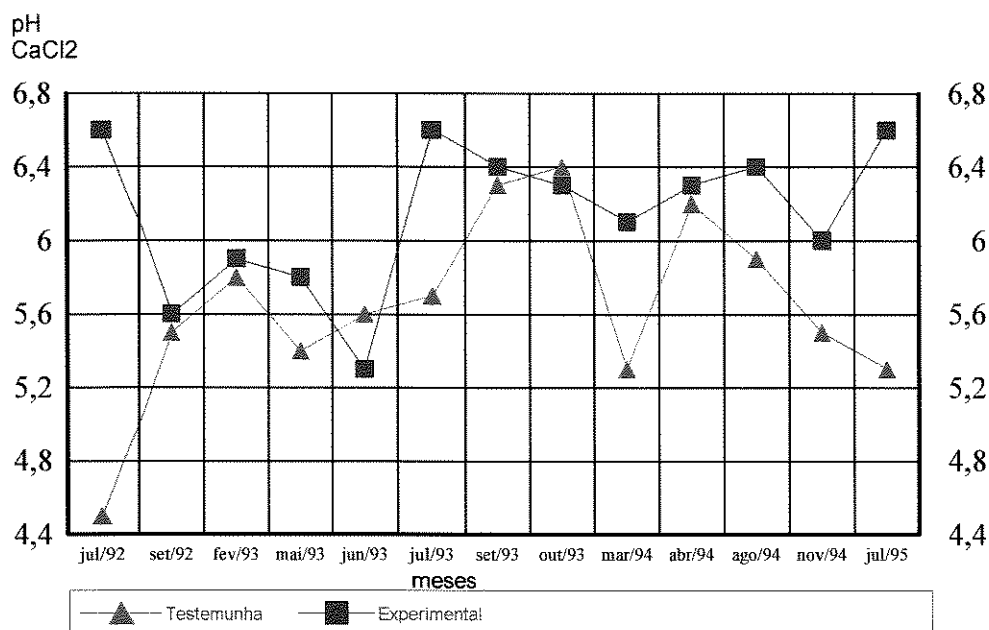


FIGURA 1. B. Comparativo (pH CaCl₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

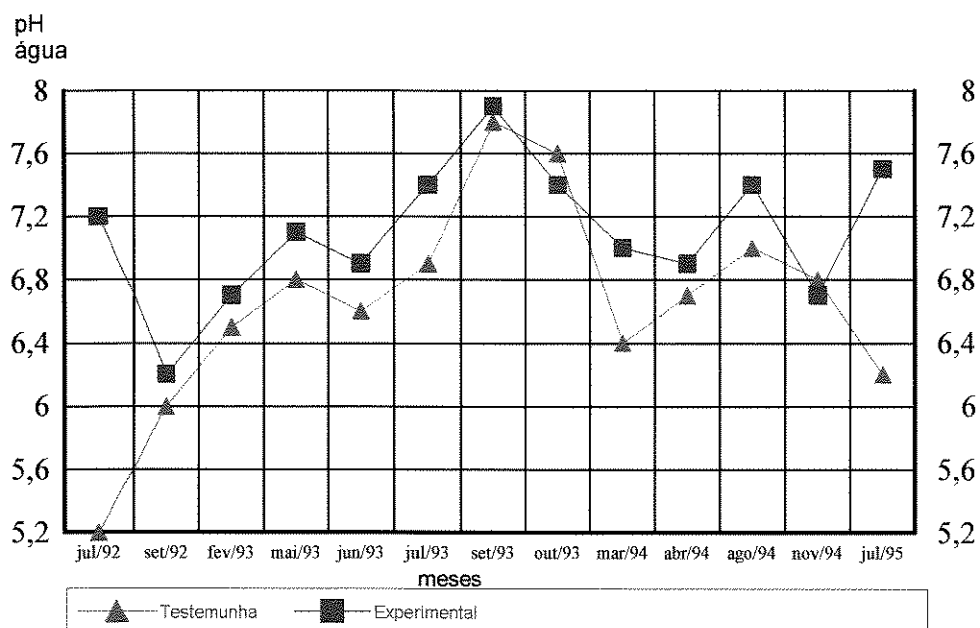


FIGURA 2. B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

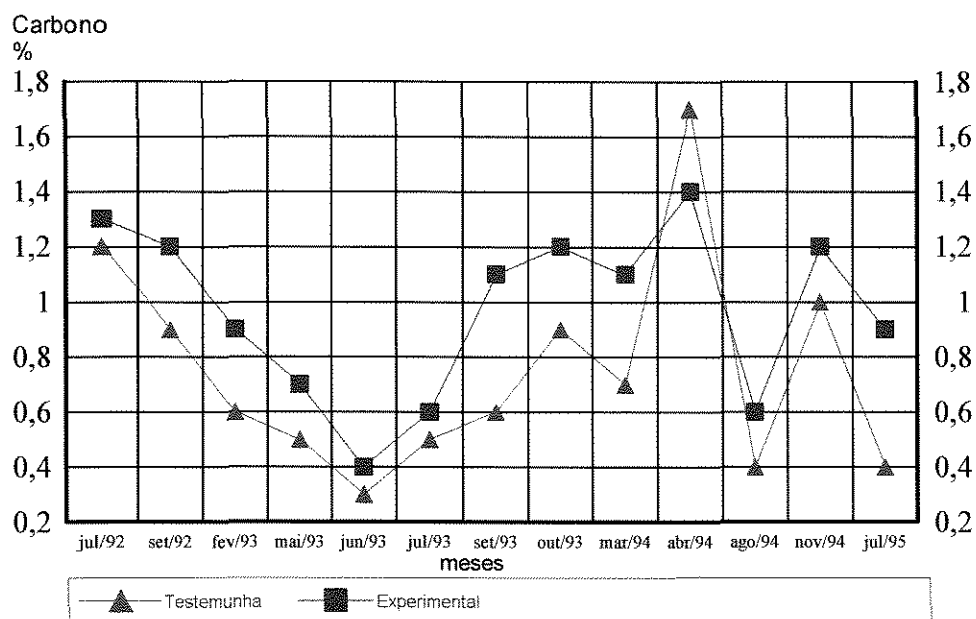


FIGURA 3. B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

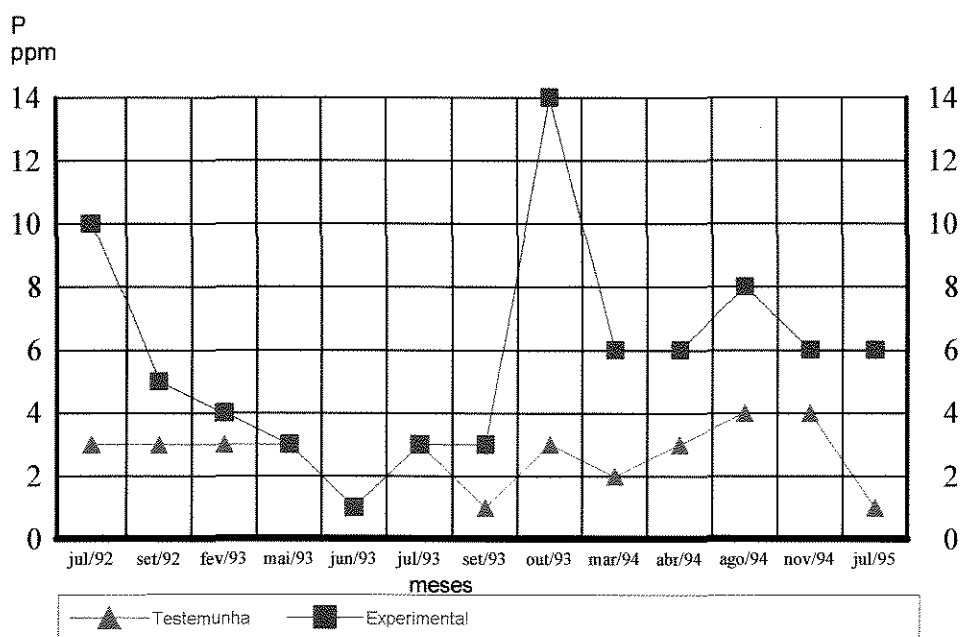


FIGURA 4. B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

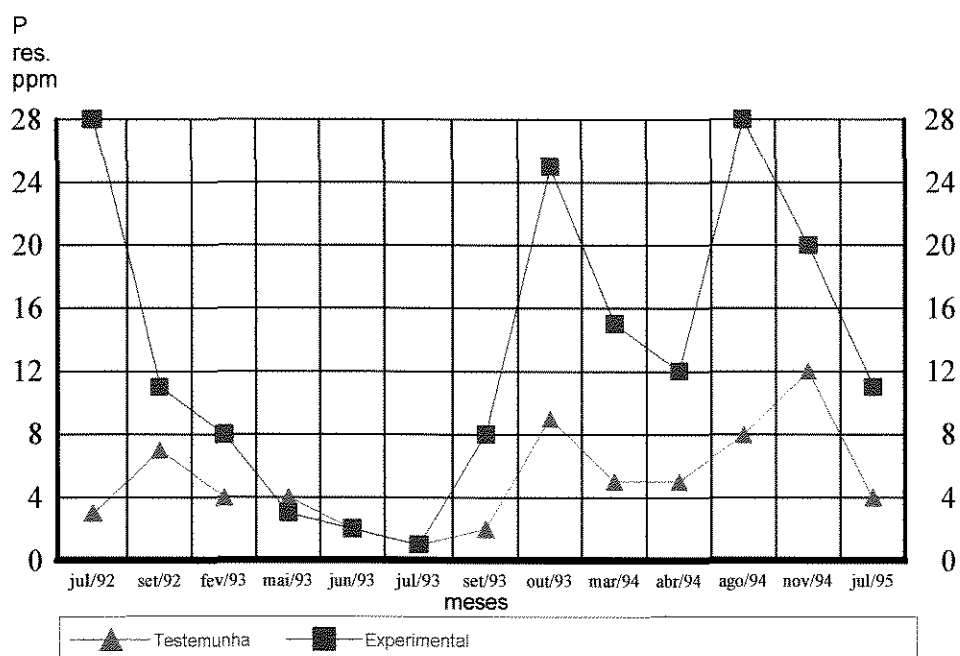


FIGURA 5. B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

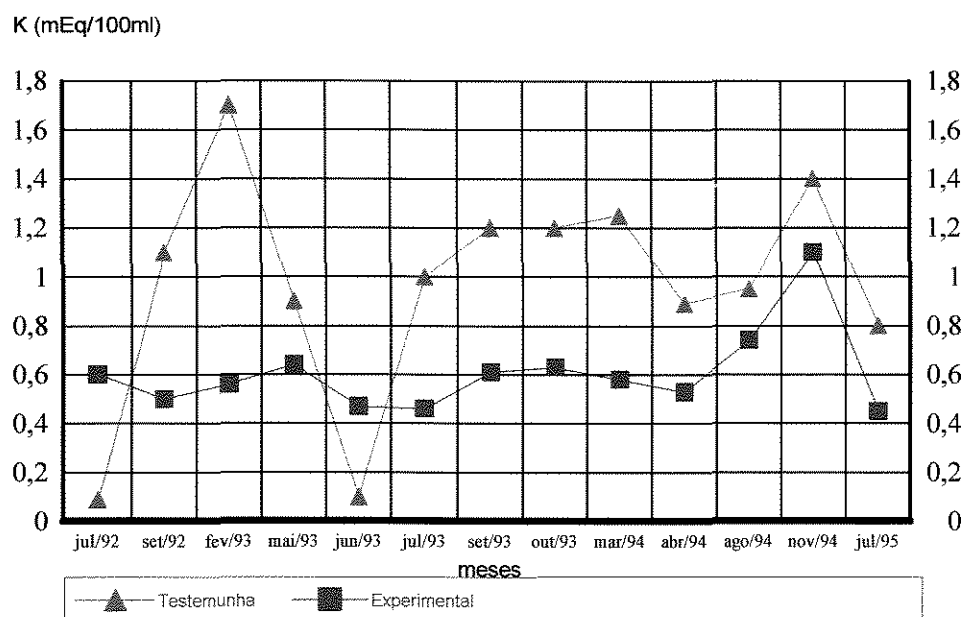


FIGURA 6. B. Comparativo (K mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

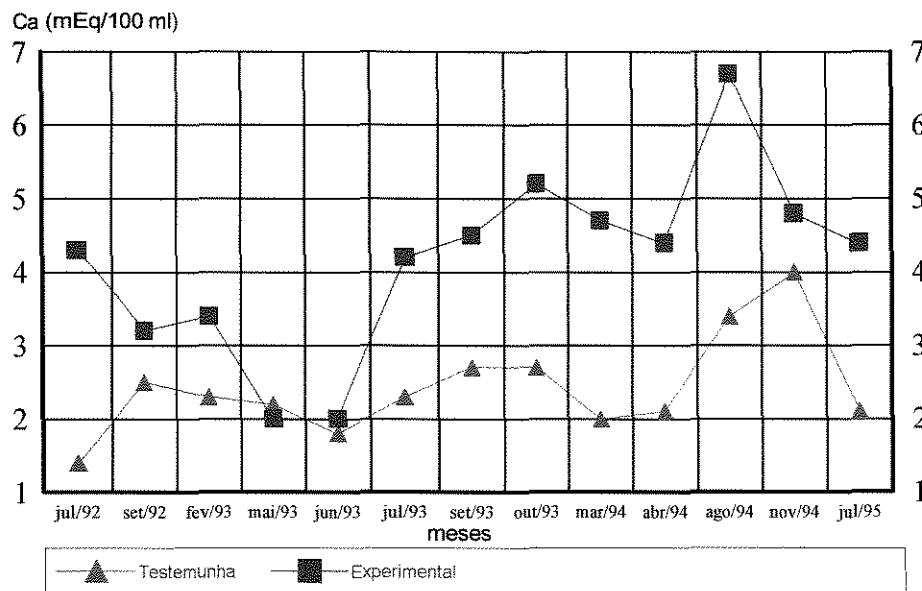


FIGURA 7. B. Comparativo (Ca mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

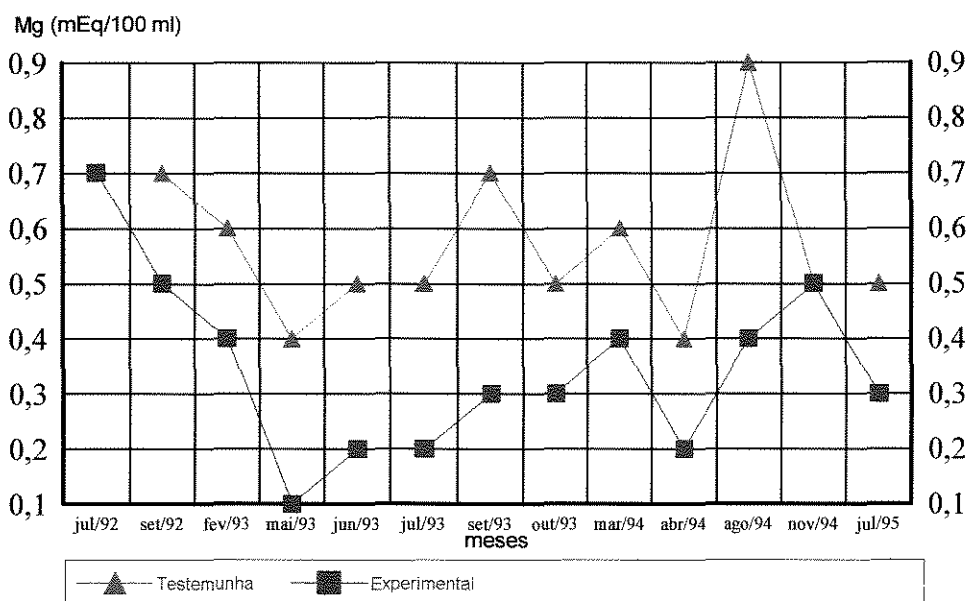


FIGURA 8. B. Comparativo (Mg mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

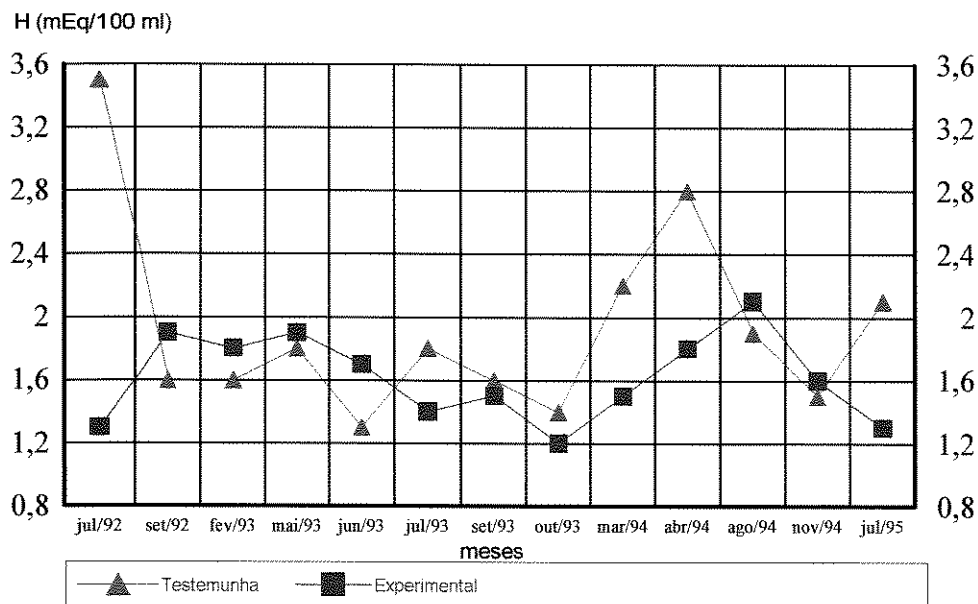


FIGURA 9. B. Comparativo (H mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

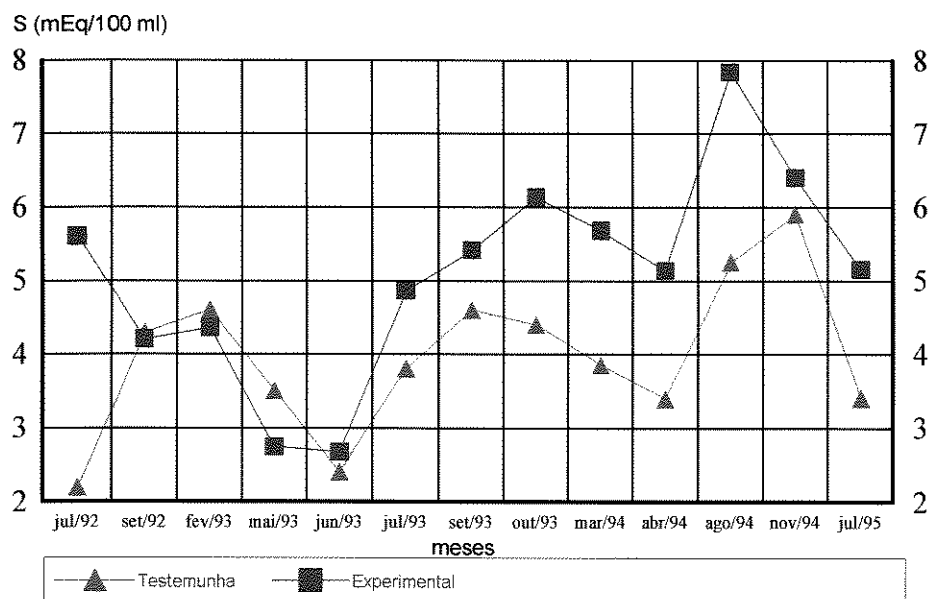


FIGURA 10. B. Comparativo (S mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

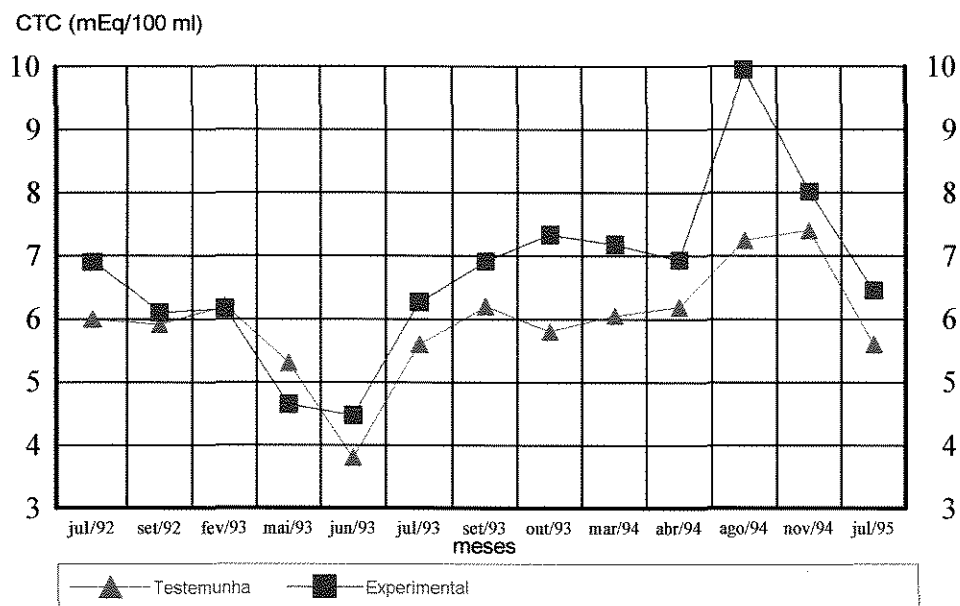


FIGURA 11. B. Comparativo (CTC mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

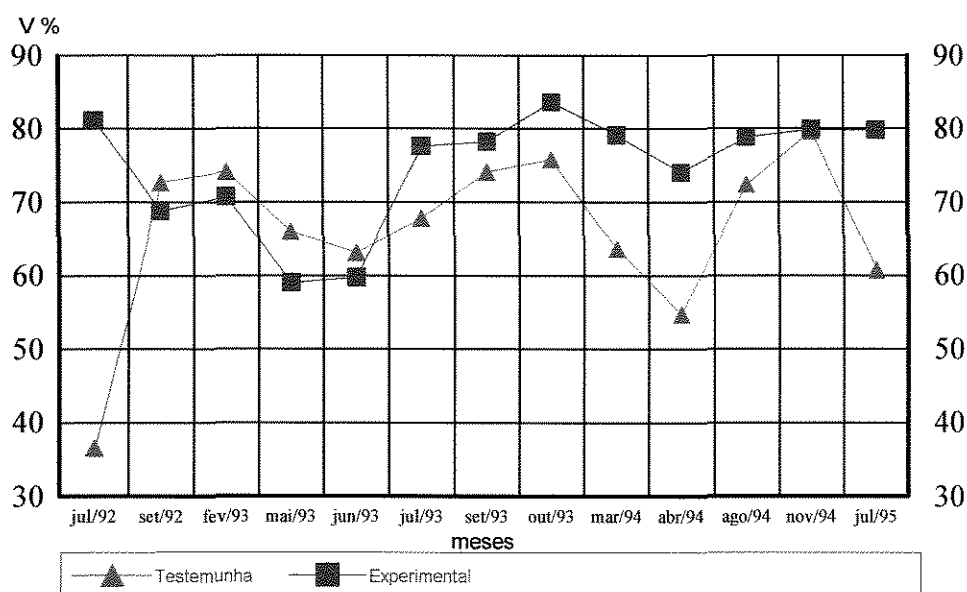


FIGURA 12. B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 0 a 25 cm.

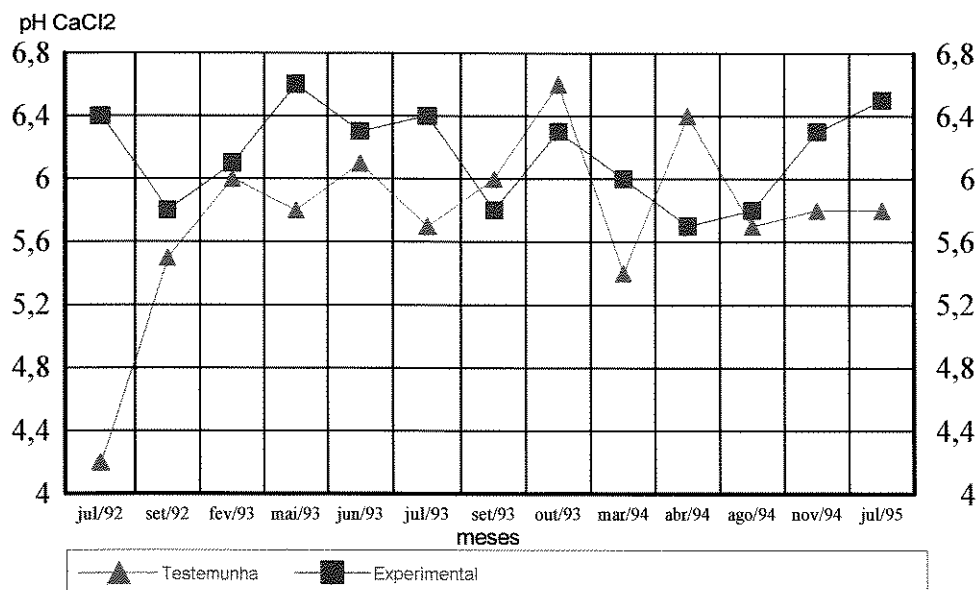


FIGURA 13. B. Comparativo (pH CaCl₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

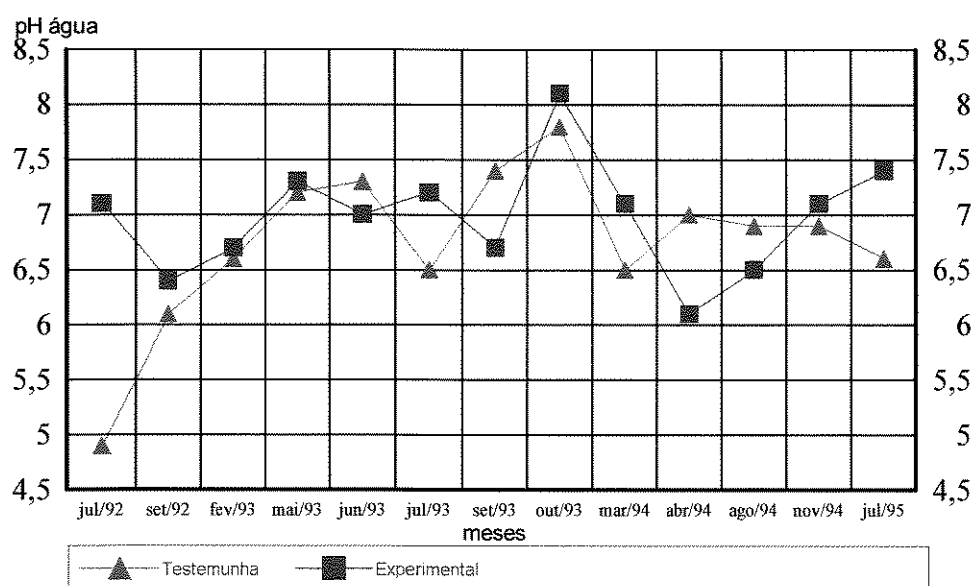


FIGURA 14. B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

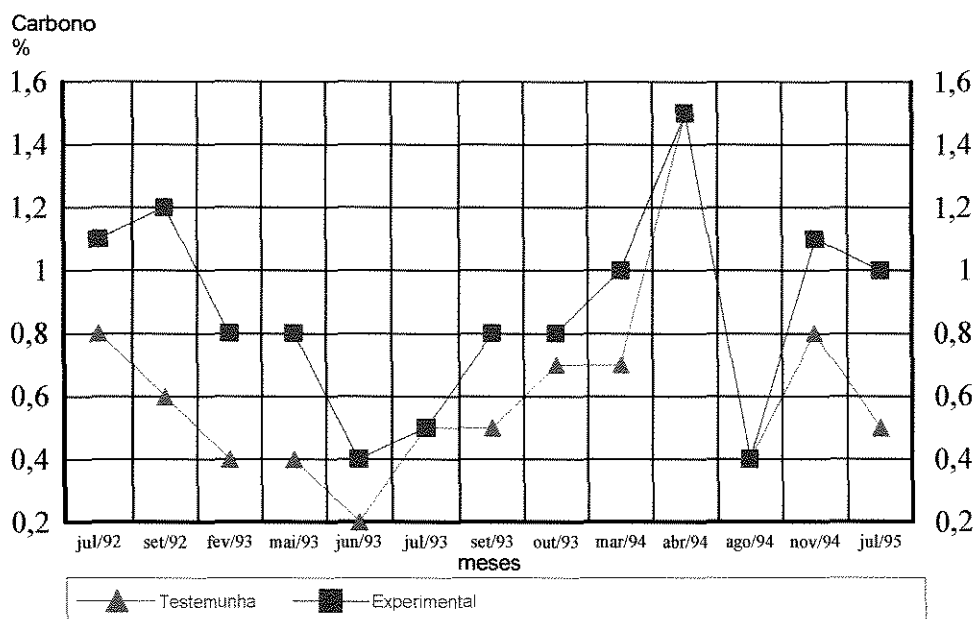


FIGURA 15. B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

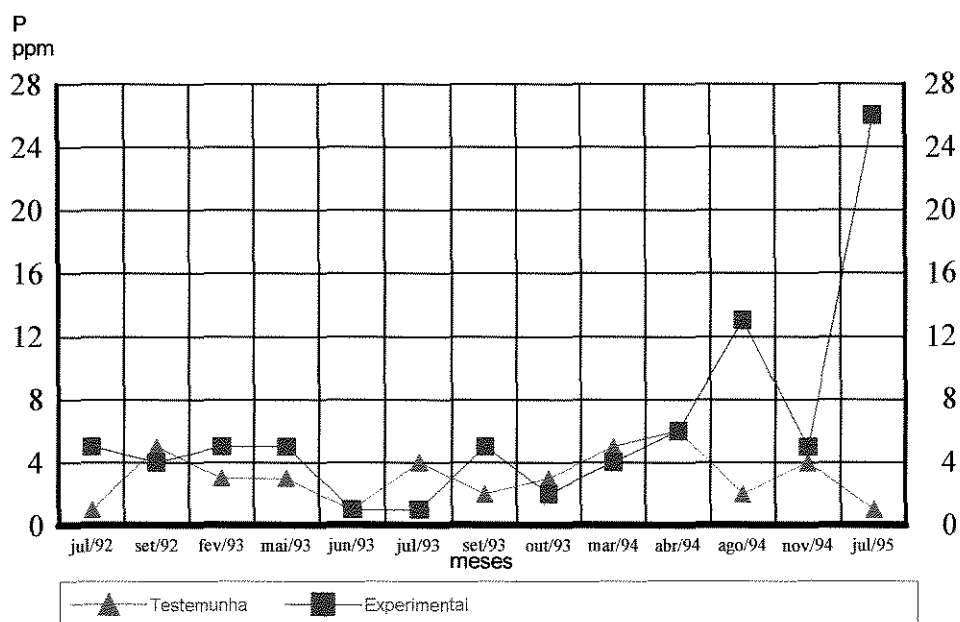


FIGURA 16. B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

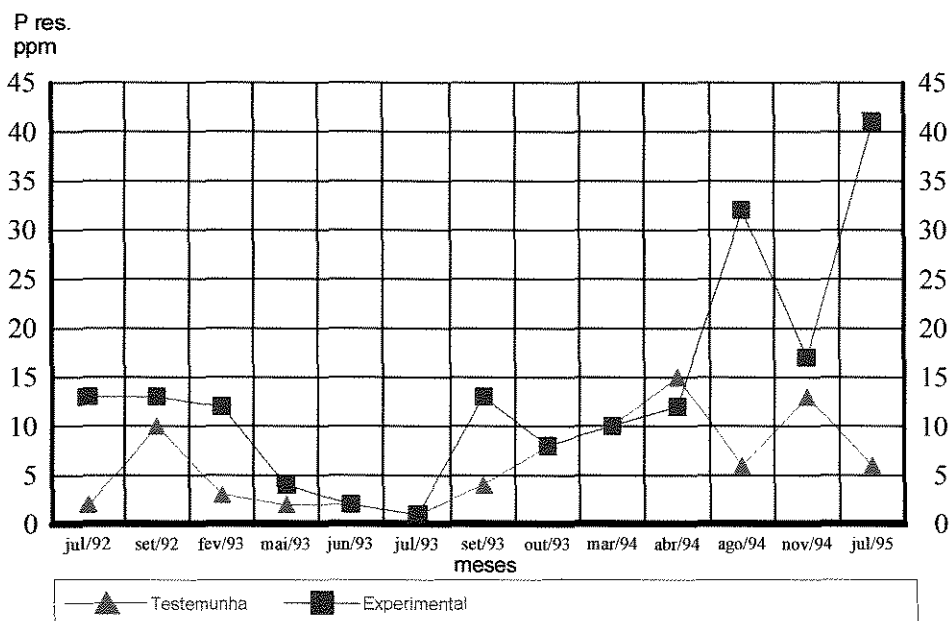


FIGURA 17. B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

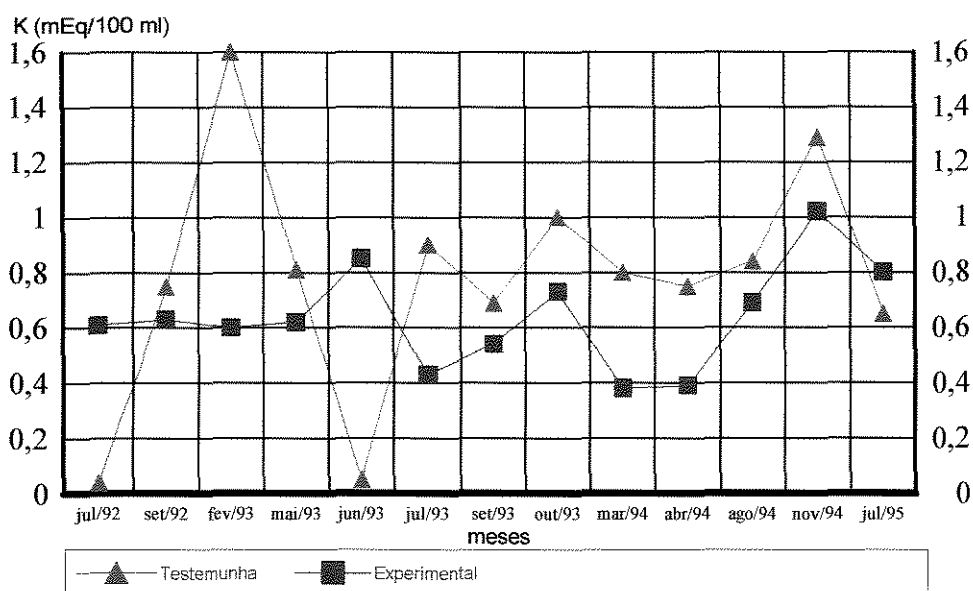


FIGURA 18. B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

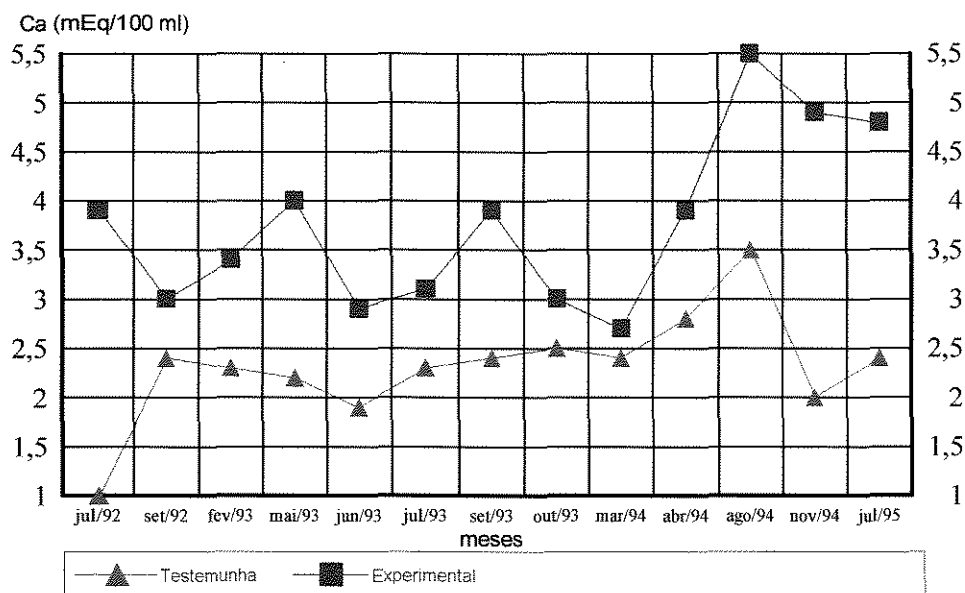


FIGURA 19. B. Comparativo (Ca mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

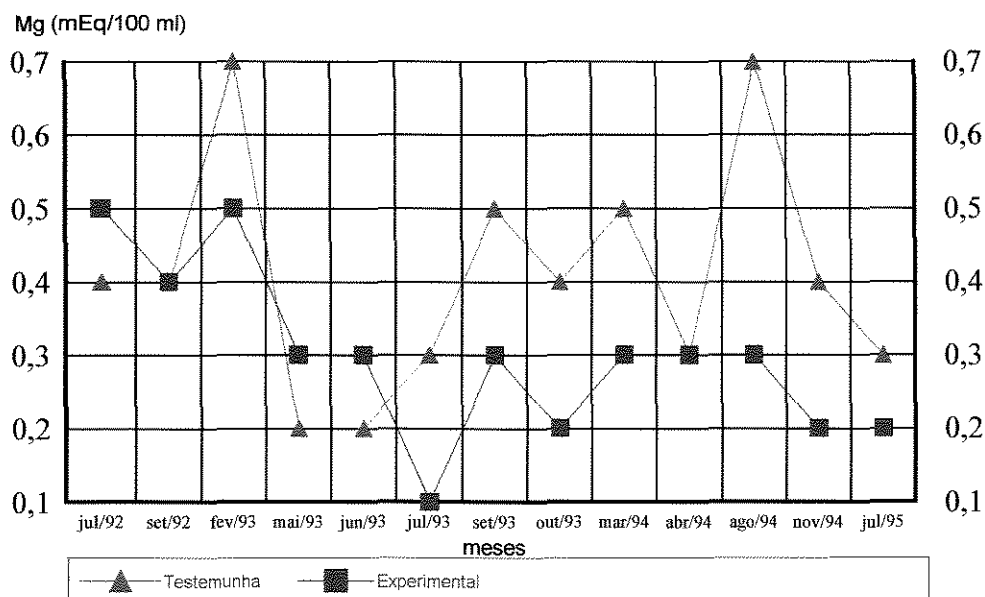


FIGURA 20. B. Comparativo (Mg mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

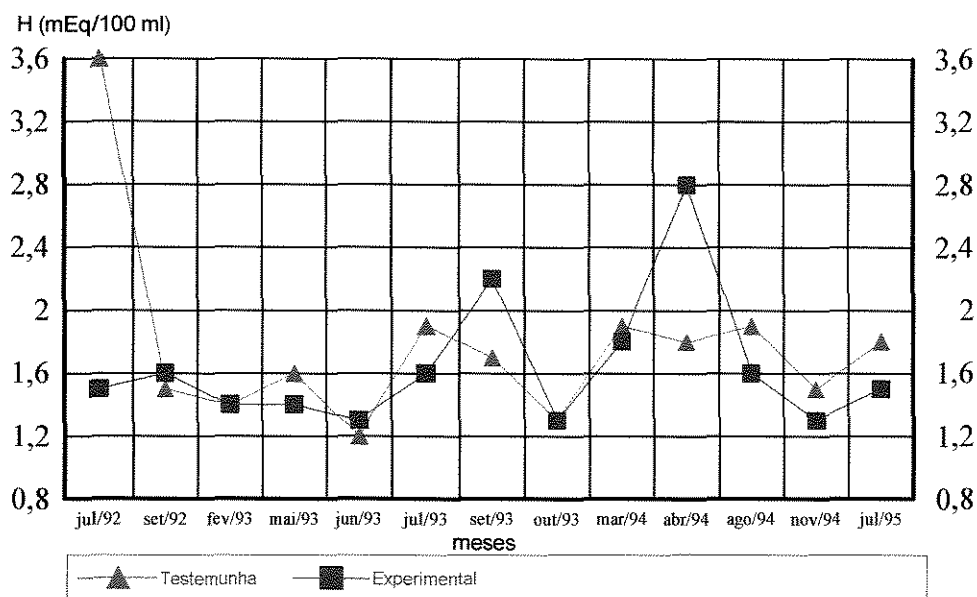


FIGURA 21. B. Comparativo (H mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

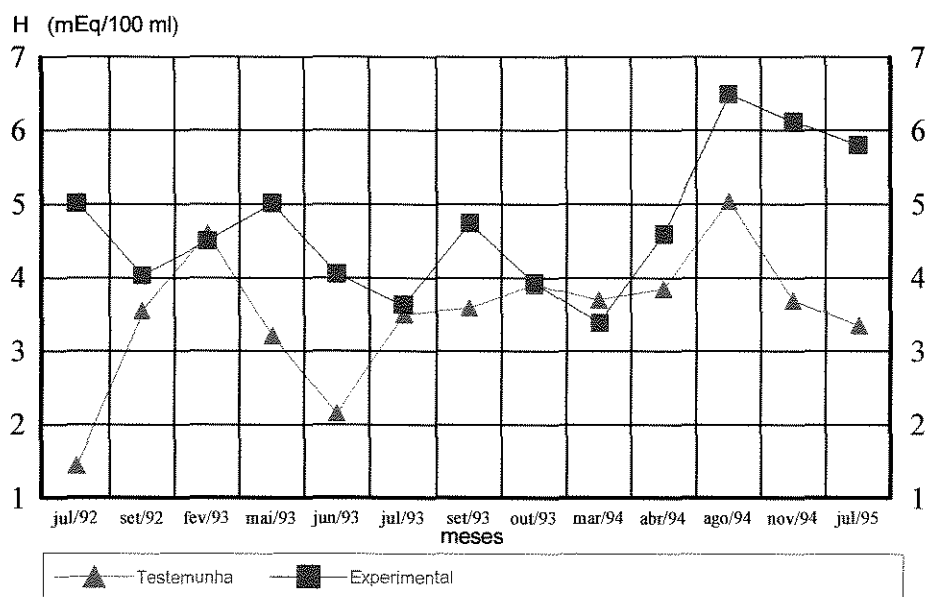


FIGURA 22. B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

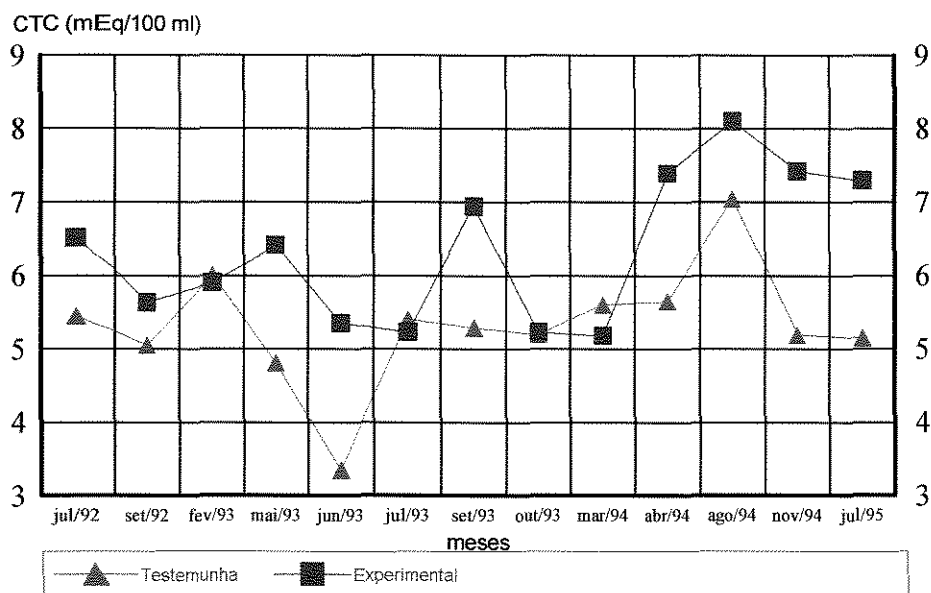


FIGURA 23. B. Comparativo (CTC mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

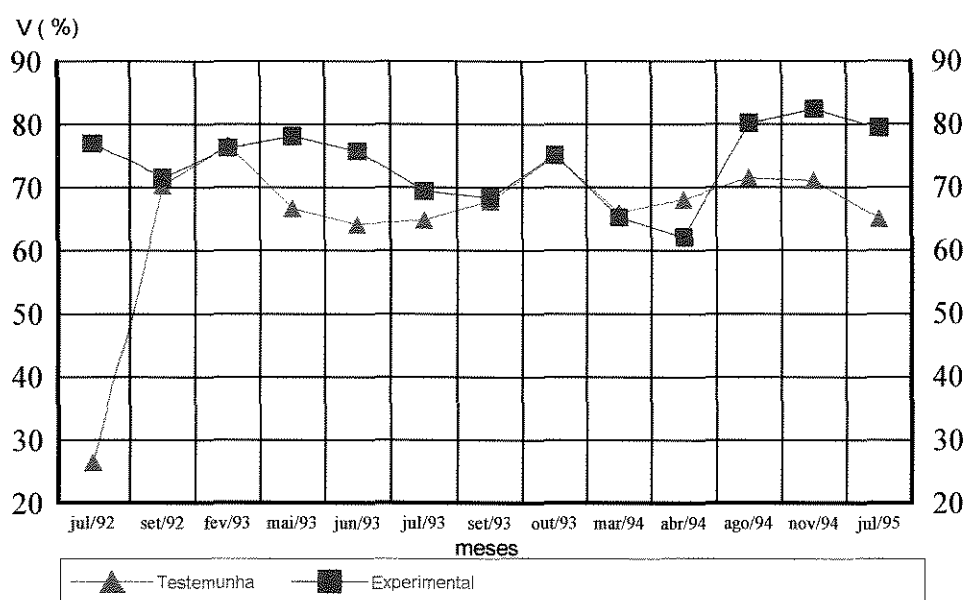


FIGURA 24. B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 25 a 50 cm.

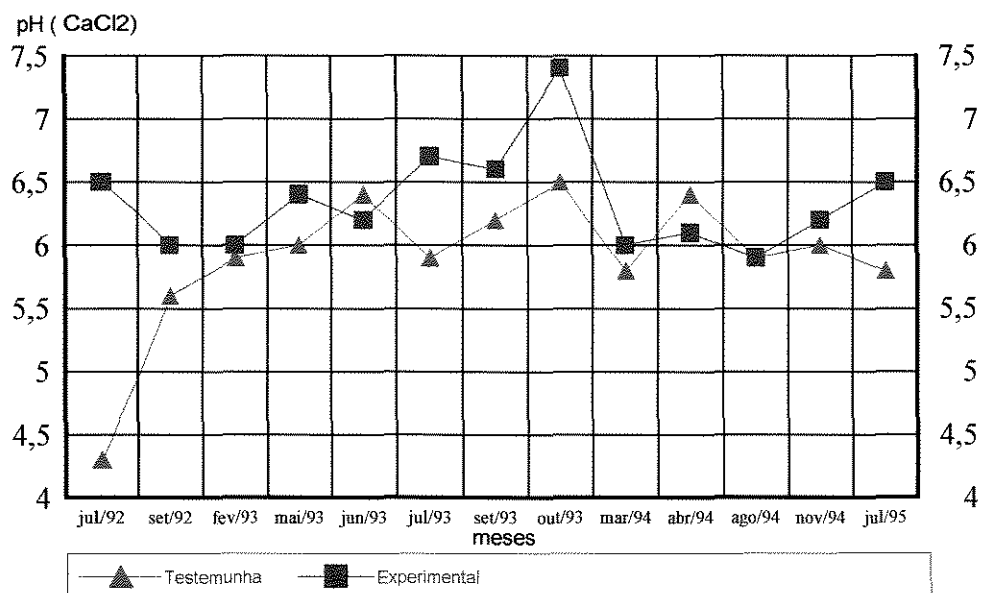


FIGURA 25. B. Comparativo (pH CaCl₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

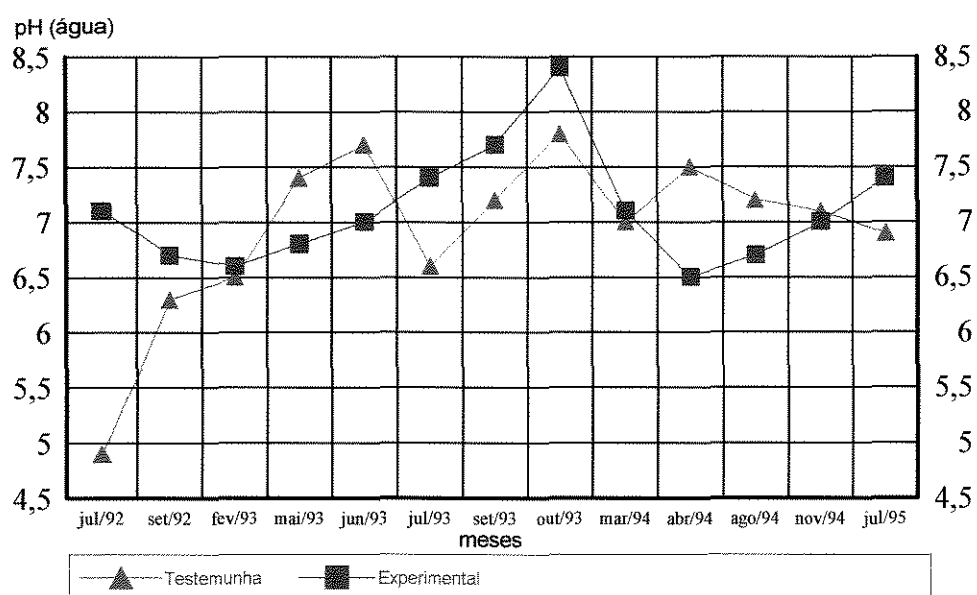


FIGURA 26. B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

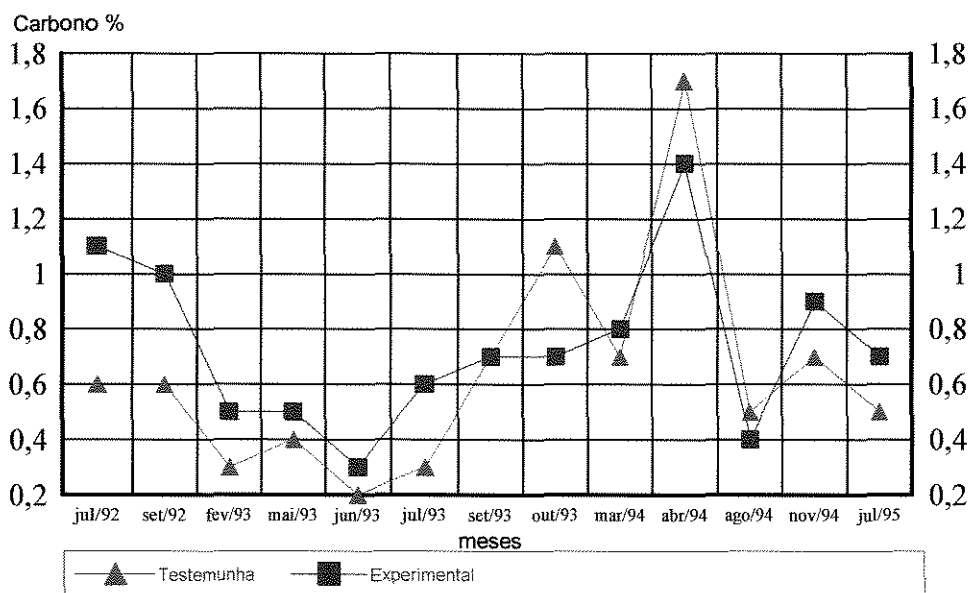


FIGURA 27. B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

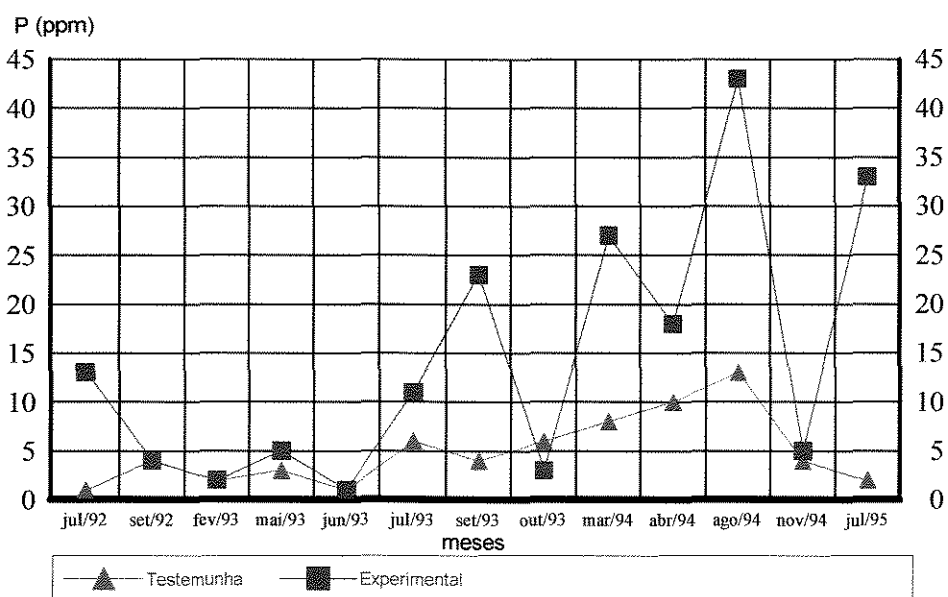


FIGURA 28. B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

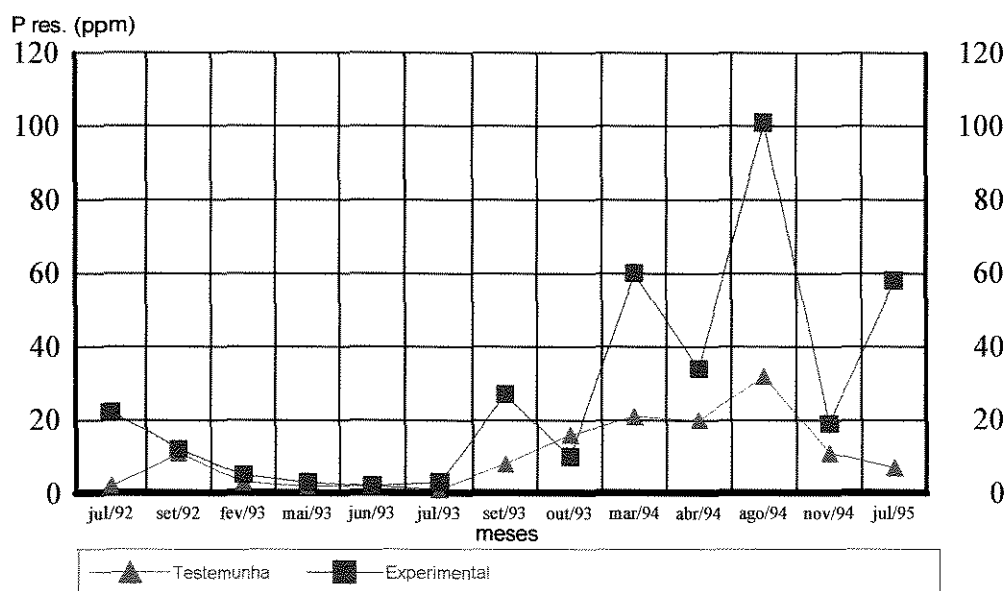


FIGURA 29. B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

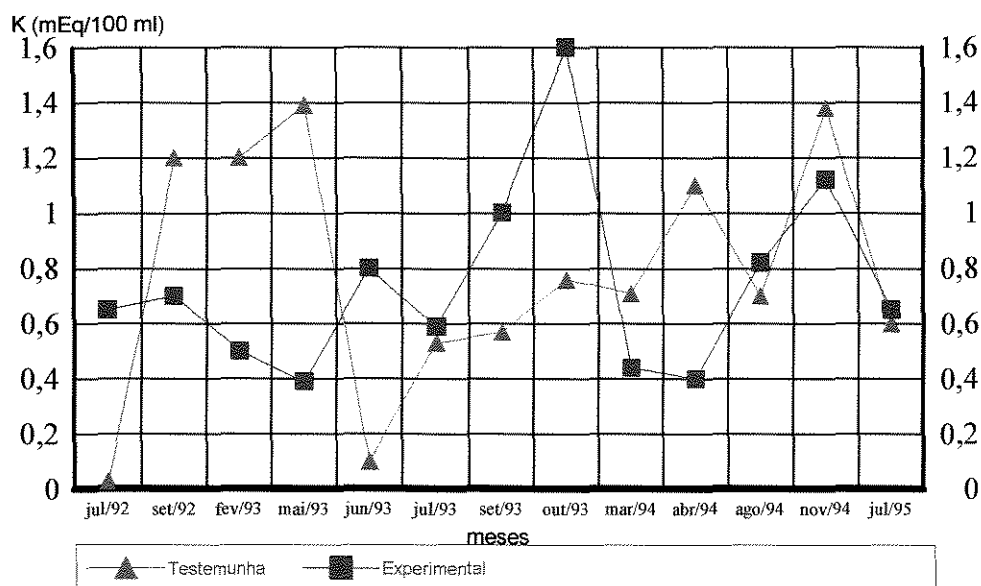


FIGURA 30. B. Comparativo (K mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

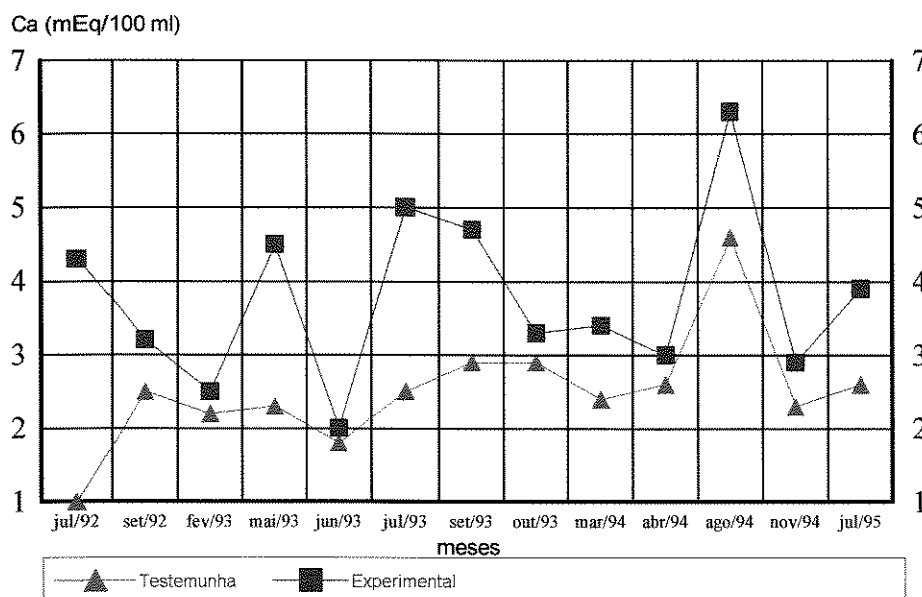


FIGURA 31. B. Comparativo (Ca mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

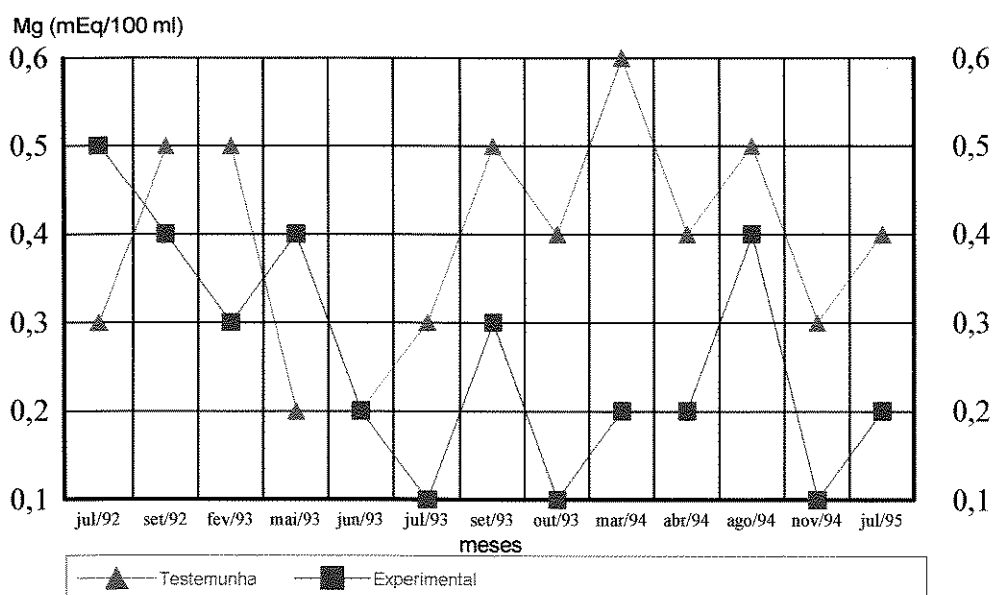


FIGURA 32. B. Comparativo (Mg mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

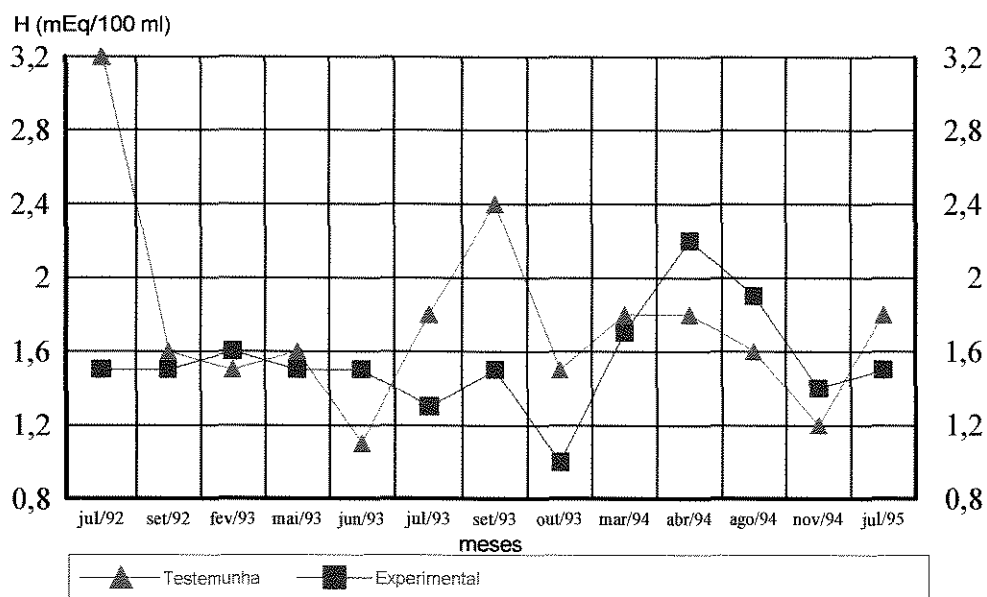


FIGURA 33. B. Comparativo (H mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

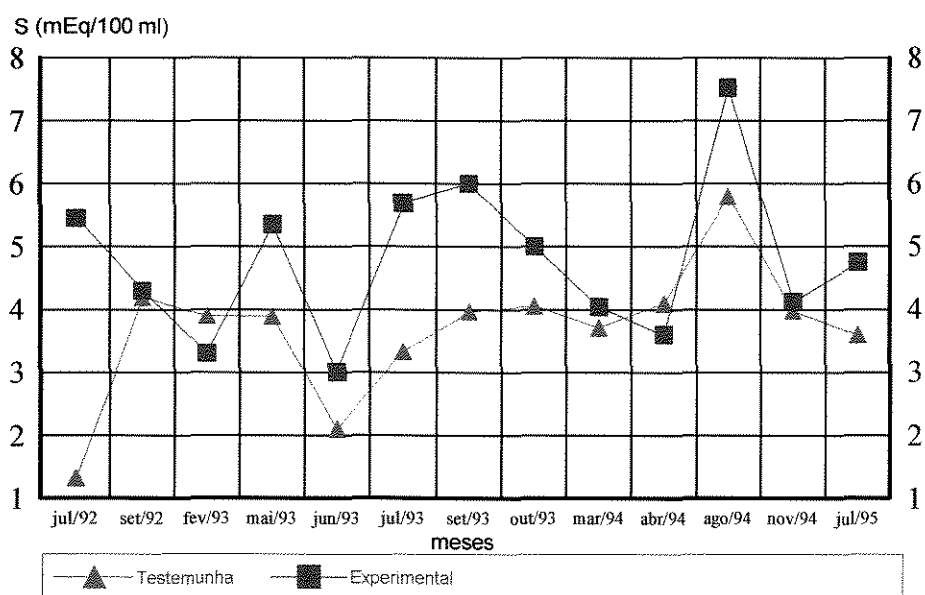


FIGURA 34. B. Comparativo (S mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

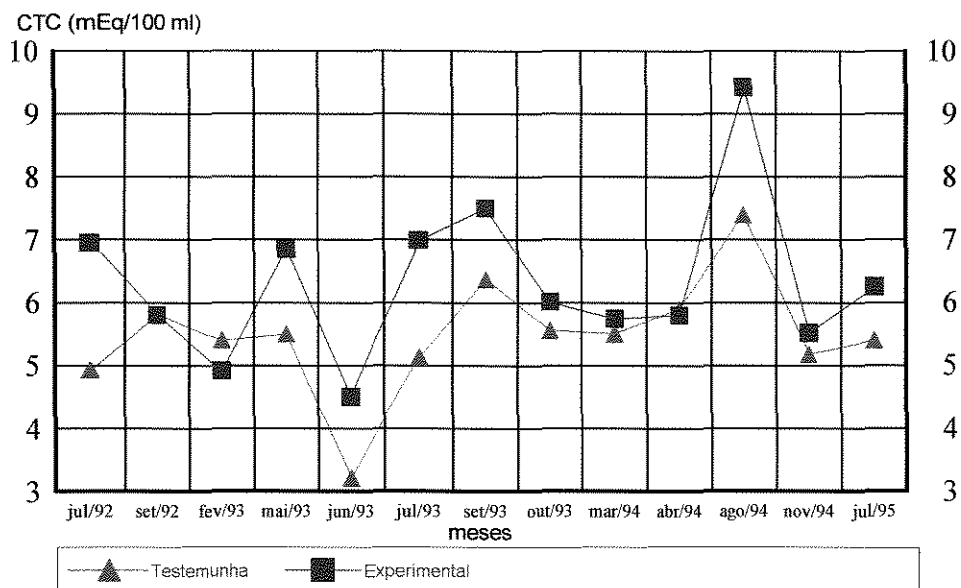


FIGURA 35. B. Comparativo (CTC mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

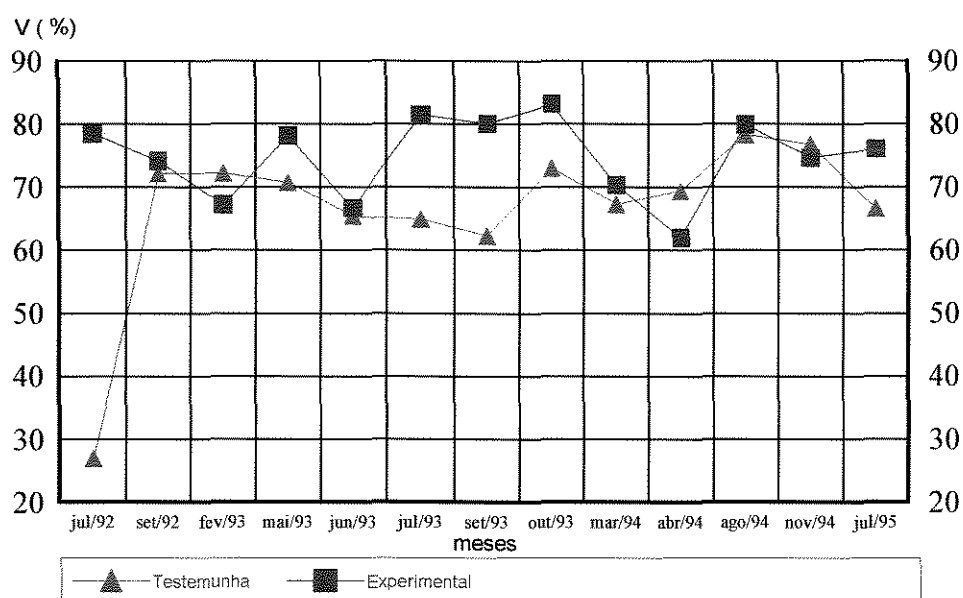


FIGURA 36. B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 50 a 75 cm.

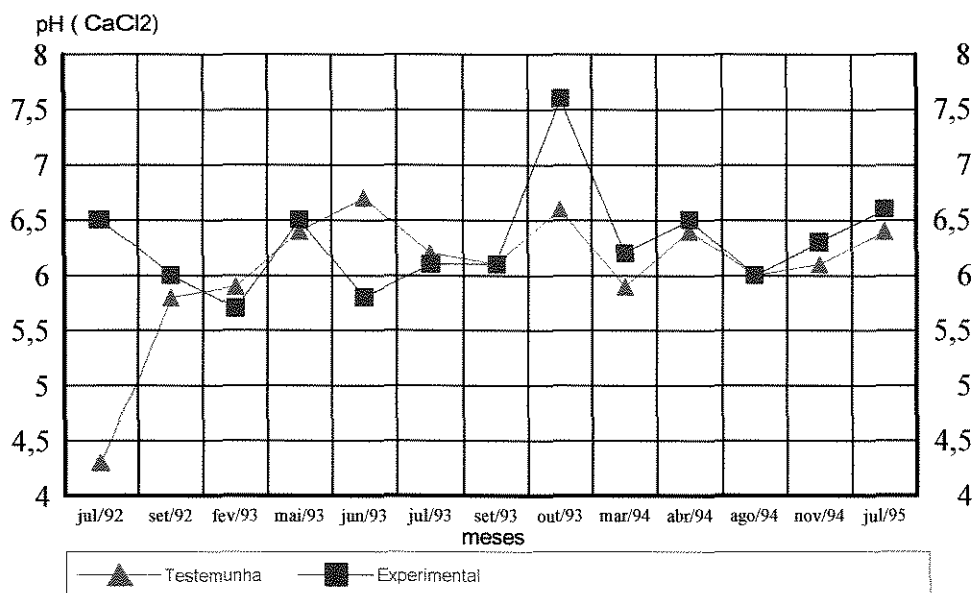


FIGURA 37. B. Comparativo (pH CaCl₂) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

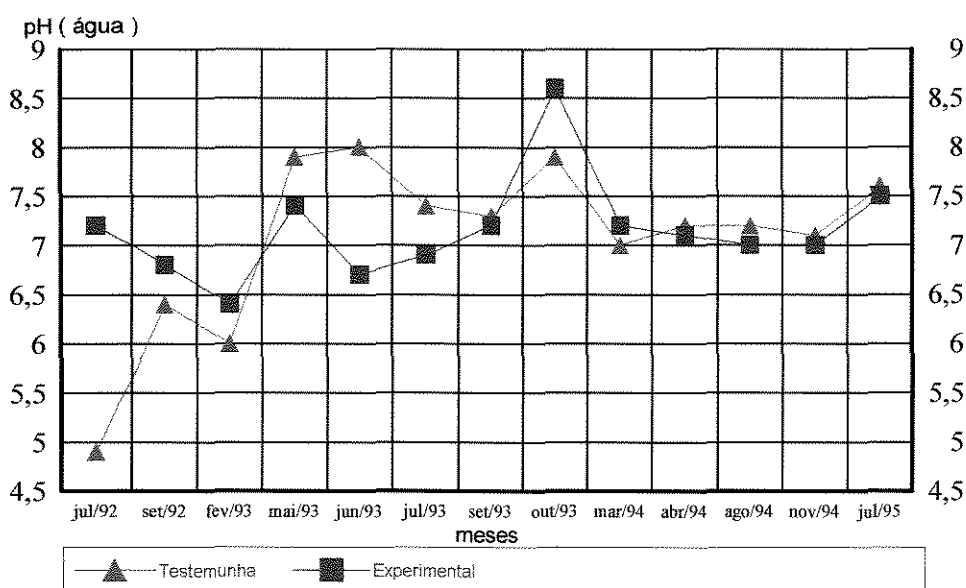


FIGURA 38. B. Comparativo (pH Água) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

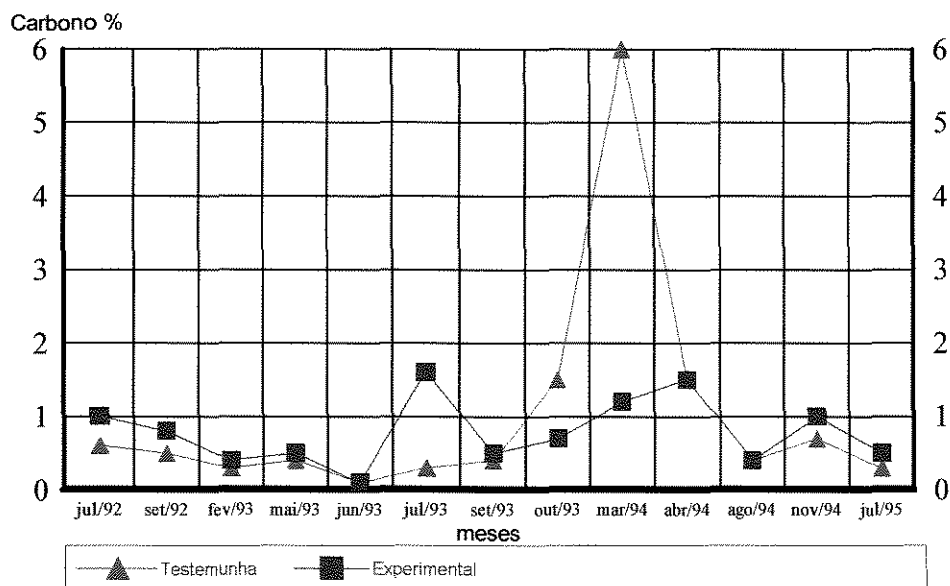


FIGURA 39. B. Comparativo (Carbono %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

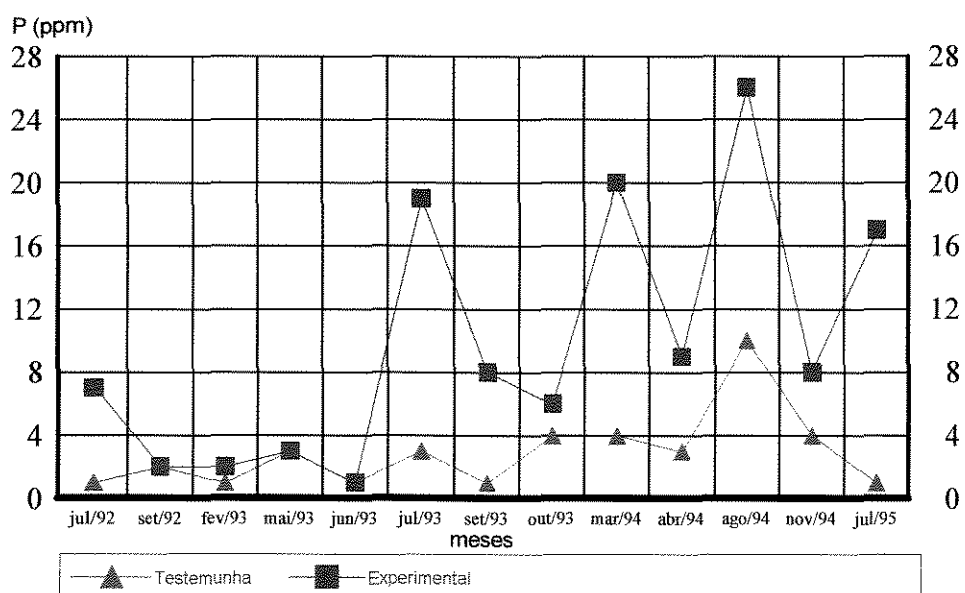


FIGURA 40. B. Comparativo (P ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

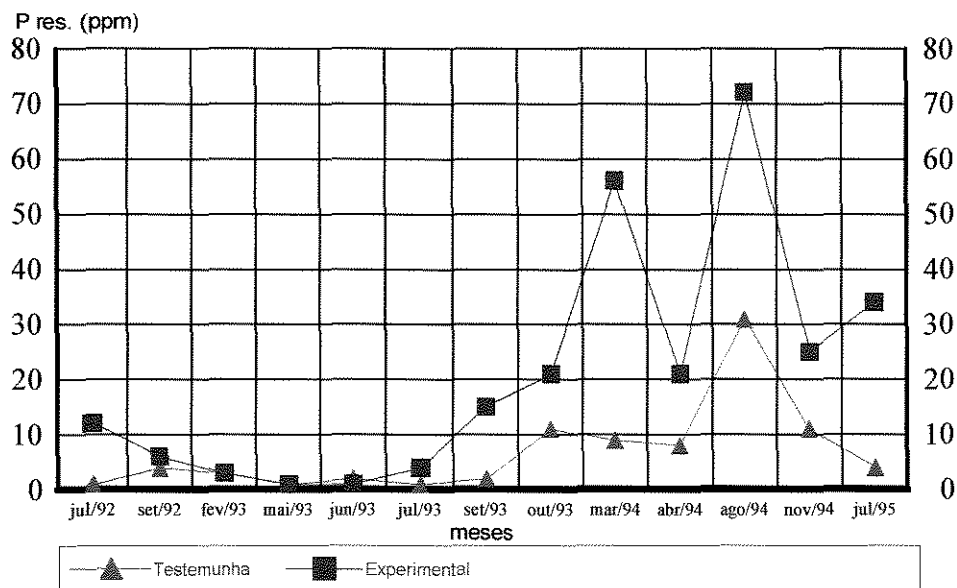


FIGURA 41. B. Comparativo (P res ppm) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

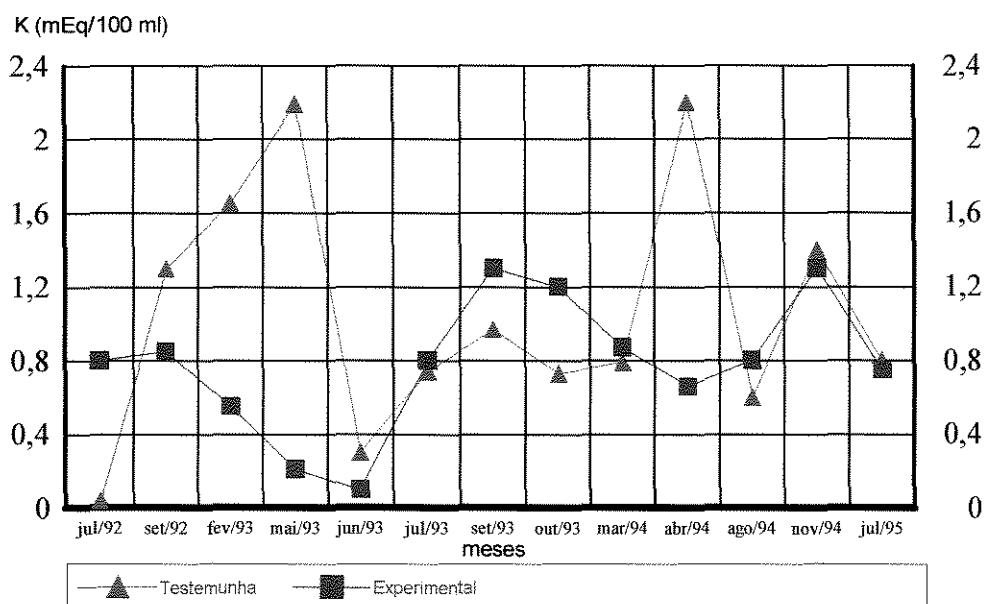


FIGURA 42. B. Comparativo (K mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

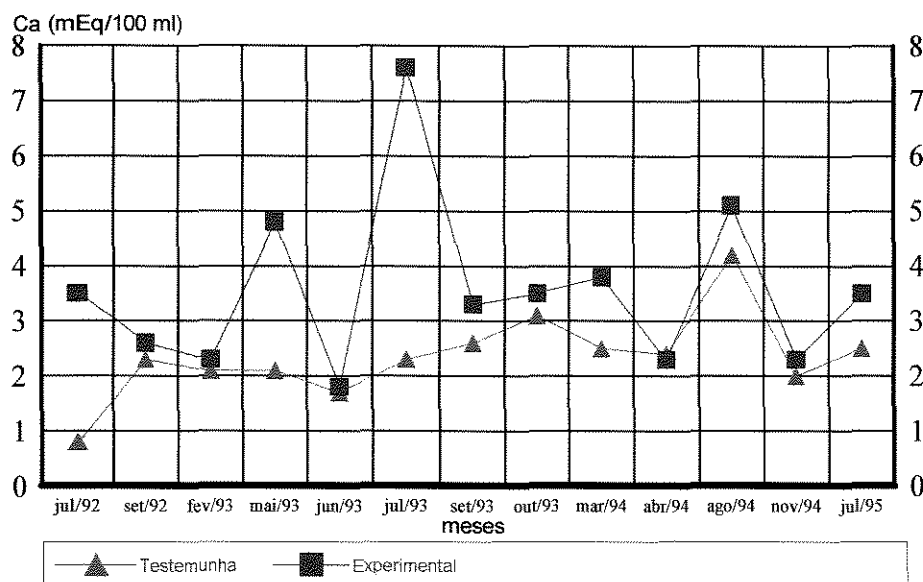


FIGURA 43. B. Comparativo (Ca mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

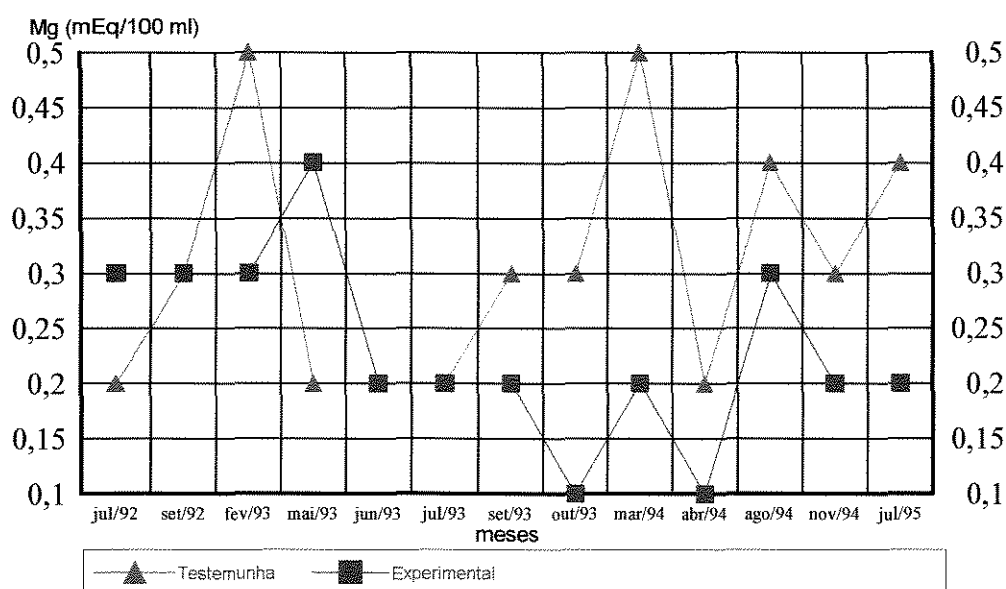


FIGURA 44. B. Comparativo (Mg mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

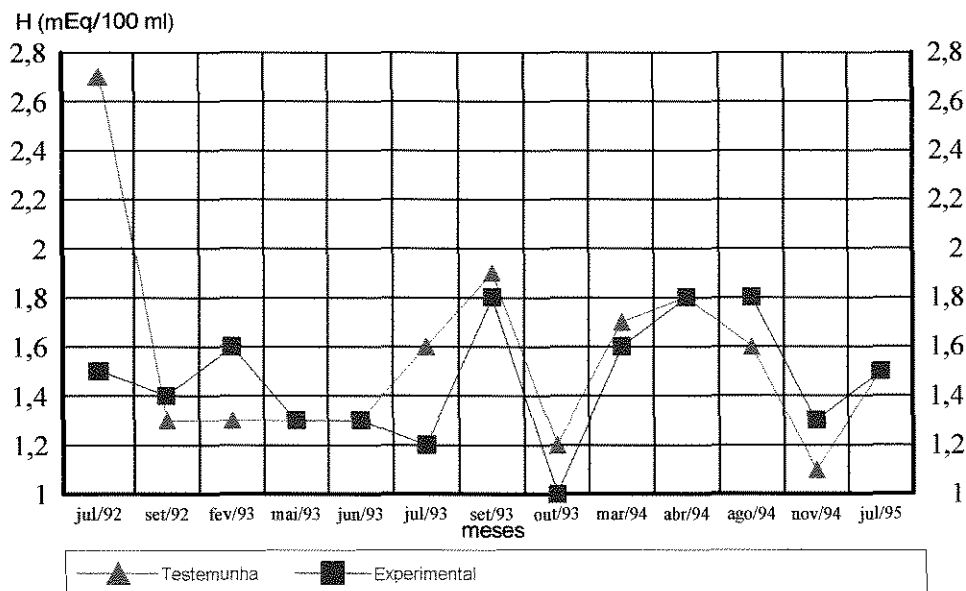


FIGURA 45. B. Comparativo (H mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

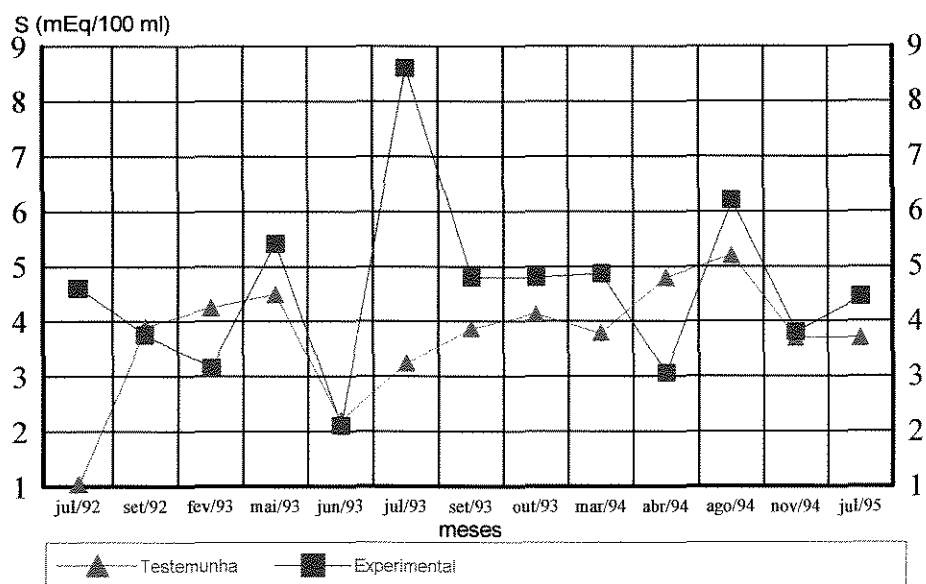


FIGURA 46. B. Comparativo (S mEq/100 mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

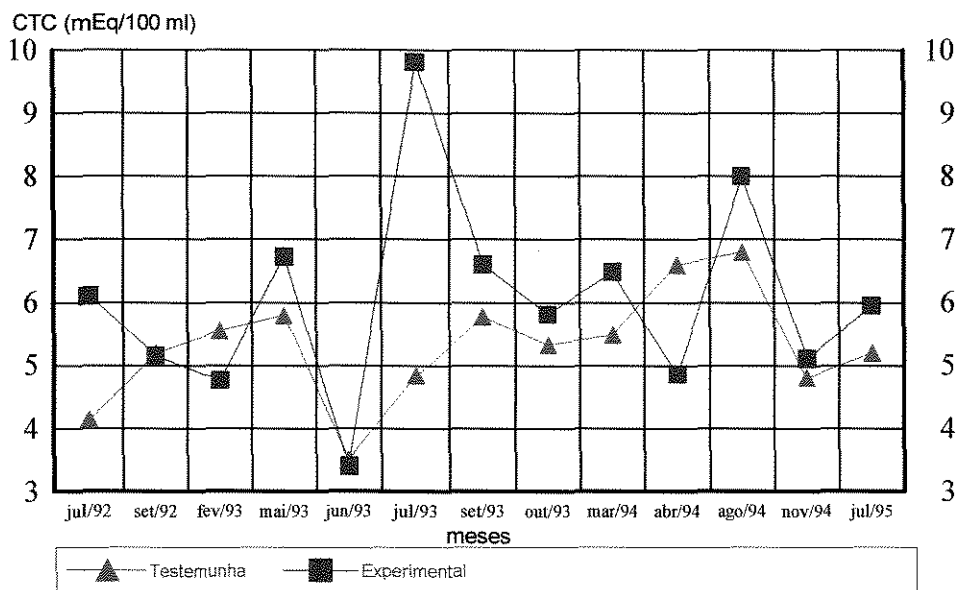


FIGURA 47. B. Comparativo (CTC mEq/100mL) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

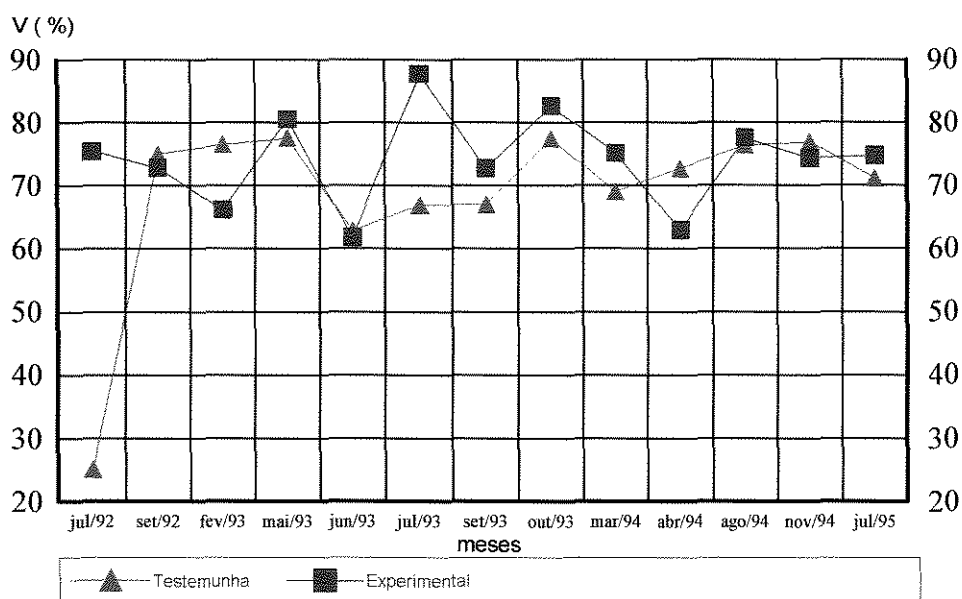


FIGURA 48. B. Comparativo (V %) do Solo das Áreas Experimental e Testemunha na Profundidade de 75 a 100 cm.

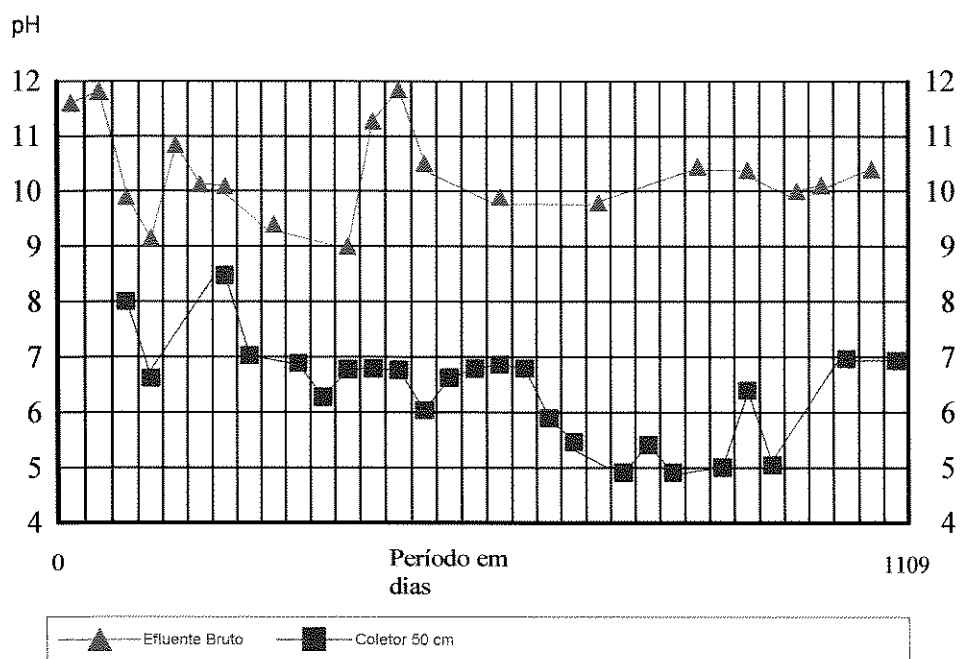


FIGURA 49. B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

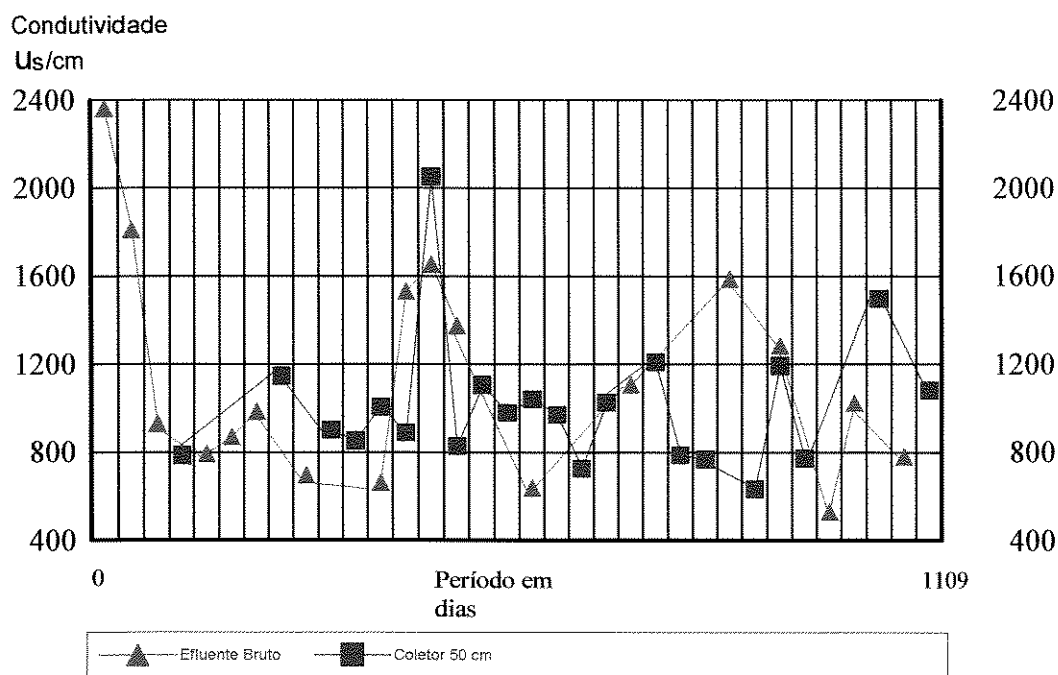


FIGURA 50. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

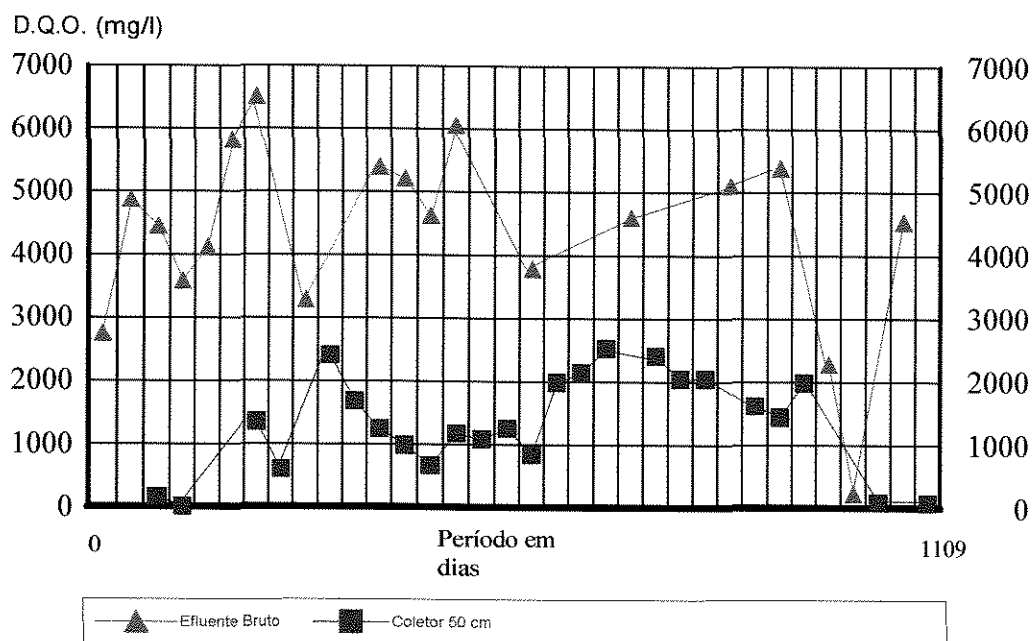


FIGURA 51.B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

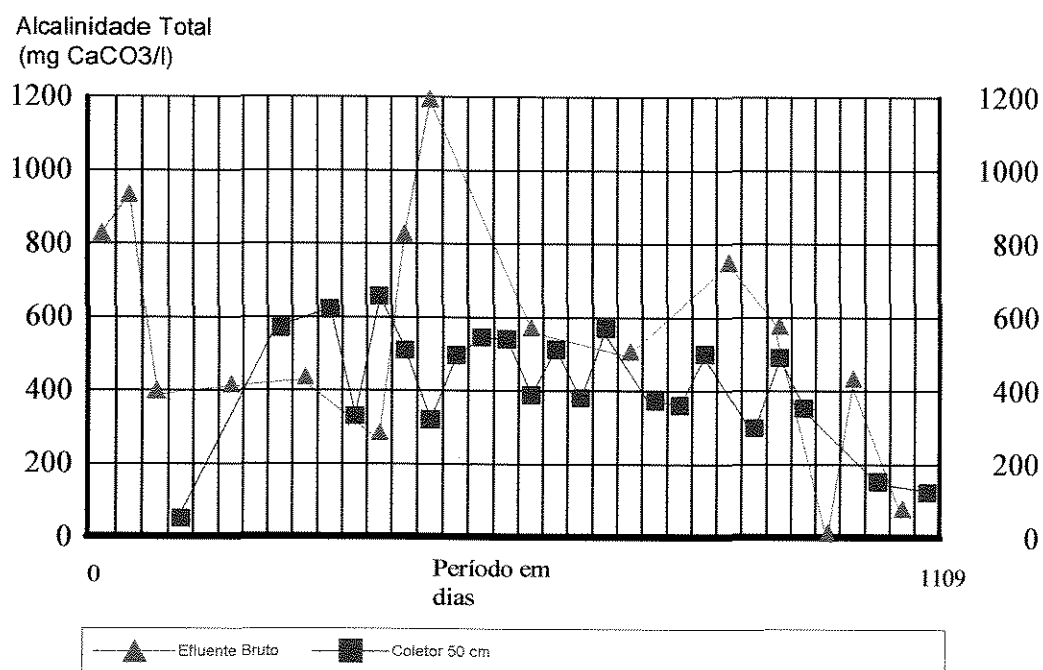


FIGURA 52. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO₃/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

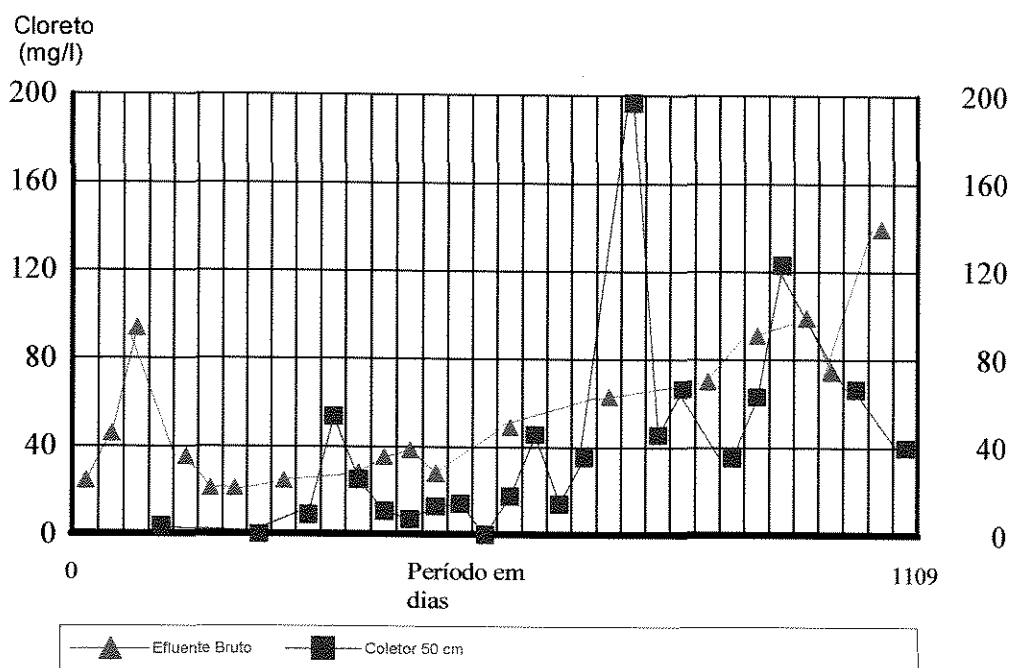


FIGURA 53. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

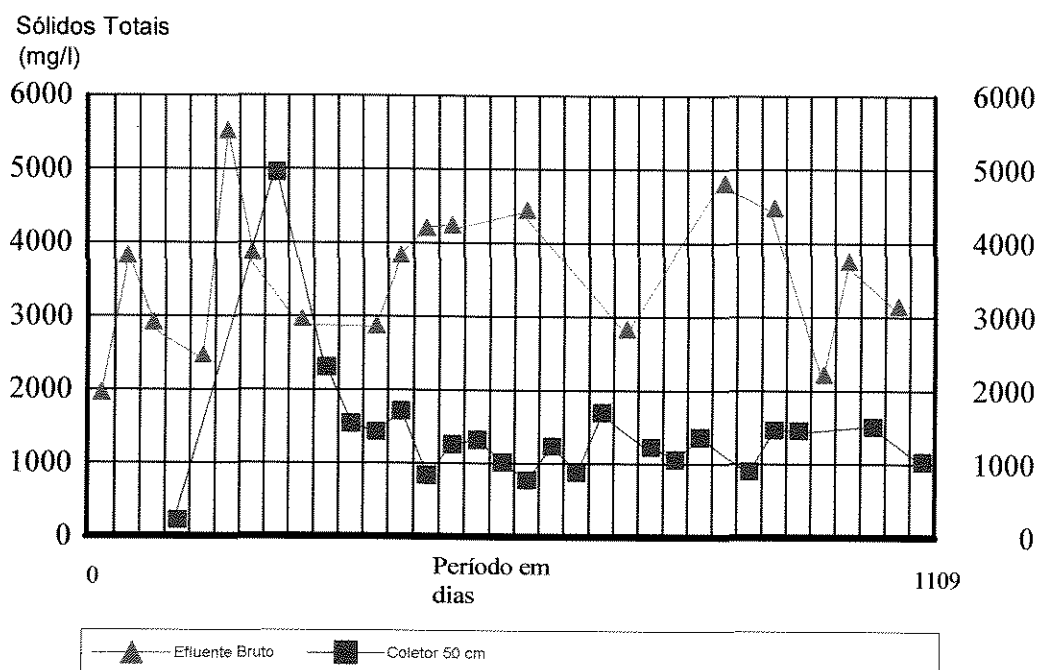


FIGURA 54. B. Comparativo de Solidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

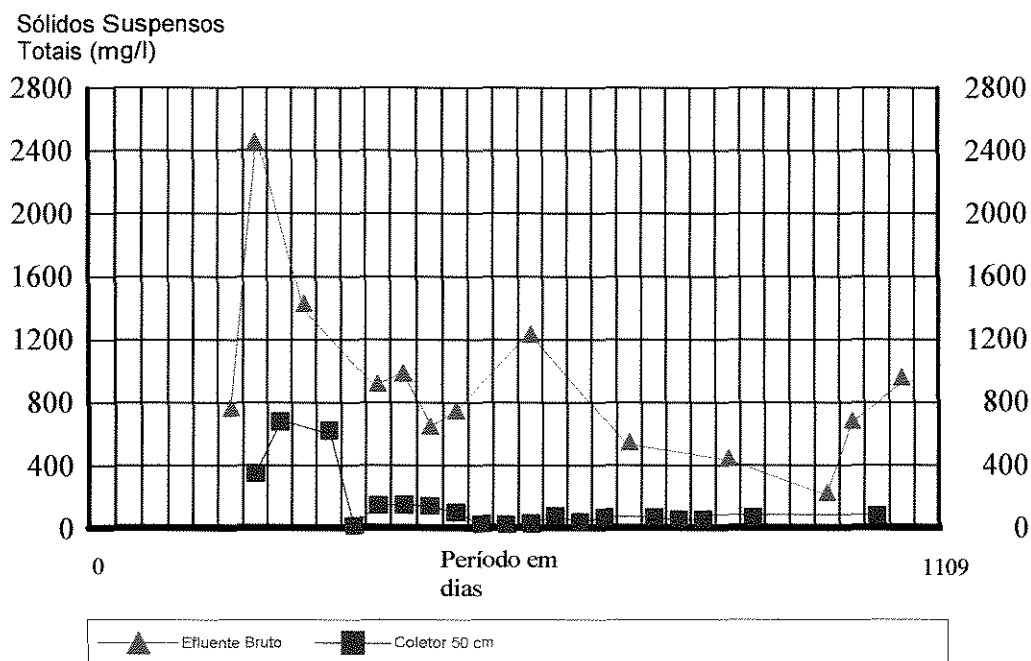


FIGURA 55. B.Comparativo de Solidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 50 cm.

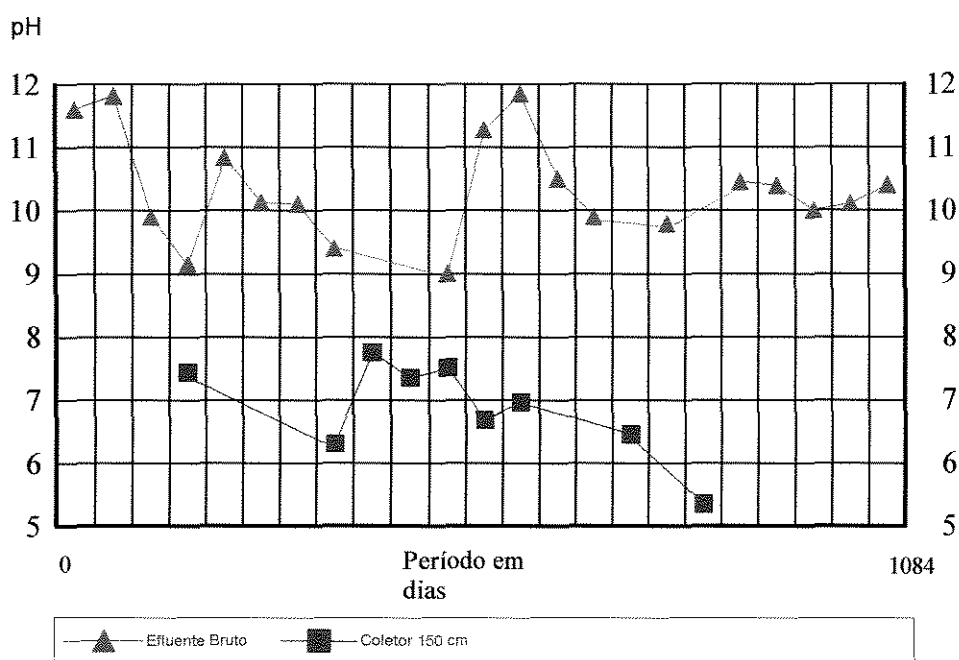


FIGURA 56. B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

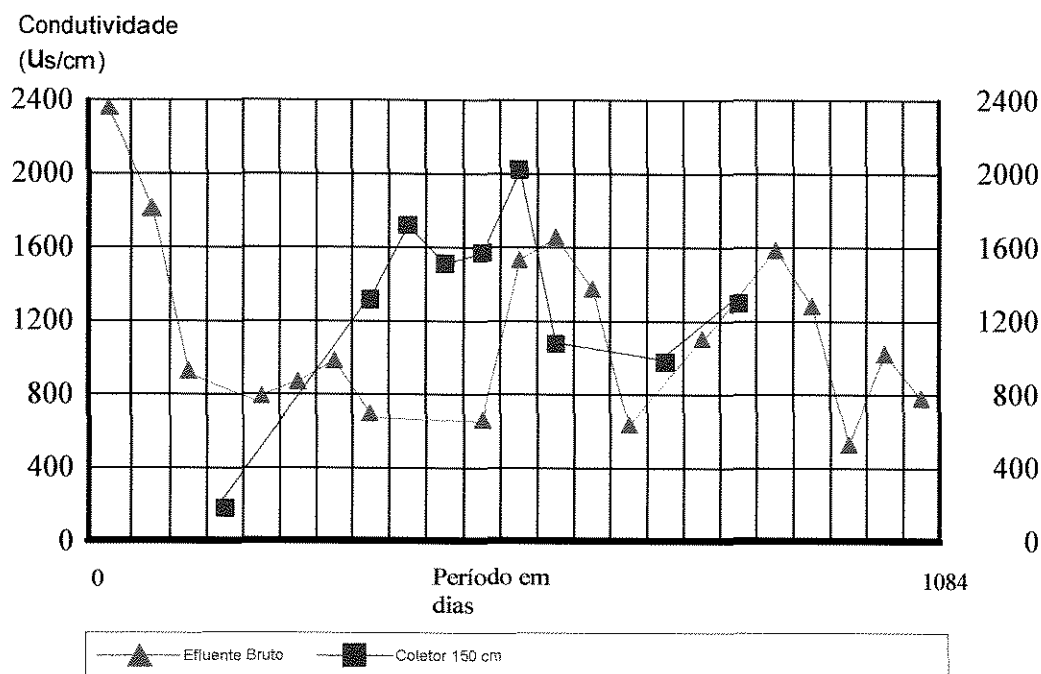


FIGURA 57. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

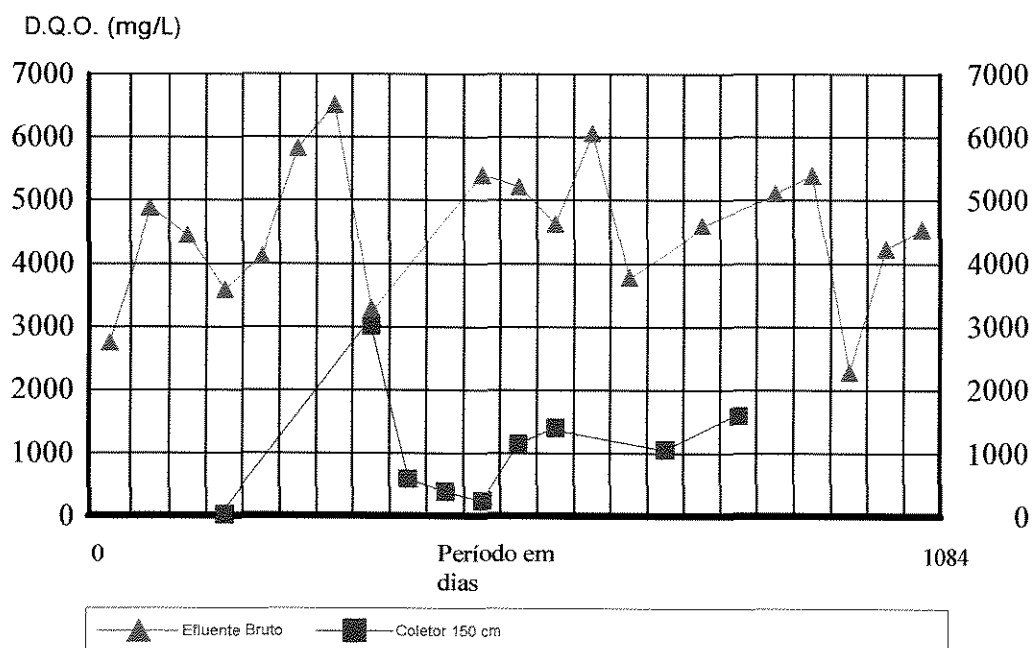


FIGURA 58. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

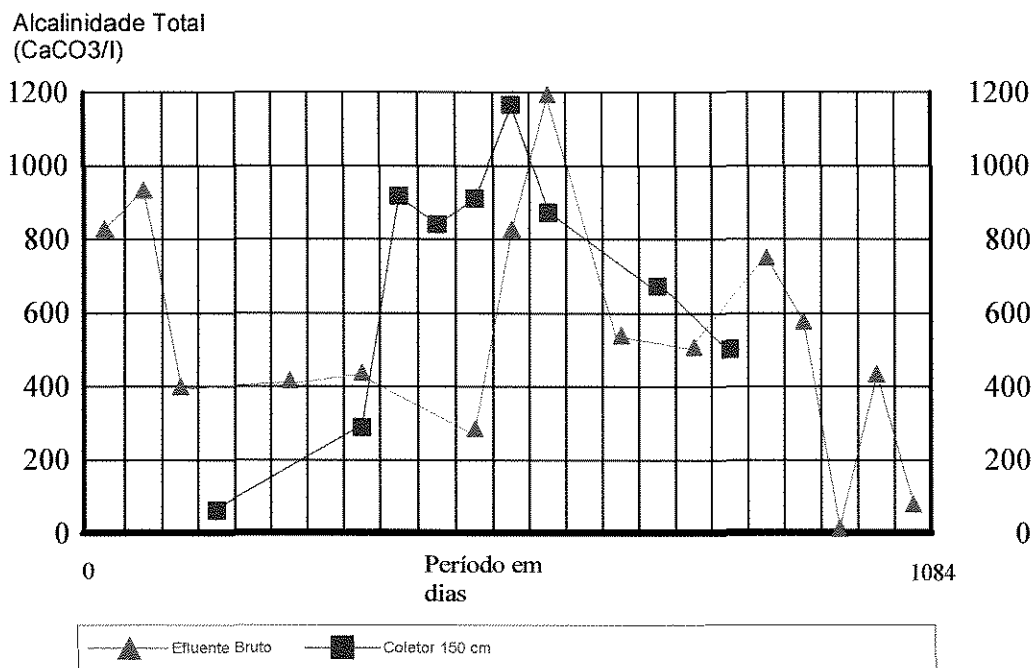


FIGURA 59.B.Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO₃/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

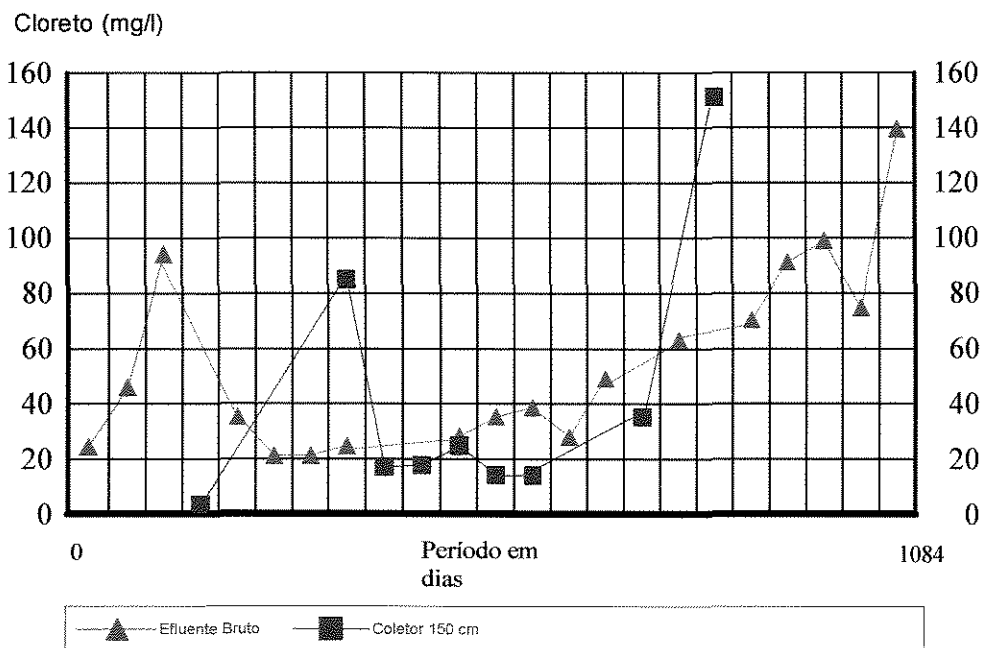


FIGURA 60. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

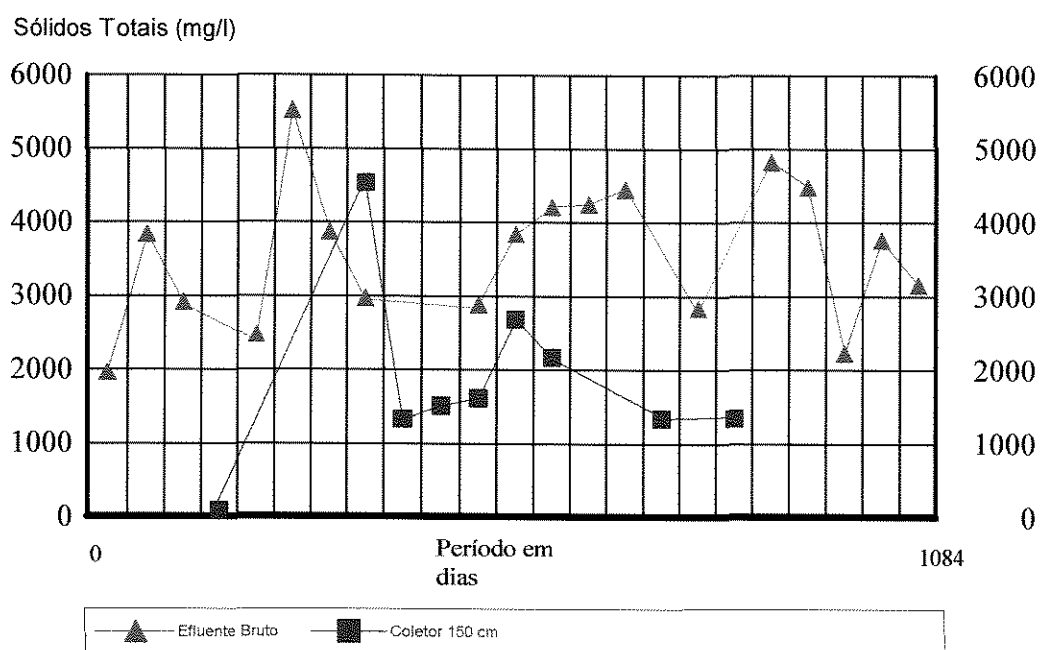


FIGURA 61. B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

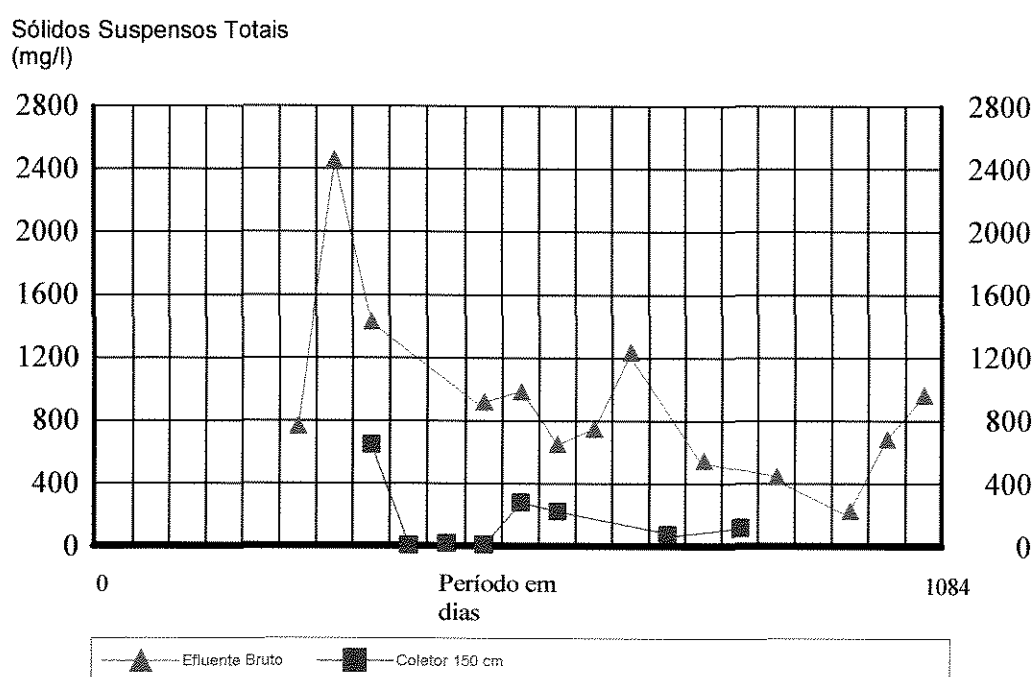


FIGURA 62. B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com o Coletor de Drenagem Livre a 150 cm.

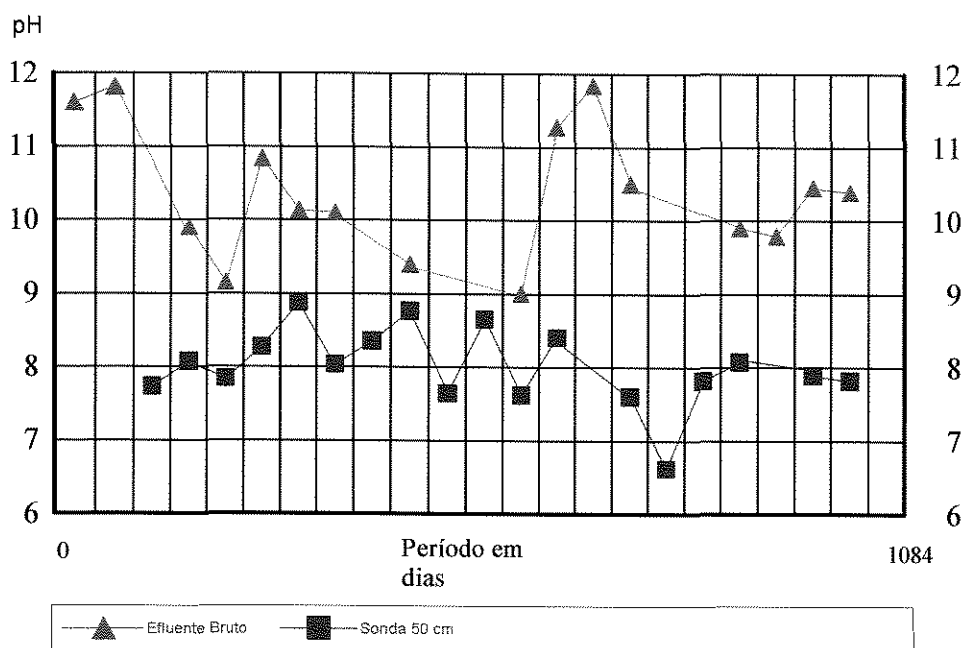


FIGURA 63. B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

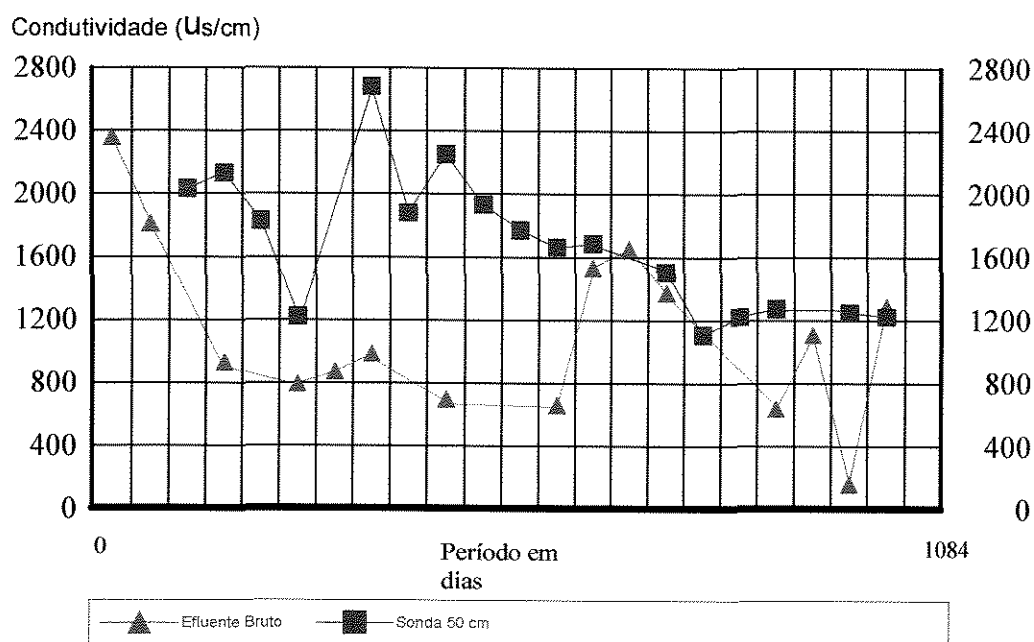


FIGURA 64. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

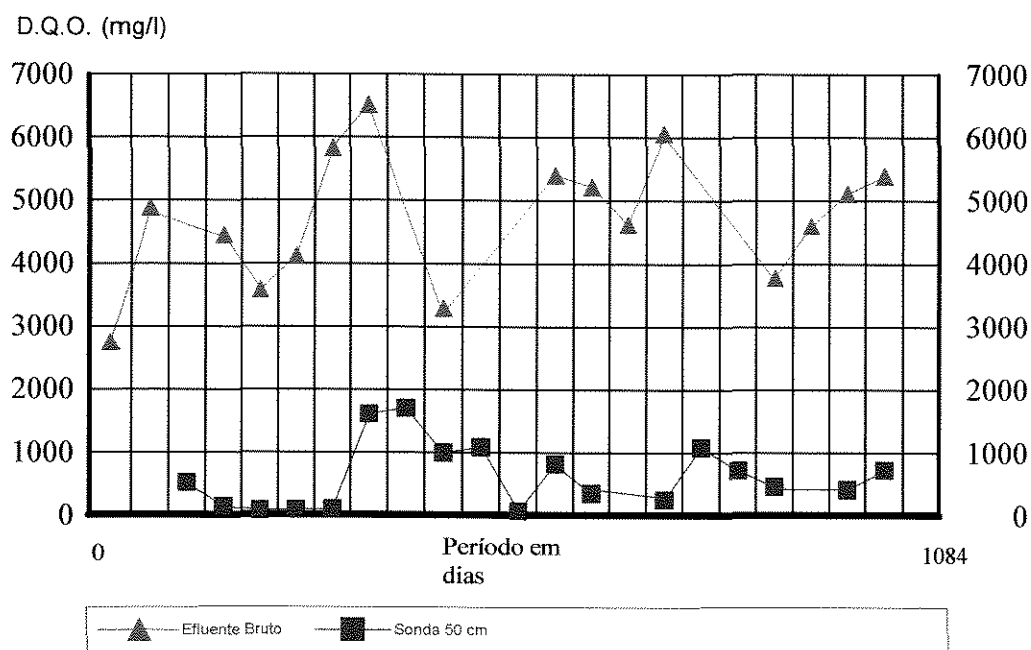


FIGURA 65. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

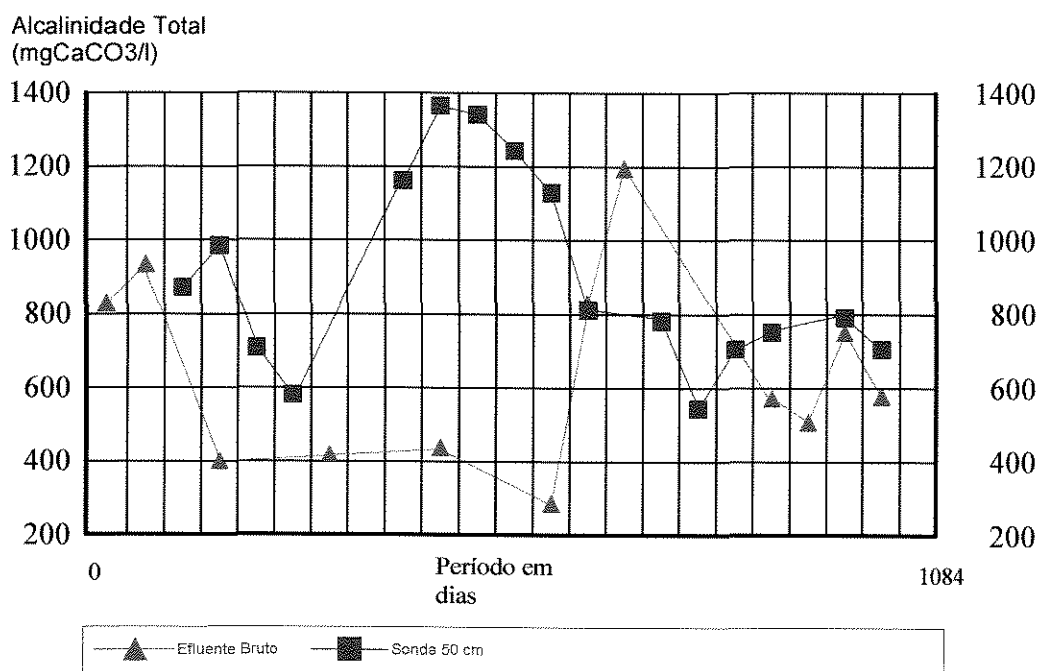


FIGURA 66. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO₃/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

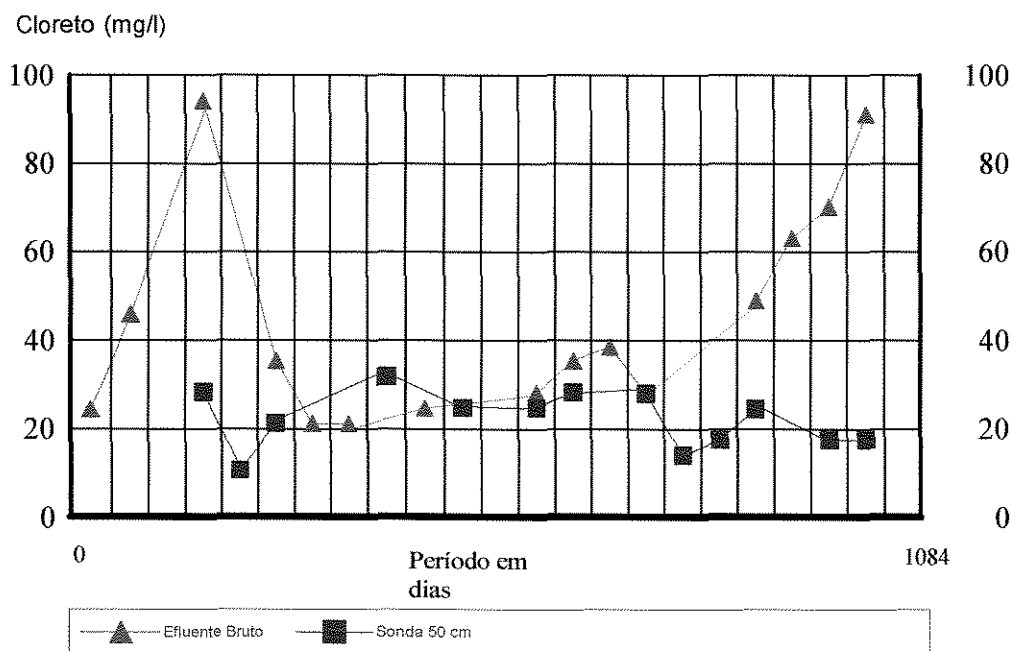


FIGURA 67. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

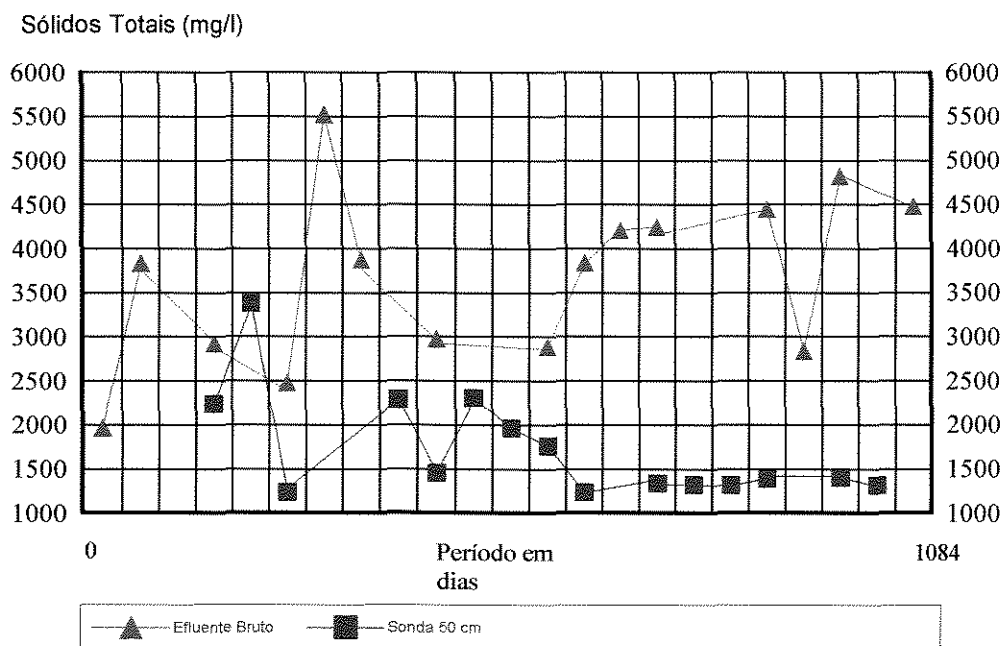


FIGURA 68. B. Comparativo de Sólidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

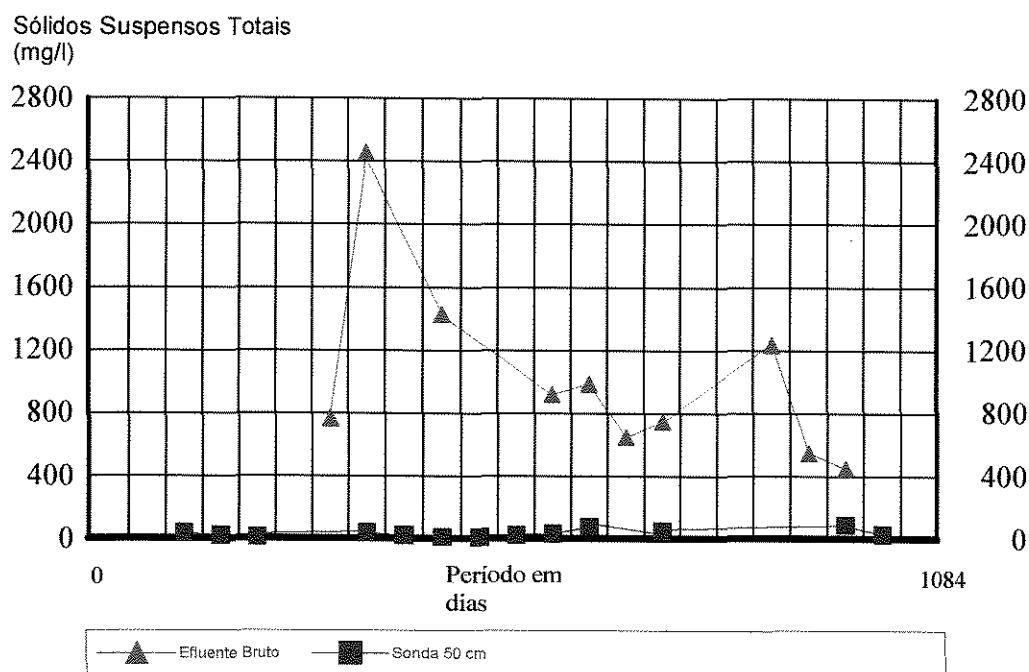


FIGURA 69.B.Comparativo de Solidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 50 cm.

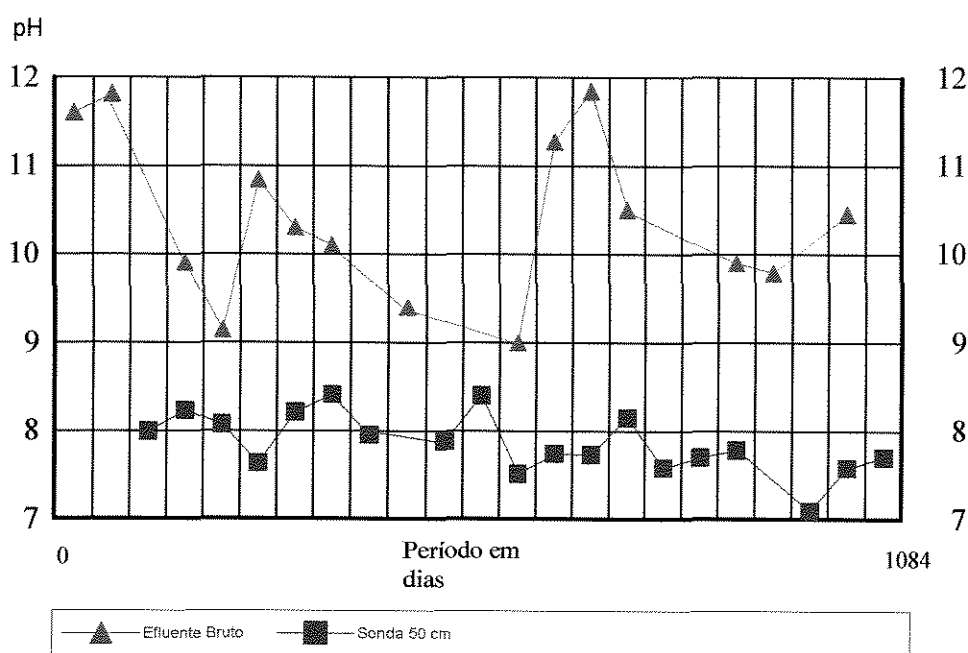


FIGURA 70. B. Comparativo de pH do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

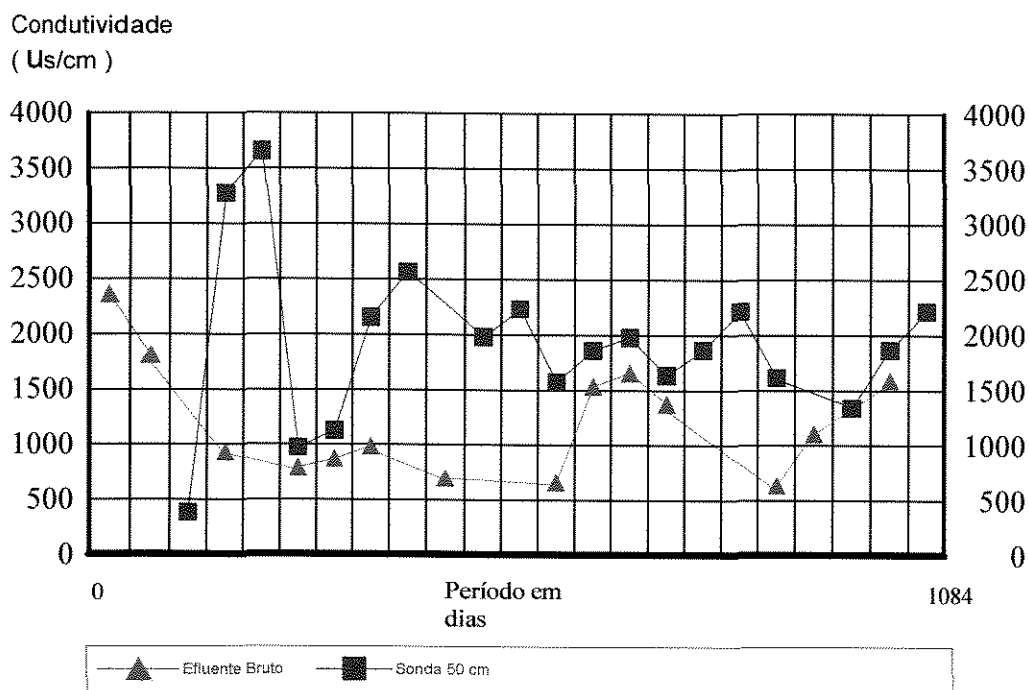


FIGURA 71. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

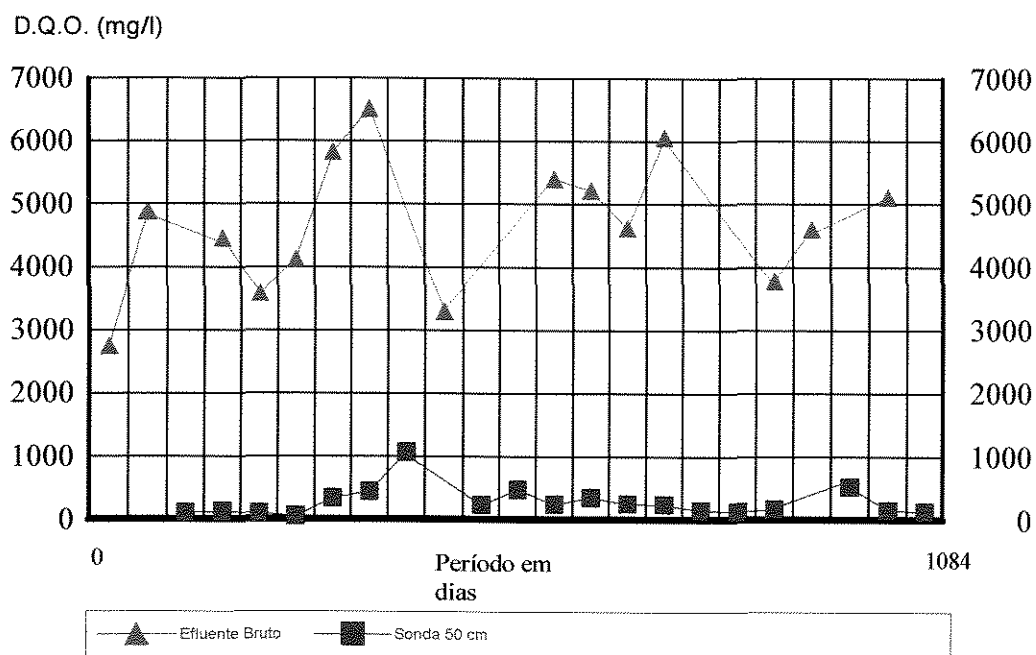


FIGURA 72. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

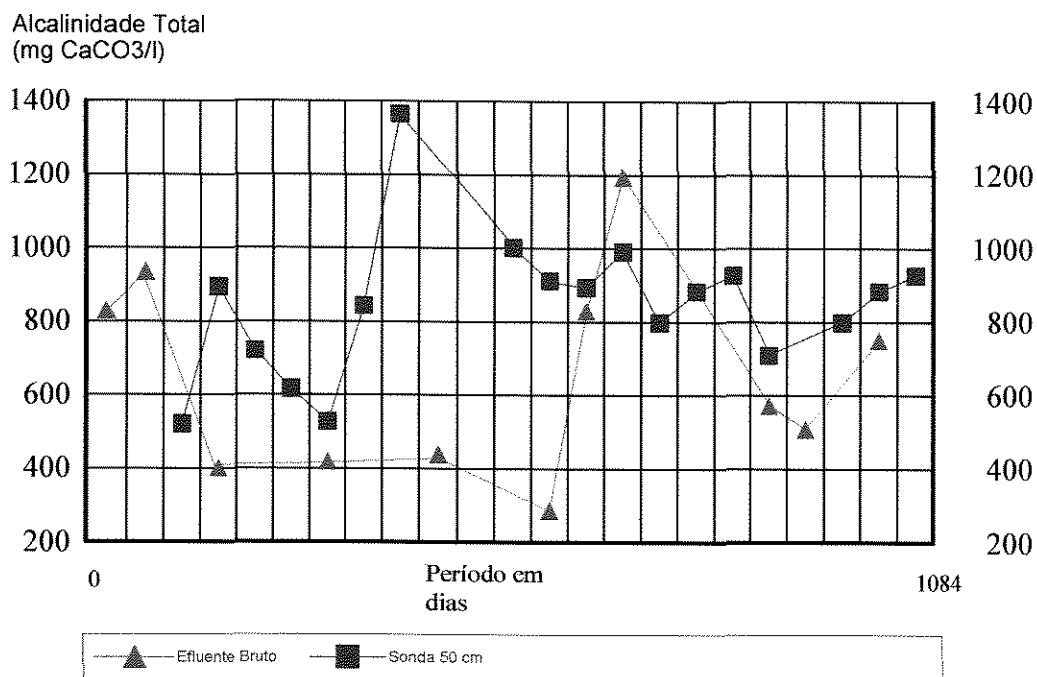


FIGURA 73. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO₃/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

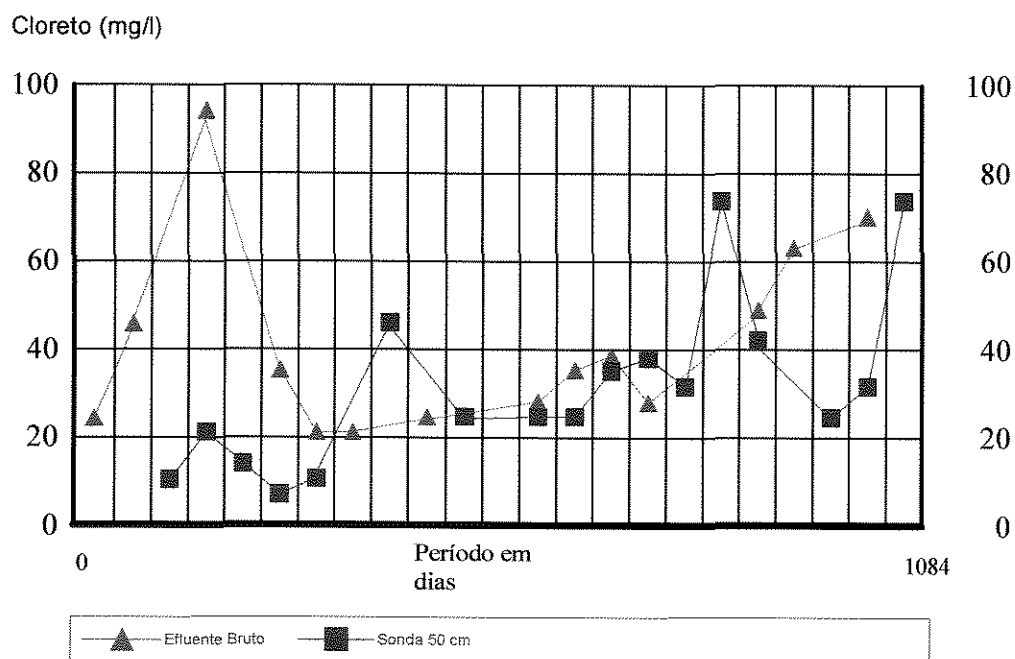


FIGURA 74. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

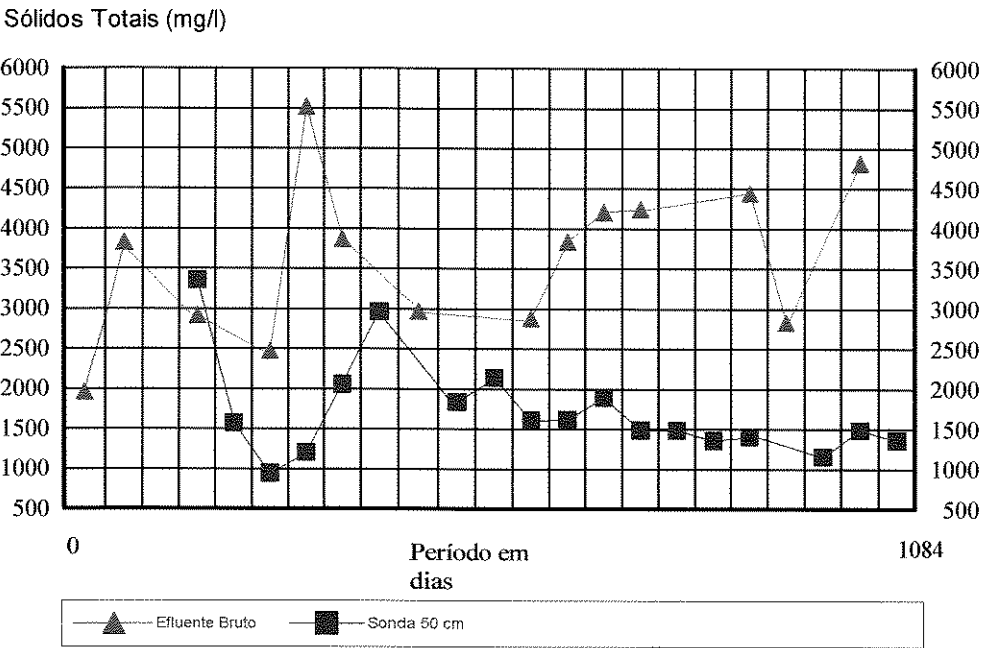


FIGURA 75. B. Comparativo de Solidos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

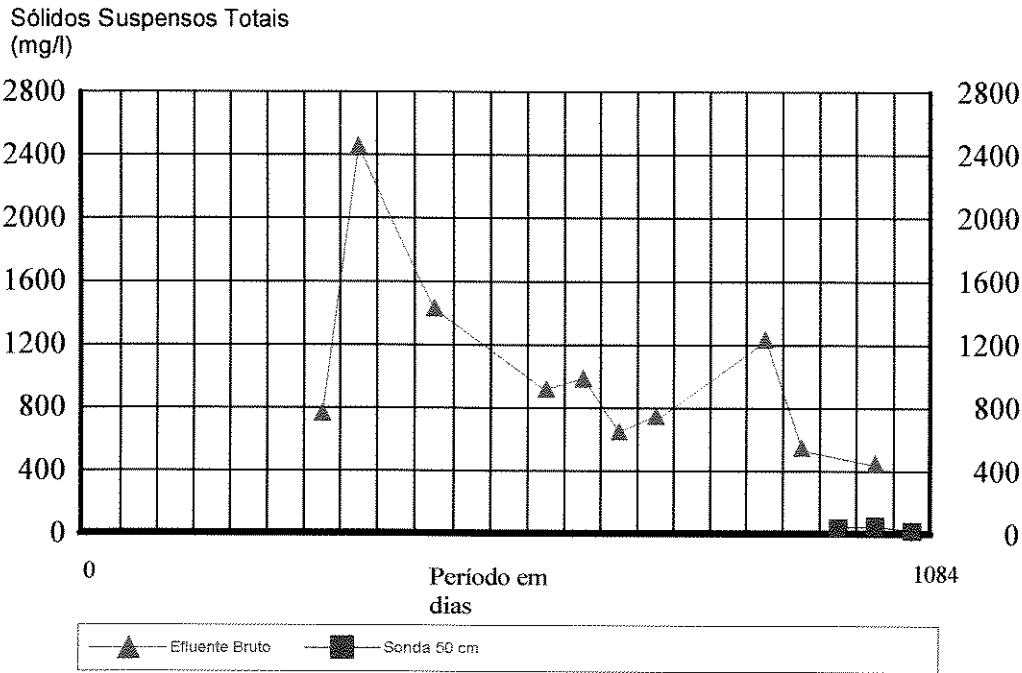


FIGURA 76. B.Comparativo de Solidos Suspensos Totais (mg/L) do Efluente Bruto Aplicado com a Sonda de Ponta Porosa a 150 cm.

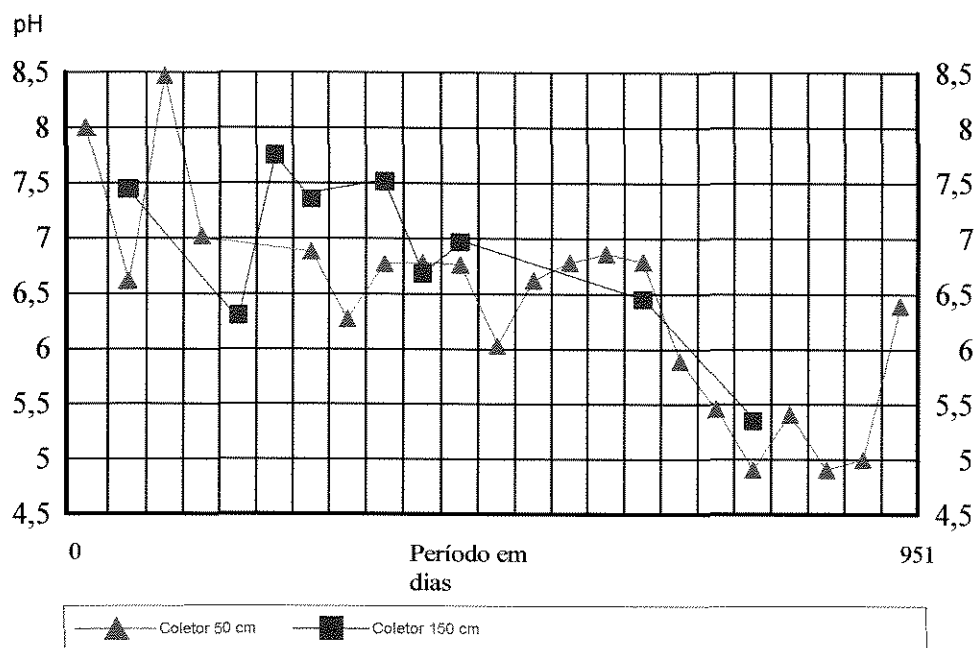


FIGURA 77. B. Comparativo de pH Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

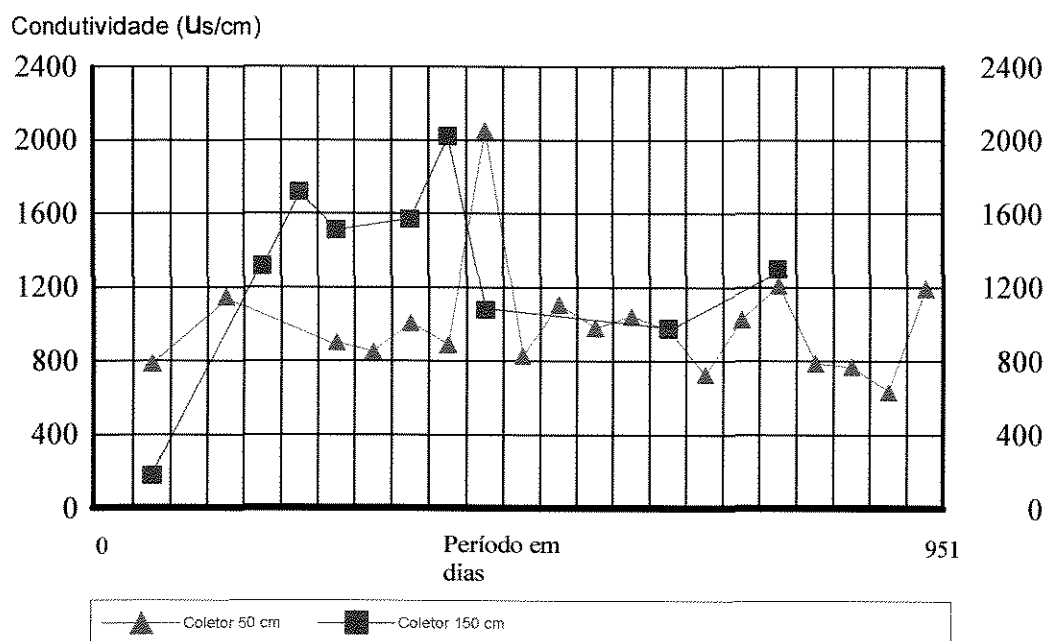


FIGURA 78. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e 150 cm.

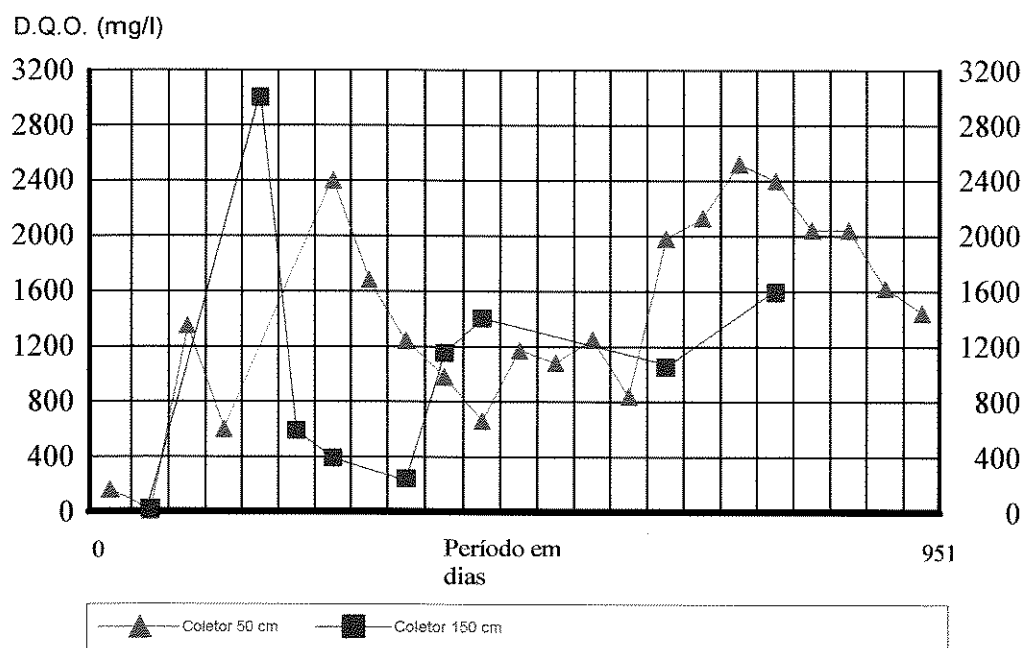


FIGURA 79. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

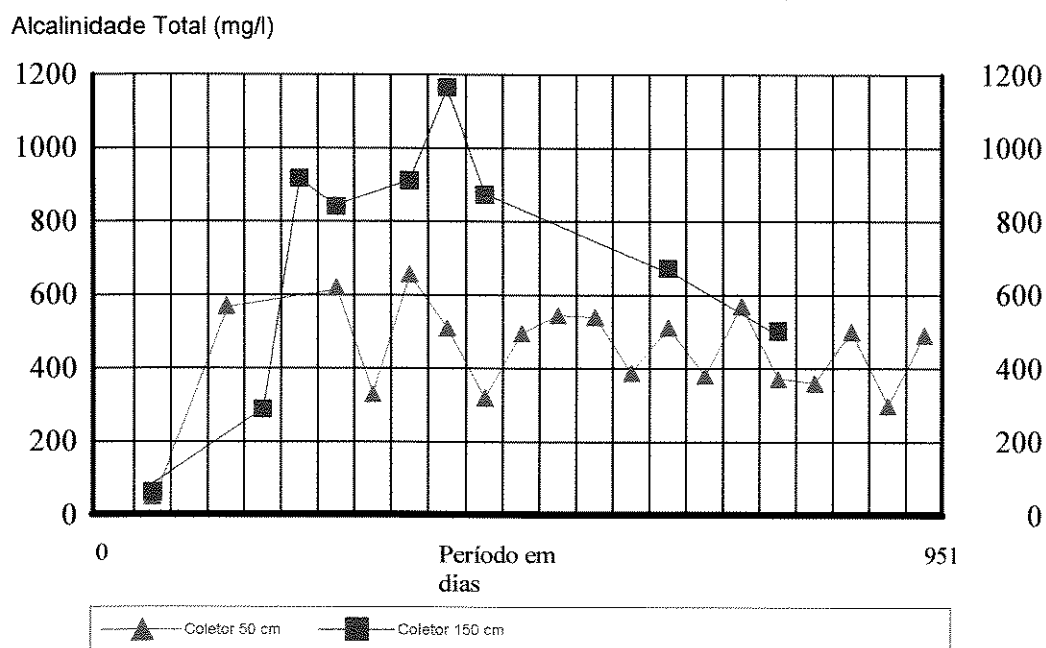


FIGURA 80. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO₃/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

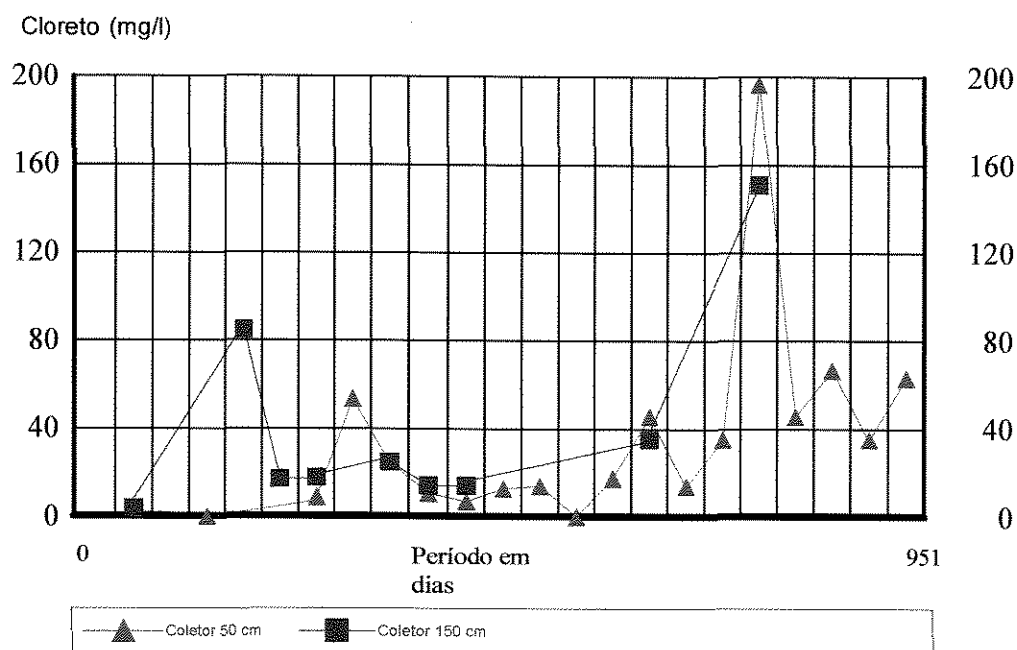


FIGURA 81. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

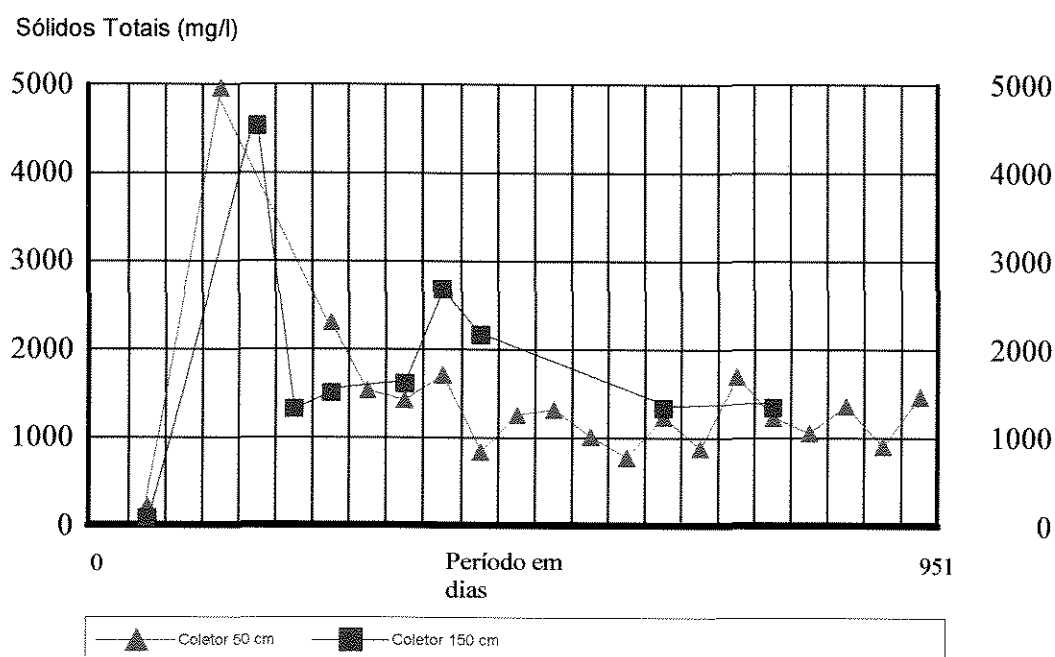


FIGURA 82. B. Comparativo de Solidos Totais (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

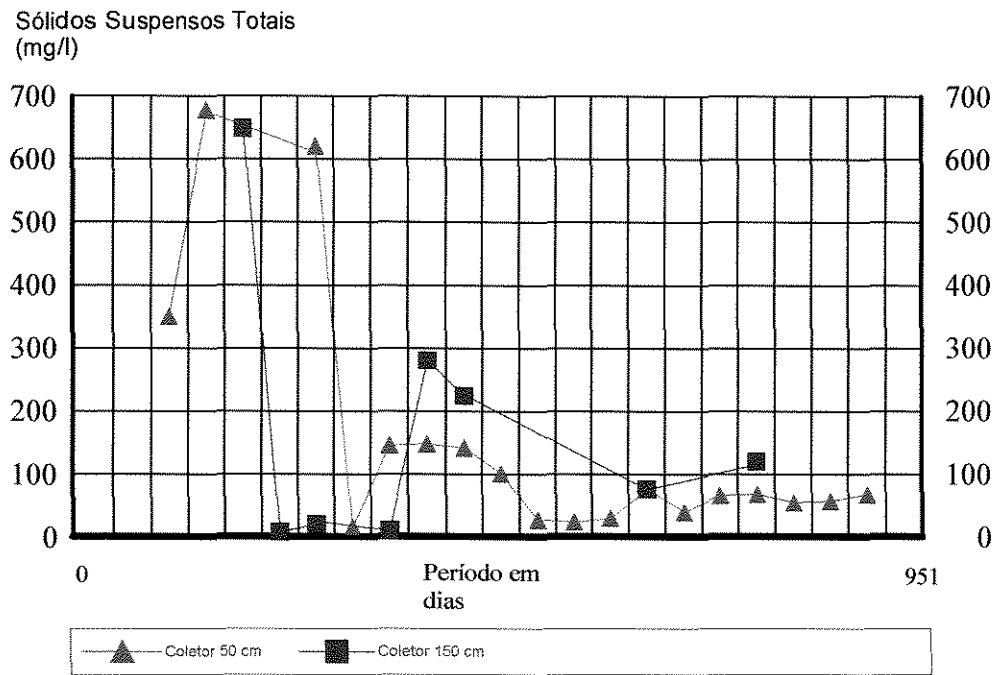


FIGURA 83. B. Comparativo de Solidos Suspensos Totais (mg/L) Entre os Coletores de Drenagem Livre a 50 e a 150 cm.

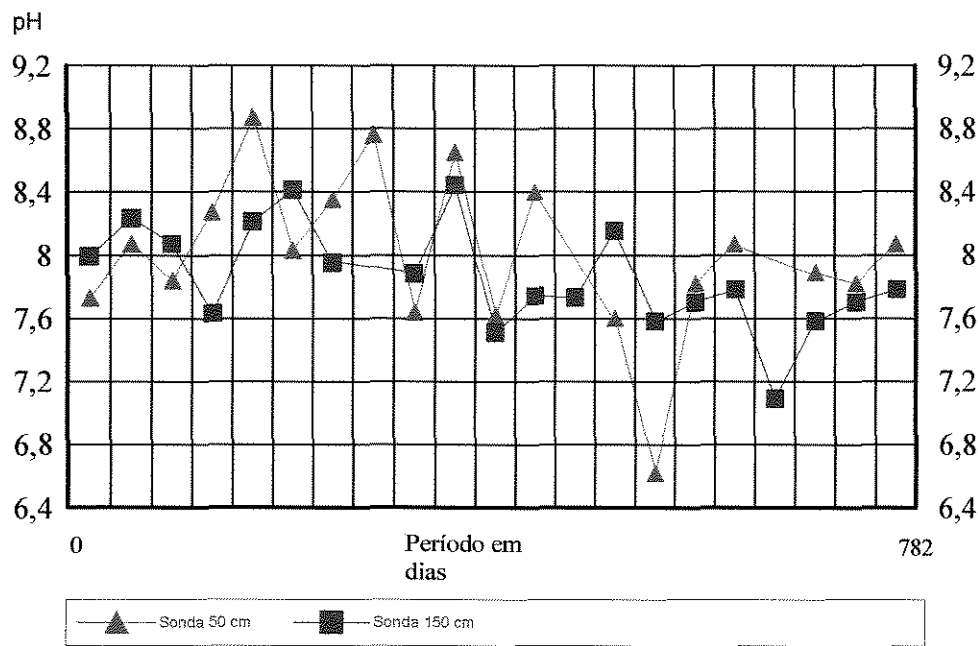


FIGURA 84. B. Comparativo de pH Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

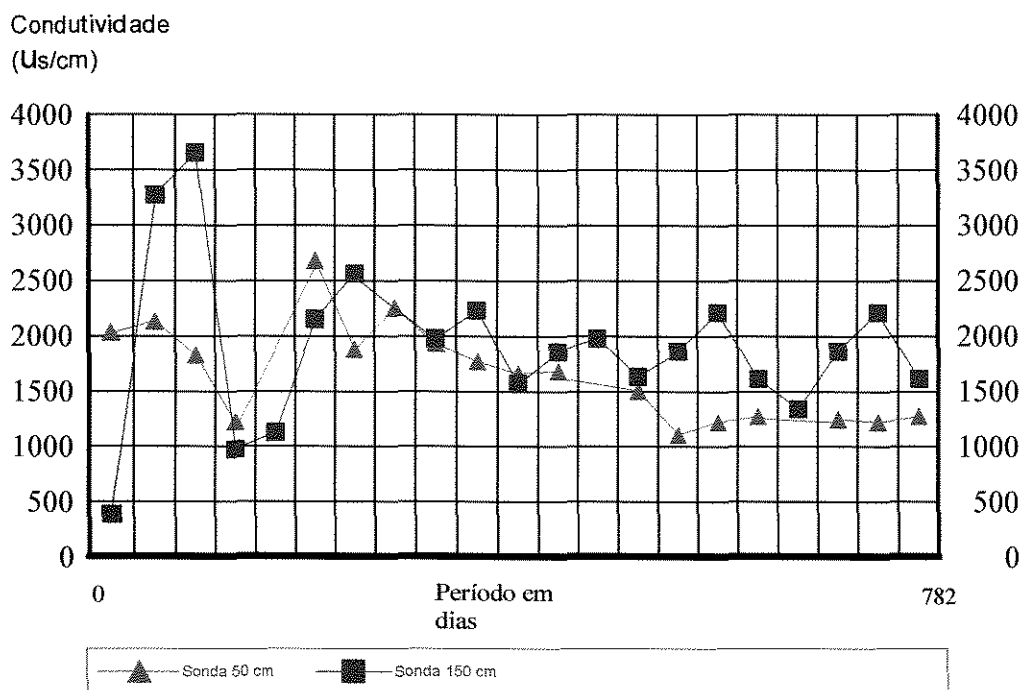


FIGURA 85. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

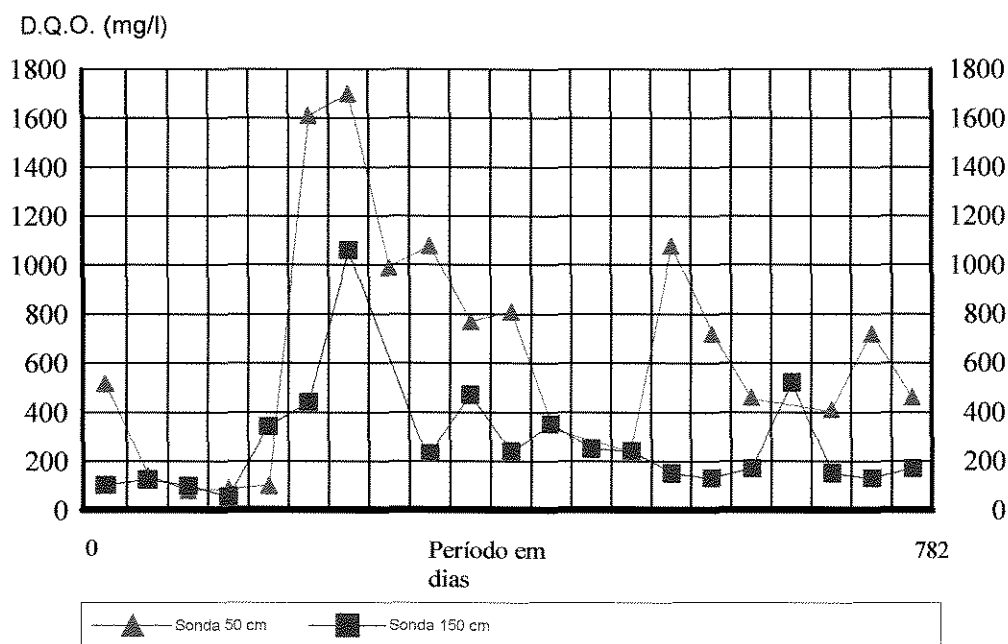


FIGURA 86. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) Entre as Sonda de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

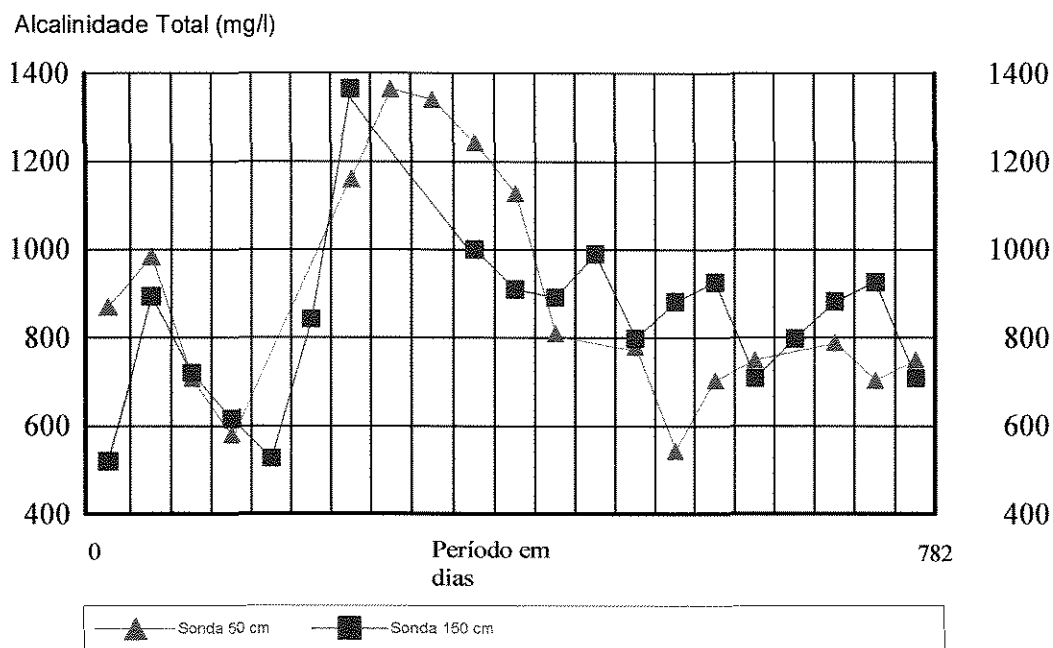


FIGURA 87. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg CaCO_3/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

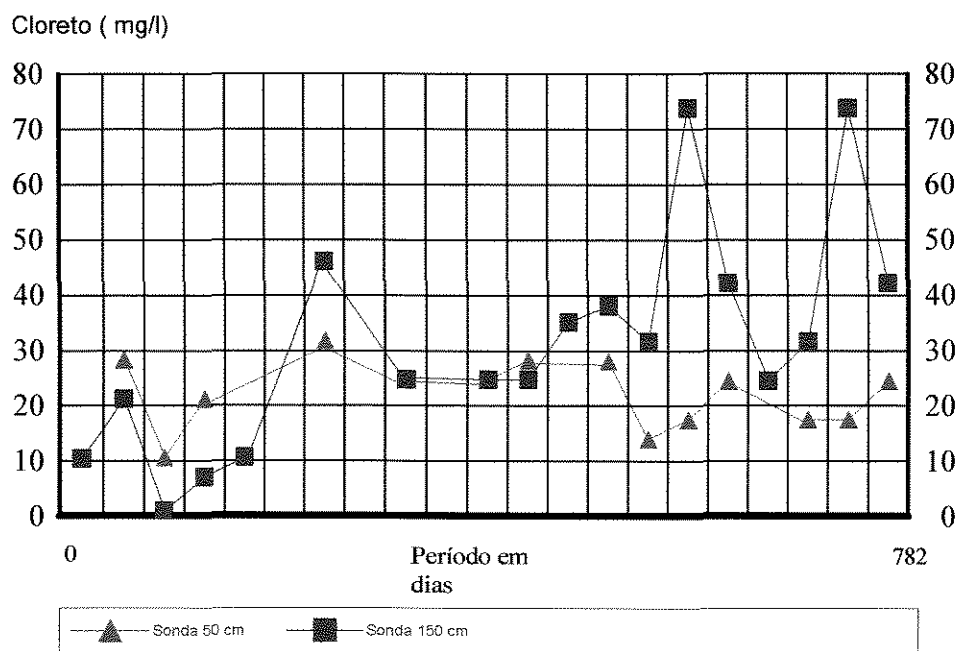


FIGURA 88. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

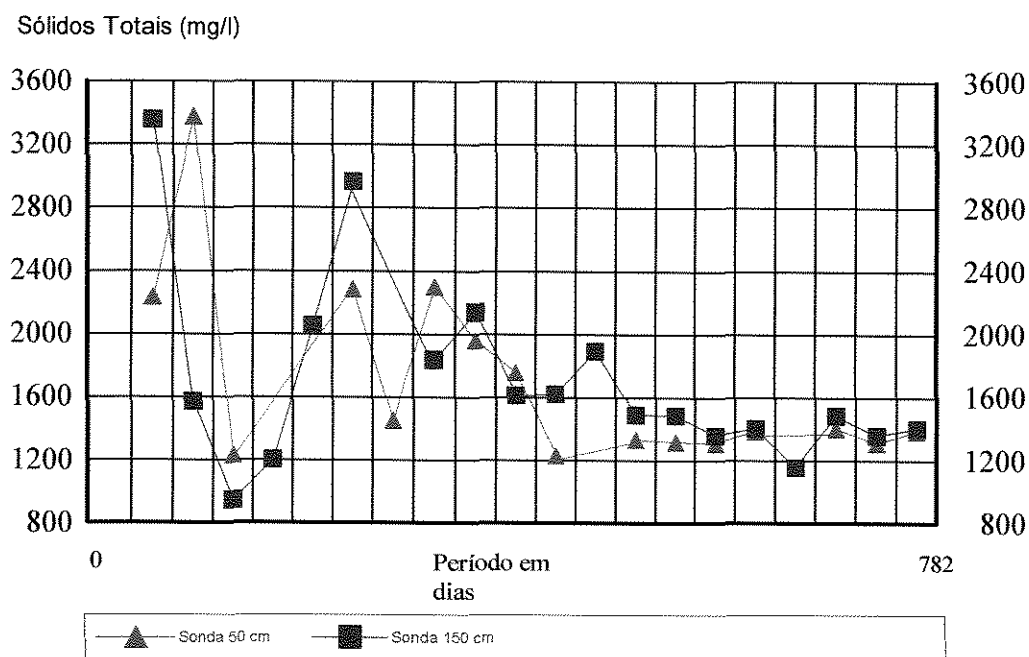


FIGURA 89. B. Comparativo de Solidos Totais (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 cm e a 150 cm.

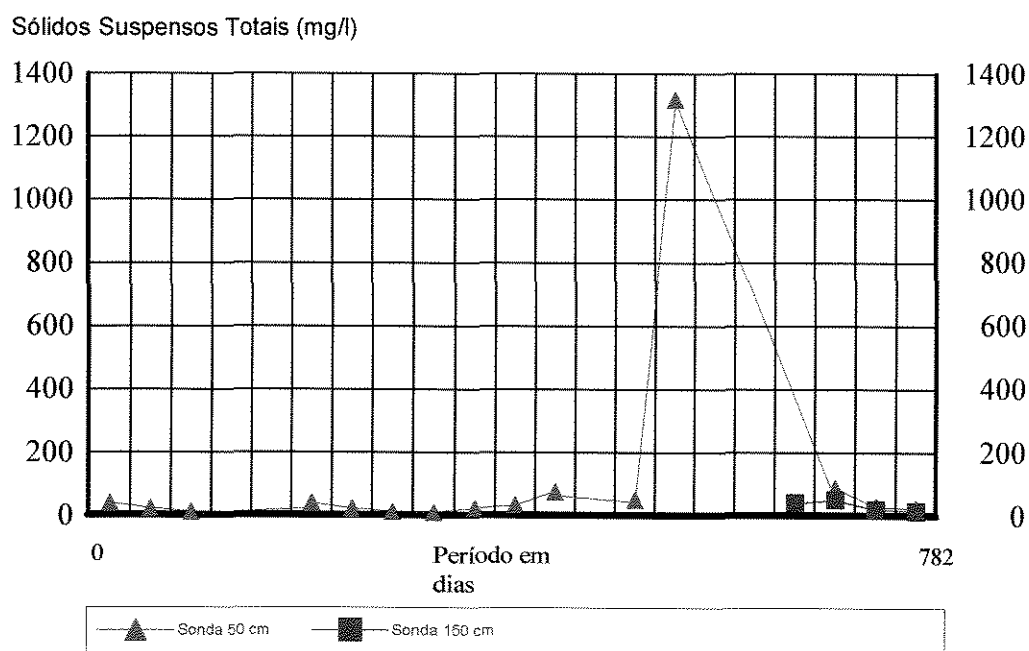


FIGURA 90. B. Comparativo de Solidos Suspensos Totais (mg/L) Entre as Sondas de Ponta Porosa a 50 e a 150 cm.

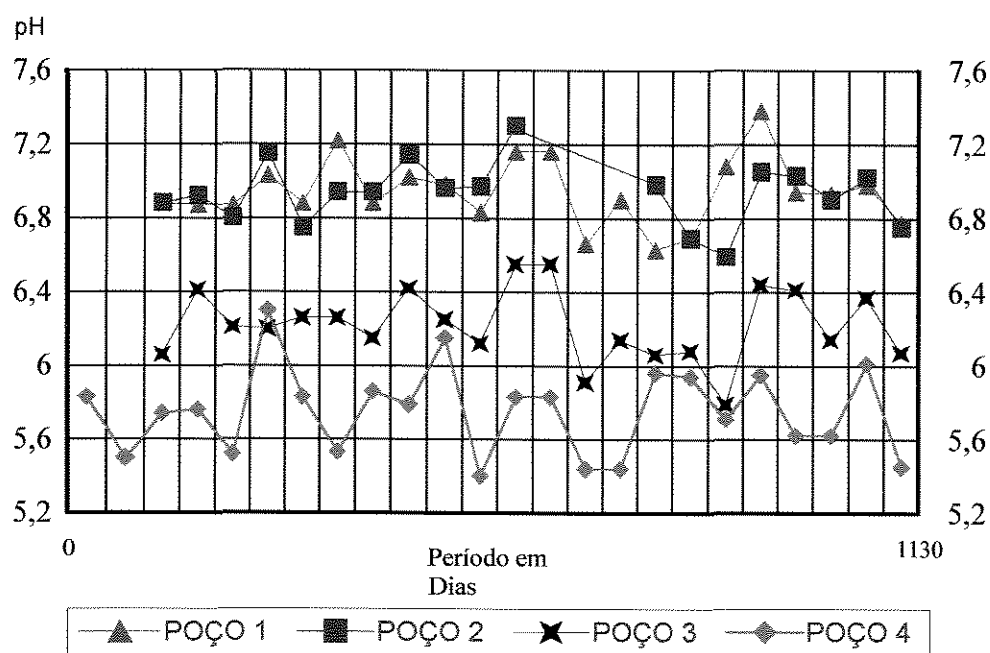


FIGURA 91. B. Comparativo de pH entre os Poços de Observação.

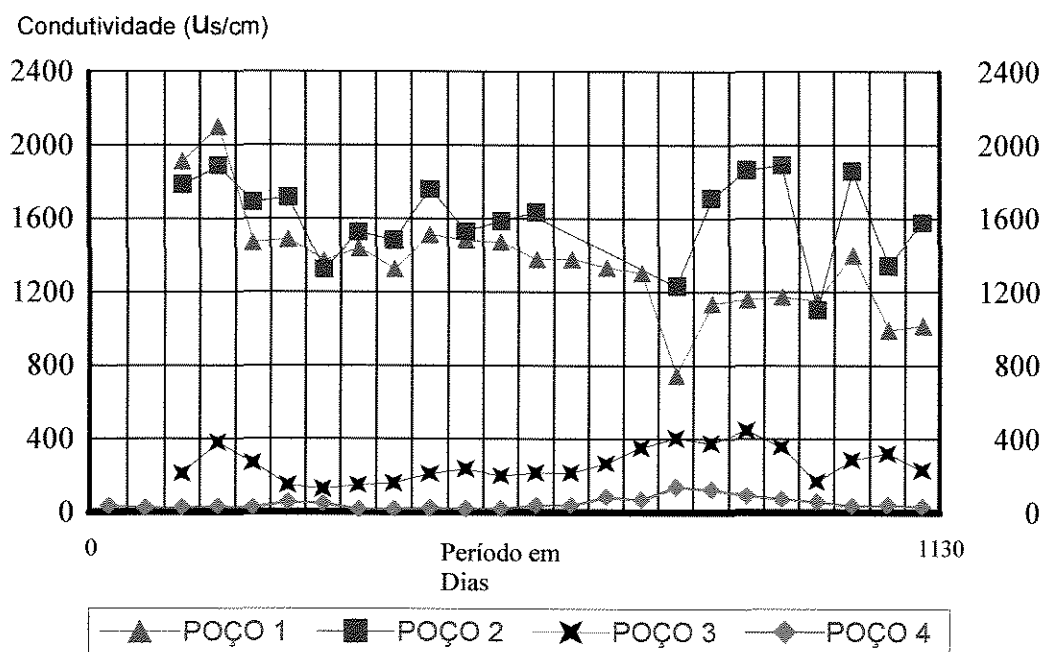


FIGURA 92. B. Comparativo de Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) entre os Poços de Observação.

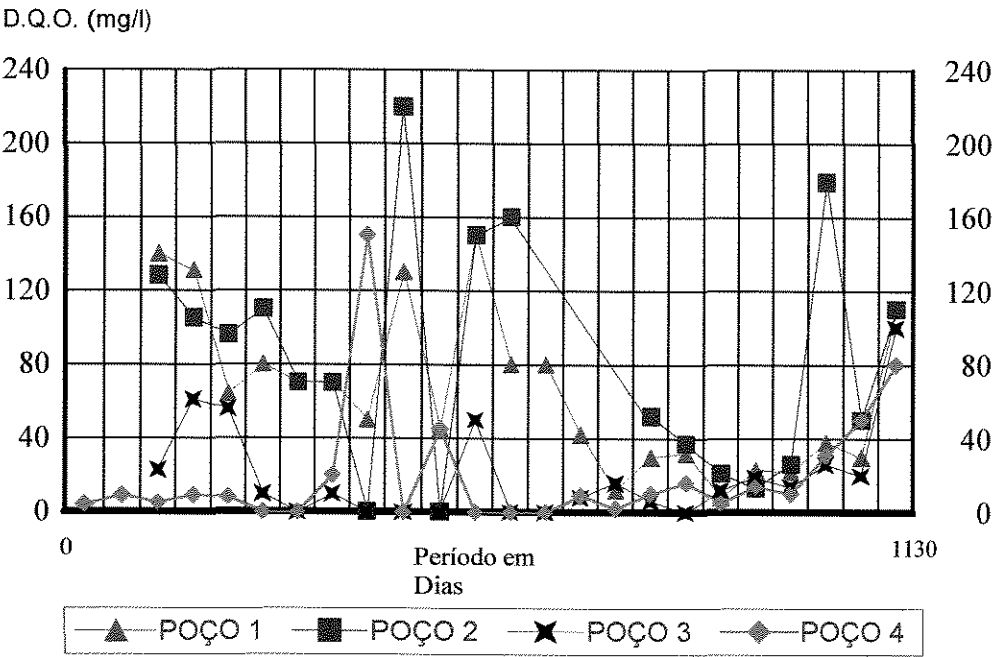


FIGURA 93. B. Comparativo de D.Q.O. (mg/L) entre os Poços de Observação.

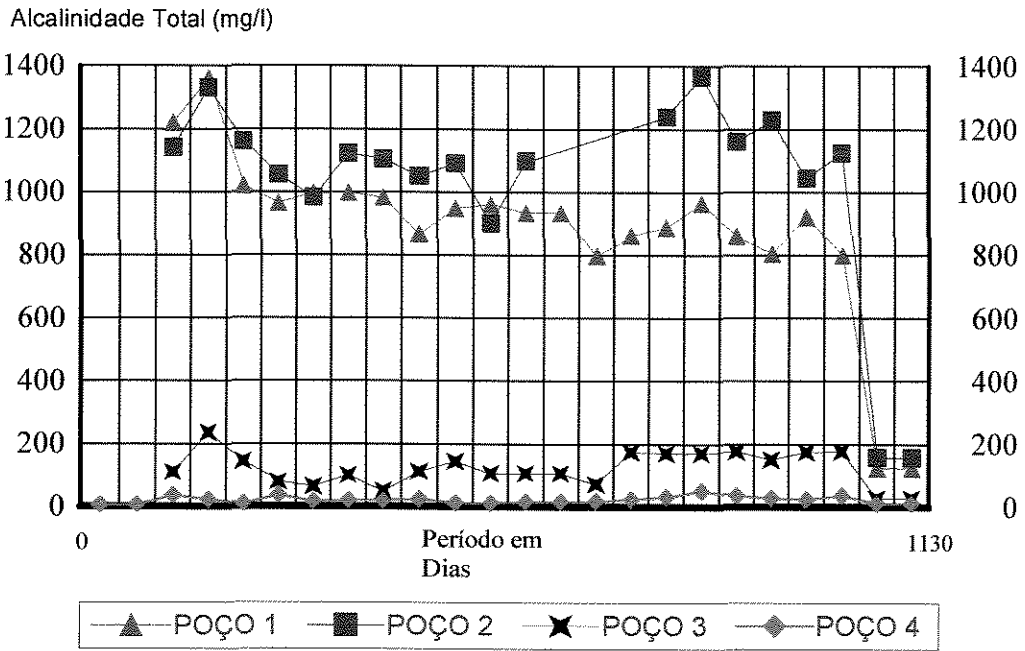


FIGURA 94. B. Comparativo de Alcalinidade Total (mg/L) entre os Poços de Observação.

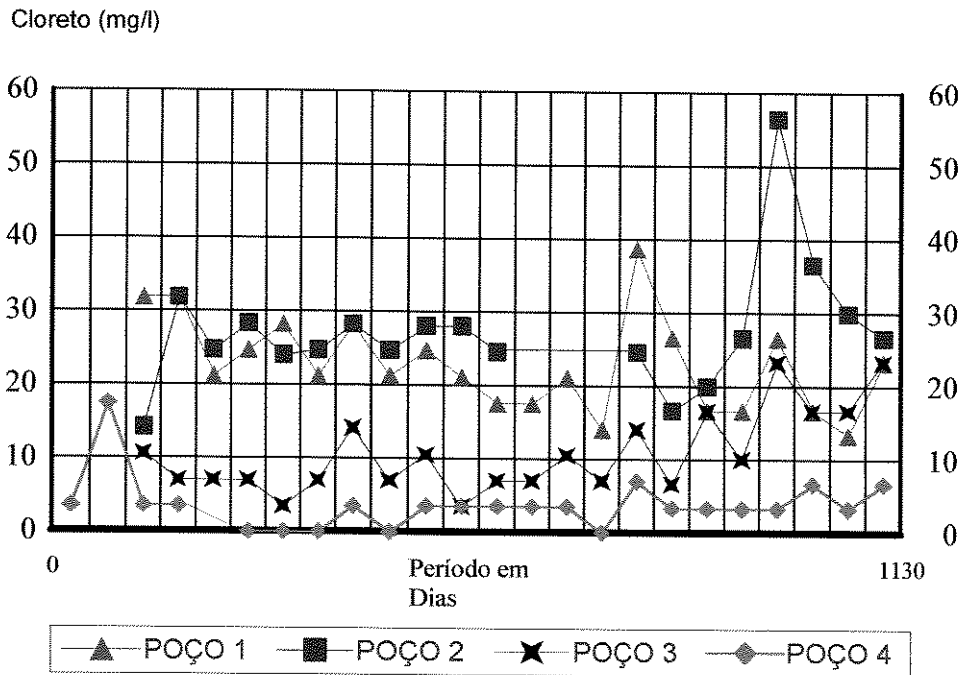


FIGURA 95. B. Comparativo de Cloreto (mg/L) entre os Poços de Observação.

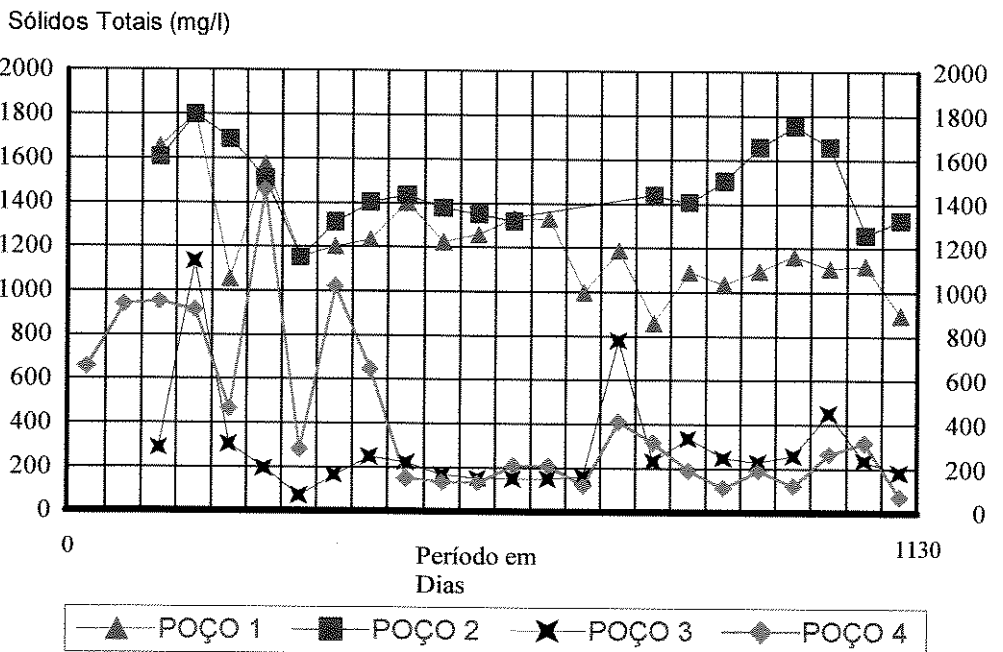


FIGURA 96. B. Comparativo de Solidos Totais (mg/L) entre os Poços de Observação.

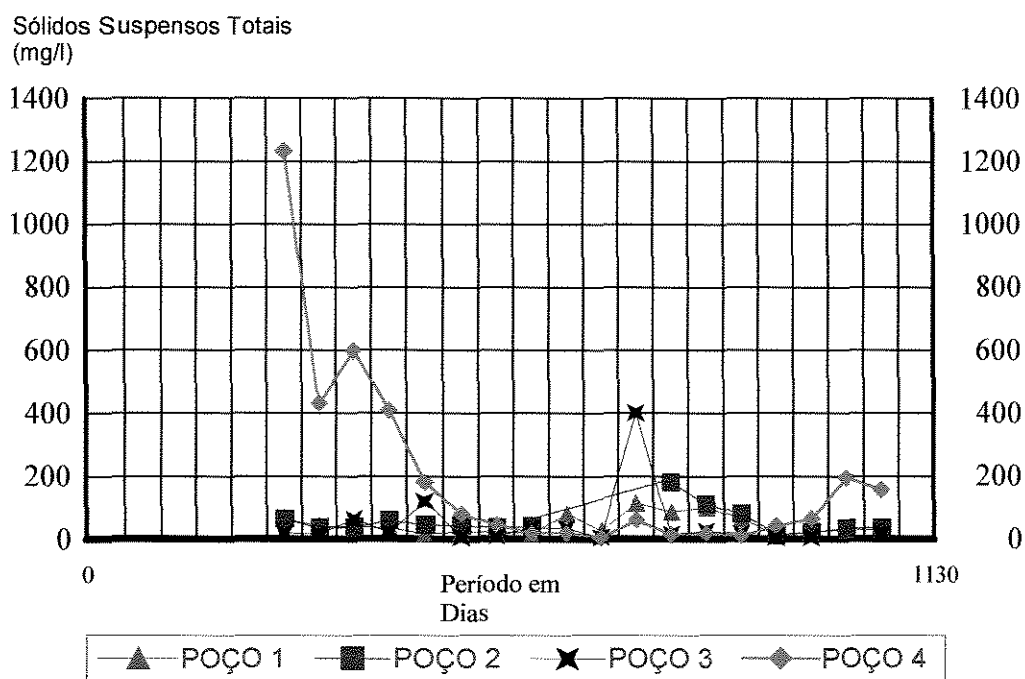


FIGURA 97. B. Comparativo de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) entre os Poços de Observação.

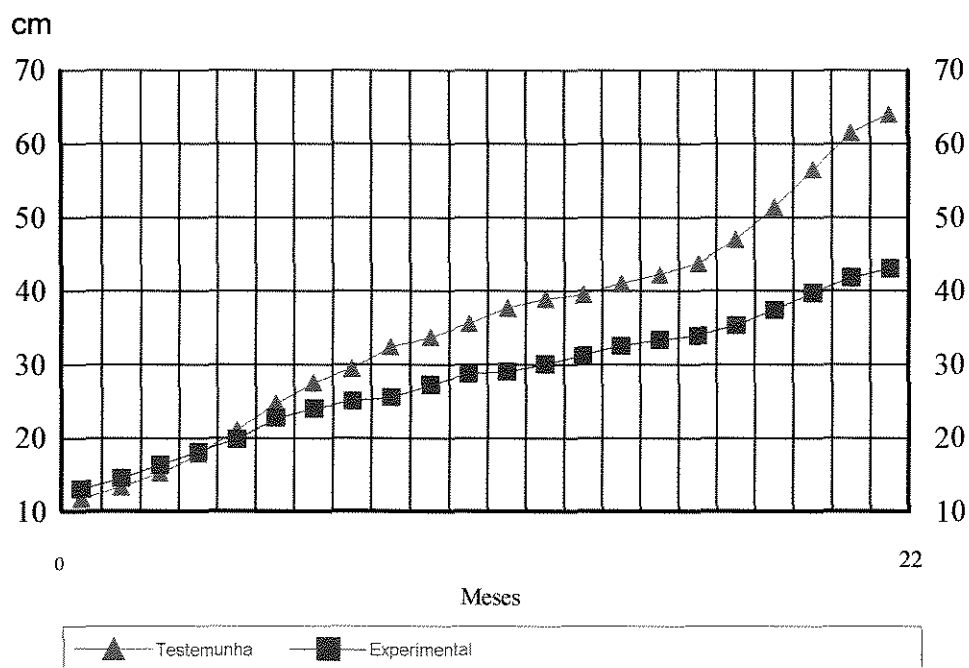


FIGURA 98. B. Comparativo do Desenvolvimento do Perímetro do Caule entre as Áreas Experimental e Testemunha.

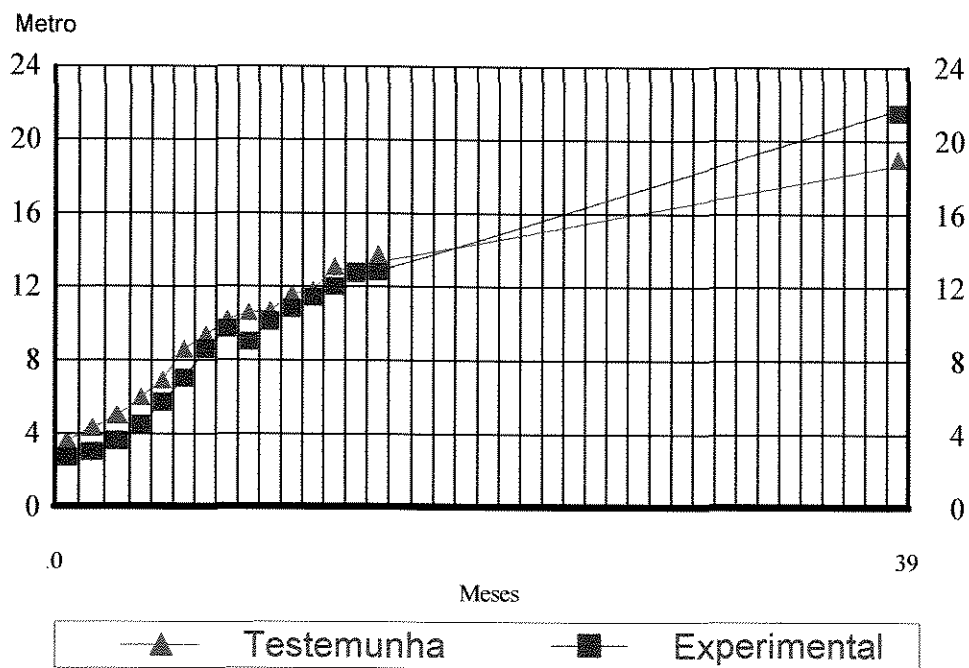


FIGURA 99. B. Comparativo do Desenvolvimento da Altura entre as Áreas Experimental e Testemunha.