

**CICLO HIDROLÓGICO E DE NUTRIENTES EM
UMA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL EM
FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA
CENTRAL**



Sávio José Filgueiras Ferreira



Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental

ORIENTADOR: Prof. Dr. Silvio Crestana

SÃO CARLOS
1999

Class.	TESE - EESC
Cutt.	2151
Tombo	0110/99

311 0000 6887

S/S 1032677

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

F383c

Ferreira, Sávio José Filgueiras

Ciclo hidrológico e de nutrientes em uma área de
manejo florestal em floresta de terra firme na
Amazônia Central / Sávio José Filgueiras Ferreira. --
São Carlos, 1999.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.

Área: Ciências da Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Silvio Crestana.

1. Amazônia Central. 2. Floresta de terra
firme. 3. Ciclagem de nutrientes e hidrológica.
4. Propriedades físicas do solo. 5. Manejo florestal.
I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Licenciado **SÁVIO JOSÉ FILGUEIRAS FERREIRA**

Tese defendida e aprovada em 05-02-1999
pela Comissão Julgadora:



Profª. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI (Orientadora Designada)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



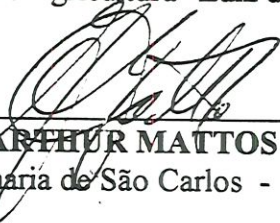
Profª. Titular **ODETE ROCHA**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



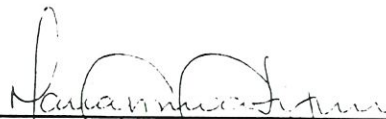
Prof. Titular **KLAUS REICHARDT**
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo)



Prof. Titular **WALTER DE PAULA LIMA**
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo)



Prof. Associado **ARTHUR MATTOS**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Profª. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Coordenadora da Área de Ciências da Engenharia Ambiental



JOSE CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

À minha mãe, Francisca.

Aos meus Sogros, Manoel e Maria.

Aos meus irmãos, sobrinhos, cunhados.

Ao Dr. Mustafa Milton Amed e à Sra.

Arabi Amed e Silva.

Ao Dr. Francisco José Teixeira Mendes.

Ofereço

“Mas os que esperam no Senhor renovam as suas forças, sobem com asas como águias, correm e não se cansam, caminham e não se fatigam”. Isaías 40:31.

À minha esposa, Teresa Raquel
e meus filhos, Isabel, Jamel
e Daniel.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho sou profundamente grato a todos que contribuíram direta ou indiretamente, em especial:

A Deus pelo dom da vida.

Ao Professor Dr. Silvio Crestana, pela orientação e amizade.

À Professora Maria do Carmo Calijuri, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação, pelas facilidades oferecidas quando diretora do CRHEA, por aceitar e presidir a banca examinadora.

Ao Professor Dr. Klaus Reichardt, que sempre se dispôs a ajudar nas discussões, revisões e sugestões.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela permissão para realizá-lo.

Ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - CRHEA/EESC/USP, por honrar-me como aluno.

Ao Professor José Galizia Tundisi, diretor do CRHEA na ocasião do meu ingresso.

Ao DFID (Department For International Development) do Reino Unido, pelo suporte Financeiro ao Projeto BIONTE.

Ao projeto BIONTE, pela participação.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao colega e irmão em Cristo, Sebastião Átila Fonseca Miranda e Família, pela companheirismo e amizade.

Ao colega Flávio Jesus Luizão, pelo convite para participar do Projeto e pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas.

À Dra. Sheila M. Ross, consultora científica, que colaborou na implantação e desenvolvimento do Projeto BIONTE.

Às Igrejas Presbiterianas: do Piracicamirin, Central de Piracicaba, Central de São Carlos e do Crespo (Manaus), pelo convívio cristão.

Ao Dr. Niro Higuchi, coordenador do projeto BIONTE, pelas facilidades e apoio durante a execução das atividades de pesquisas.

Aos colegas do projeto BIONTE, Dr. Yvan Biot, Walane Mello-Ivo, Dr. João Ferraz, Niwton Leal, Dr. Thierry Desjardins e Dra. Regina Luizão.

Ao Reverendo Dr. Ademar de oliveira Godoy, pelas correções gramaticais.

Ao Professor Dr. Marcelo Pereira de Souza, diretor do CRHEA.

Aos Professores do programa de Pós-Graduação do CRHEA, Dr. Arthur Mattos, Dr. Fazal Hussain Chaudhry, Dr. Flávio Henrique Mingante Schittler, Dra. Maria Lúcia Calijuri.

À Professora Dra. Odete Rocha, que participou da banca examinadora e pelas sugestões.

Aos Professores, Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, Dr. Takachi Muraoka e Dr. Walter de Paula Lima, pela disponibilidade em participar da banca.

Ao Luís Vilmar, Waltinho, Pedrinho, Sandoval, Sr. Jonas, Palheta e todos os colegas da Reserva ZF-2, pelo apoio durante as coletas e medidas.

Ao José Edivaldo Chaves, pelo apoio no campo e pelas análises de cálcio, magnésio, sódio e potássio.

Aos colegas da CPGC: Ana Rosa, Antônia Gomes, Dr. Ari Marques, Ednelson Baraúna, Dr. Franken, João Dantas, Maria Carmendes e Socorro Rocha.

Aos irmãos em Cristo e pela amizade: Lincoln M. Stefanuti, Jamal da S. Chaar e família, José Geraldo M. dos Santos.

À Sra. Valcicléa Sarquis Celestino, colega e responsável pelo PDIRH do INPA.

À Regina Célia Vidal Medeiros, bibliotecária do CRHEA, pela Correções nas referências bibliográficas.

Ao Nilo, Jeremias, Yutaka e os demais colegas , pelo convívio acadêmico.

À professora Dra. Sônia Maria Piedade da ESALQ, pela ajuda no tratamento dos dados.

Ao João da Silva Sé e família, pela amizade e convívio em São Carlos.

Ao Otávio Mínor, pelo auxílio na área de computação e amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT... ..	xvii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Características da floresta de terra firme	6
2.2 Solo.....	7
2.2.1 Características físicas e químicas do solo	9
2.3 Clima e Hidrologia.....	14
2.3.1 Precipitação e reciclagem.....	16
2.3.2 Interceptação, precipitação interna, escoamento da chuva pelos truncos e evapotranspiração.....	17
2.4 Ciclagem de nutrientes	20
2.5 Variabilidade espacial e temporal.....	24
2.6 Efeitos do desmatamento.....	25
2.7 Manejo florestal (Sistema S. E. L. - seleção de espécies listadas)	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 Local do experimento	30
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	33
3.3 Variáveis físicas.....	35
3.3.1 Curvas de retenção de água do solo, densidade global e porosidade.....	35
3.3.3 Temperatura do solo.....	37
3.3.4 Condutividade hidráulica de solo saturado	38
3.3.5 Potencial mátrico e armazenamento de água no solo.....	39
3.3.6 Chuva (P)	41
3.3.7 Precipitação interna (PI).....	42
3.3.8 Interceptação (I)	46
3.4 Análises químicas.....	46
3.4.1 Nutrientes na solução do solo, chuva e precipitação interna.....	46
3.4.2 Nitrato... ..	47
3.4.3 Amônio.....	48
3.4.4 Fósforo.....	48
3.4.5 Cálcio e magnésio	48
3.4.6 Sódio e potássio	48
3.5 Campanhas intensivas (segunda fase)	50
3.6 Análises químicas do solo	51
3.6.1 pH.....	52
3.6.2 Alumínio trocável	52
3.6.3 Cálcio e magnésio	52
3.6.4 Potássio trocável e fósforo assimilável	53

3.6.5 Matéria orgânica.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1 Curvas de retenção, porosidade total e densidade global.	54
4.2 Temperatura do solo.....	69
4.3 Condutividade hidráulica de solo saturado (Ko).....	90
4.4 Armazenamento de água no solo.....	93
4.5 Interceptação (I).....	105
4.6 Nutrientes na chuva e precipitação interna (cálcio, magnésio, potássio, sódio, amônio e nitrato).	122
4.7 Nutrientes na solução do solo (cálcio, magnésio, potássio, sódio, amônia e nitrato).	135
4.8 Análise química do solo.....	168
4.8.1. pH.....	168
4.8.2. Fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio.	170
4.8.3. Matéria orgânica do solo.....	176
5 CONCLUSÕES.....	178
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	183

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Localização da área de estudo de manejo florestal.	31
FIGURA 02. Reserva ZF-2. Localização dos blocos I, II e IV, divididos em parcelas 1,2 3 4 5 e 6.....	32
FIGURA 03. Parcela controle com o hectare central e as posições utilizadas para a instalação dos pluviômetros	44
FIGURA 04. Parcela manejo com o hectare central e as posições utilizadas para a instalação dos pluviômetros	45
FIGURA 05. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco I	55
FIGURA 06. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco II.....	56
FIGURA 07. Curvas de retenção referentes às profundidades 10, 20, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco IV.	57
FIGURA 08. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco I.....	58
FIGURA 09. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco II.	59
FIGURA 10. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco IV.....	60
FIGURA 11. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-10, 20, 40, 60, 80 e 100cm da parcela controle do bloco IV (manejo 1987).....	61
FIGURA 12. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-10, 20, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1987 do bloco IV.....	62
FIGURA 13. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco I, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).....	73
FIGURA 14. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco II, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).....	74
FIGURA 15. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco IV, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).....	75
FIGURA 16. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco I.	79
FIGURA 17. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira (CC) do bloco I.....	80
FIGURA 18. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco II.	81

FIGURA 19. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira do bloco II.....	82
FIGURA 20. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm na borda da clareira do bloco II.....	83
FIGURA 21. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco IV.....	84
FIGURA 22. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira do bloco IV.....	85
FIGURA 23. Variação do armazenamento de água no solo no bloco I , para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).	100
FIGURA 24. Variação do armazenamento de água no solo no bloco II , para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).	101
FIGURA 25. Variação do armazenamento de água no solo no bloco IV , para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).	102
FIGURA 26. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco I.....	109
FIGURA 27. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco I.....	110
FIGURA 28. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco II.....	111
FIGURA 29. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco II.....	112
FIGURA 30. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco IV.....	113
FIGURA 31. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco IV.....	114
FIGURA 32. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle (93) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.....	118
FIGURA 33. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo (93) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.....	119
FIGURA 34. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle (87) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.....	120
FIGURA 35. Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo (87) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.....	121

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Resultados da concentração de matéria orgânica (MO), Nitrogênio, pH, Fósforo total(P_2O_5 , t) e assimilável(P_2O_5 , a), segundo (CHAUVÉL, 1982).....	9
TABELA 02 - Resultados da concentração de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+), expressos em me/100g, no perfil de solo de terra firme na Amazônia Central, segundo (CHAUVÉL, 1982).	10
TABELA 03 - Resultados de interceptação da chuva pela copa das árvores (I), precipitação interna (PI) e escoamento da chuva pelos troncos (Et), em área de floresta na Amazônia.	19
TABELA 04 - Resultados de transpiração e evapotranspiração em área de floresta na Amazônia.	20
TABELA 05 - Número de árvores retiradas, de espécies e o valor médio do DAP pelo manejo realizado em setembro de 1993.	34
TABELA 06 - Estimativas dos percentuais de área correspondente aos tratamentos provocados pelo manejo, para as parcelas dos blocos I, II e IV.	34
TABELA 07 - Distribuição dos equipamentos instalados nas parcelas controle.	49
TABELA 08 - Distribuição dos equipamentos instalados nas parcelas que sofreram manejo.	49
TABELA 09 - Valores dos parâmetros dos ajustes das relações entre o potencial mátrico e a umidade do solo pelo modelo de van Genuchten (1980) das parcelas controles e manejadas em 1993.	64
TABELA 10 - Valores dos parâmetros dos ajustes das relações entre o potencial mátrico e a umidade do solo pelo modelo de van Genuchten (1980) das parcelas controle e manejada em 1987.	65
TABELA 11 - Valores de densidade global do solo (g/cm^3) das parcelas controles e manejadas em 1993.	68
TABELA 12. Valores de densidade global (g/cm^3) das parcelas controles e manejadas em 1987.	68
TABELA 13 - Temperatura ($^{\circ}C$) do solo na profundidade 5 cm no bloco I, referentes aos 6 tratamentos.	70
TABELA 14 - Temperatura ($^{\circ}C$) do solo na profundidade 5 cm no bloco II, referentes aos 6 tratamentos.	71
TABELA 15 - Temperatura ($^{\circ}C$) do solo na profundidade 5 cm no bloco IV, referentes aos 6 tratamentos.	72
TABELA 16 - Temperatura ($^{\circ}C$) do solo na profundidade 10 cm nos blocos I, II e IV.	77
TABELA 17 - Gradientes de temperatura no perfil do solo ($^{\circ}C/cm$) nos blocos I, II e IV.	78

TABELA 18 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 5 cm no bloco IV, referentes aos 6 tratamentos, obtidas durante campanhas intensivas.	87
TABELA 19 - Análise de Variância para a temperatura da profundidade 5 cm, considerando três períodos climáticos	89
TABELA 20 - Teste de Tukey para a temperatura do solo na profundidade 5 cm, considerando três períodos climáticos	89
TABELA 21 - Análise de Variância para a temperatura do solo na profundidade 10 cm, considerando três períodos climáticos.	90
TABELA 22 - Condutividade hidráulica de solo saturado (K_o , mm/h).	91
TABELA 23 - Armazenamento (mm) de água no solo no bloco I.	94
TABELA 24 - Armazenamento de água no solo no bloco II.	95
TABELA 25 - Armazenamento de água no solo no bloco IV.	96
TABELA 26 - Valores calculados do armazenamento de água no solo (A), expressos em mm, para o perfil igual a 70 cm, considerando o perfil saturado(θ_s) e em condições de murcha permanente(θ_{15000}).	98
TABELA 27 - Armazenamento (mm) de água no solo no bloco IV, durante campanhas intensivas.	103
TABELA 28 - Análise de Variância para o armazenamento de água no solo, considerando três períodos.	104
TABELA 29 - Teste de Tukey para as médias de armazenamento de água no solo, considerando três períodos.	105
TABELA 30 - Chuva e precipitação interna, expressas em mm.	107
TABELA 31 - Totais de chuva e de precipitação interna (mm), percentuais de precipitação interna e interceptação, referente à primeira fase.	108
TABELA 32 - Chuva e precipitação interna, expressas em mm (campanhas intensivas).	116
TABELA 33 - Chuva, precipitação interna e interceptação, expressas em mm (campanhas intensivas).	117
TABELA 34 - Cálcio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	123
TABELA 35 - Análise de Variância para as concentrações de cálcio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos	124
TABELA 36 - Magnésio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	125
TABELA 37 - Análise de Variância para as concentrações de magnésio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.	126
TABELA 38 - Potássio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	127
TABELA 39 - Análise de Variância para as concentrações de potássio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.	128

TABELA 40 - Sódio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	129
TABELA 41 - Análise de Variância para as concentrações de sódio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.	130
Tabela 42 - Amônio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	131
TABELA 43 - Análise de Variância para as concentrações de amônio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.	132
TABELA 44 - Nitrato na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.	133
TABELA 45 - Análise de Variância para as concentrações de nitrato na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.	134
TABELA 46 - Cálcio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	137
TABELA 47 - Cálcio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	138
TABELA 48 - Cálcio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	139
TABELA 49 - Análise de Variância para o cálcio na solução do solo, considerando três períodos.	140
TABELA 50 - Teste de Tukey para as médias de cálcio na solução do solo, considerando três períodos.	140
TABELA 51 - Magnésio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	142
TABELA 52 - Magnésio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	143

TABELA 53 - Magnésio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	144
TABELA 54 - Análise de Variância para o magnésio na solução do solo, considerando três períodos.	145
TABELA 55 - Teste de Tukey para as médias de magnésio na solução do solo, considerando três períodos	145
TABELA 56 - Potássio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	147
TABELA 57 - Potássio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	148
TABELA 58 - Potássio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	149
TABELA 59 - Análise de Variância para o potássio na solução do solo, considerando três períodos.	150
TABELA 60 - Teste de Tukey para as médias de potássio na solução do solo, considerando três períodos	150
TABELA 61 - Sódio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	152
TABELA 62 - Sódio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	153
TABELA 63 - Sódio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	154
TABELA 64 - Análise de Variância para o sódio na solução do solo, considerando três períodos.	154

TABELA 65 - Teste de Tukey para as médias de sódio na solução do solo, considerando três períodos	155
TABELA 66 - Amônio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	157
TABELA 67 - Amônio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	158
TABELA 68 - Amônio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	159
TABELA 69 - Análise de Variância para o amônio na solução do solo, considerando três períodos.	160
TABELA 70 - Teste de Tukey para as médias de N-amônio na solução do solo, considerando três períodos	160
TABELA 71 - Nitrato na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	162
TABELA 72 - Nitrato na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	163
TABELA 73 - Nitrato na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.	164
TABELA 74 - Análise de Variância para o nitrato na solução do solo, considerando três períodos.	165
TABELA 75 - Teste de Tukey para as médias de N-nitrato na solução do solo, considerando três períodos.	165
TABELA 76 - Resultados de pH em água, pH em solução de KCl, fósforo assimilável e alumínio nas parcelas manejo e controle do bloco IV. Amostras coletadas no período chuvosa.	169
TABELA 77 - Resultados de pH em água das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.	169

TABELA 78 - Resultados de pH em KCl das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.	169
TABELA 79 - Resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio parcelas manejo e controle do bloco IV. Amostras coletadas no período chuvoso.	171
TABELA 80 - P assimilável. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm ³).	174
TABELA 81 - Potássio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm ³).	175
TABELA 82 - Cálcio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm ³).	175
TABELA 83. Magnésio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm ³).	175
TABELA 84. Resultados de alumínio das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm ³).	176
TABELA 85 - Resultados de matéria orgânica (%). Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.	177

LISTA DE SÍMBOLOS

θ	umidade à base de volume, (cm^3/cm^3)
ρ_g	densidade global (g/cm^3)
Ψ_m	potencial mátrico do solo
AD	água disponível
A_L	armazenamento da água no solo
AS_L	armazenamento de soluto no solo
BC	borda da clareira
BFR	borda da floresta remanescente
C	controle
CC	centro da clareira
CV	causa da variação
DAP	diâmetro à altura do peito
DV	desvio padrão
E	evapotranspiração
Et	escoamento pelos troncos
F	razão de variâncias
FR	floresta remanescente
GL	graus de liberdade.
h	espessura da camada de solo
I	interceptação, mm
Ko	condutividade hidráulica do solo, mm/h
L	camada de solo
n	número de amostra
P	precipitação pluviométrica ou chuva, mm
PI	precipitação interna, mm
QM	quadrados médios
SQ	quocientes das somas de quadrado
T	transpiração
TT	trilha do trator
U	umidade à base de massa (g/g)

RESUMO

FERREIRA, S. J. F. (1999). Ciclo hidrológico e de nutrientes em uma área de manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia Central. São Carlos, 1999. 190p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central submetida a corte seletivo de árvores, foram investigadas variações do armazenamento da água no solo, chuva e precipitação interna; nutrientes na solução do solo, na chuva e na precipitação interna. Também foram estudadas curvas de retenção da água pelo solo, densidade global ou aparente, porosidade do solo e temperatura do solo. Os resultados revelaram que os solos da área do experimento tem a capacidade de armazenar água, do total de seu volume, em média, em torno de 60 % , isto é, quando saturados. Parte dessa água armazenada, próximo de 30 % da água as plantas não podem utilizar, pois é retida em potenciais menores do que -1500 kPa; em torno de 20% pode ser perdida pela ação da gravidade e somente cerca de 11 a 18 % pode ser disponível às plantas, considerando-se um perfil de 1 m de profundidade. De acordo com os resultados de precipitação interna e interceptação, observou-se variações que, para a floresta intocada foram de 74,2 a 87,1 % para a precipitação interna e de 12,9 a 25,8 % para a interceptação. A entrada de nutrientes pela chuva teve, em média, a seguinte sequência: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$, e para a precipitação interna $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$. Os resultados da concentração de nitrato na água de precipitação mostram que a folhagem tem muita importância para o aumento desse nutriente no solo, chegando a proporcionar um aumento, em média, de mais de 8 vezes. O nitrato foi o íon que representou a maior contribuição da folhagem.

Palavras-chave: Amazônia Central, floresta de terra firme, ciclagem de nutrientes e hidrológica, propriedades físicas do solo, manejo florestal.

ABSTRACT

FERREIRA, S. J. F. (1999). Hydrological and nutrient cycles in an area of forest management in "terra firme" forest of Central Amazonia. São Carlos, 1999. 190p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

In a highland area of Central Amazonia submitted to selective timber extraction, changes in soil water storage, rainfall, internal precipitation; nutrients in soil solution, in rainwater and internal precipitation water, were studied. Additionally, soil -water-retention curves, soil bulk density, porosity and temperature, were also studied. The results indicate that the soils of the area have a storage capacity of about 60 % of their volume when saturated, 30 % of which is not available to plants since it is held at potentials lower than -1,500 kPa, 20 % are lost by gravity and only 11 to 18 % are available to plants, when considering a 1m depth profile. With respect to throughfall and forest rainfall interception, values of 74.2 to 87.1 % and 12.9 to 25.8 % were found for the untouched forest, respectively. The nutrient gain through rainfall, followed, on the average, the sequence: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$; and for the internal precipitation $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$. The results of nitrate concentration in rainfall data show that leaves play an important role in the increase of this nutrient in the soil, reaching an average increase of 8 times. Nitrate was the ion that had the greatest concentration from foliage.

Keywords: Central Amazonia, highland forest, hydrological and nutrient cycles, physical properties of soil, forest management.

1 INTRODUÇÃO

Face ao desmatamento que a Amazônia vem sofrendo, ela tem sido foco de interesse e preocupação, não só nacional, mas mundial, pelo fato de ser a maior floresta tropical, de mata alta, densa, em grande parte intocada, e de elevada diversidade biológica. É uma das últimas fronteiras florestais. Para os pesquisadores a sua existência causa perplexidade considerando a baixa fertilidade de seus solos. Outra preocupação é que o desmatamento possa a vir provocar grandes alterações no clima local e global.

Até a década de 60 as estruturas econômica e social da Amazônia brasileira foram influenciadas pelo extrativismo florestal, principalmente de borracha. Para UHL & ALMEIDA (1996) a partir dessa década começou o desmatamento em grande escala, que tem se concentrado em um arco que vai do Estado do Pará, no leste, passando pelo Mato Grosso, até Rondônia, no oeste.

No Estado do Amazonas, com a implantação da Zona Franca, e devido à redução dos estoques florestais no Centro-Sul na década de 70 e também à política de incentivos para a instalação de indústrias na Amazônia, foi iniciado um polo madeireiro significativo. Segundo HUMMEL et al. (1994), a importância do setor madeireiro para o desenvolvimento amazonense é uma realidade, mesmo sem calcular a sua participação na estrutura da economia do estado.

A bacia amazônica, com aproximadamente 7.000.000 de km², é conhecida pela sua exuberante floresta, que se encontra em grande parte abaixo de 200 m de altitude em relação ao mar. Quanto à fertilidade de seus solos pode-se afirmar que:

- áreas que sofrem inundações periódicas pelas águas barrentas e ricas em nutrientes dos rios provenientes da região andina, como o Amazonas e o Madeira, denominadas de várzeas, possuem solos férteis e são utilizadas mais intensamente em atividades agropecuárias, principalmente próximo a Manaus.

- áreas que não sofrem inundação, são caracterizadas por solos pobres, ácidos e de baixa capacidade de troca catiônica, chamadas de terra firme.

Na terra firme da Amazônia (aproximadamente 90% da área) o potencial agropecuário é baixo. No entanto o potencial madeireiro é elevado, mas a falta de informações de manejo dessas áreas limita o conhecimento sobre a sustentabilidade do ecossistema. A sustentabilidade do manejo florestal depende dentre outros fatores da taxa de regeneração da floresta depois de seu corte. Esta regeneração é influenciada pela disponibilidade de nutrientes do ambiente.

Por causa dos baixos teores de nutrientes no solo, a sustentabilidade depende do efeito do corte no ciclo de nutrientes pelos seguintes processos: absorção pelas raízes, chuva, produção e decomposição de liteira, lixiviação etc. Estes processos são influenciados pelo ciclo hidrológico, sendo importante seu entendimento como processos de transferência, não só de nutrientes, mas da água no sistema solo - planta - atmosfera.

Desde o início do ano de 1993 estes processos vêm sendo estudados em uma área de floresta de terra firme pelo Projeto "Biomassa e Nutrientes em Florestas Manejadas"- projeto "BIONTE", financiado pelo DFID (Department For International Development) do Reino Unido. É um projeto interdisciplinar que tem o intuito de estudar e definir as estratégias de corte seletivo de árvores para futuros empreendimentos madeireiros em áreas de floresta de terra firme.

Para este estudo são investigadas as variações do armazenamento da água no solo, chuva e precipitação interna, processos referentes ao ciclo hidrológico; nutrientes na solução do solo, na chuva e na precipitação interna, processos referentes à ciclagem de nutrientes. Em experimento inteiramente casualizado foram escolhidos dois tratamentos, sendo um o controle e outro o que sofreu algum manejo.

O corte seletivo em parcela de 200 x 200 m de um experimento florestal, pela queda e arraste de árvores, provocou 5 diferentes situações no ambiente, as quais, acrescidas do controle, passaram a ser estudadas em 6 situações (tratamentos), que são: controle, clareira, borda da clareira, borda da floresta remanescente, floresta remanescente e área compactada pelo trator (trilha do trator), para responder à principal questão: como o corte seletivo de árvores e a sua remoção provoca alterações nos ciclos de nutrientes e ciclo hidrológico?

O modelo conceitual utilizado para o balanço hídrico e de nutrientes para a floresta supõe que a chuva traz nutrientes que caem sobre a cobertura vegetal, parte do seu volume é interceptado pelas folhas e troncos, e outra parte, após percolar e lixiviar a cobertura vegetal, chega ao solo como precipitação interna. Ao cair sobre a superfície do solo, ocorre a lixiviação da matéria orgânica (liteira, humus e etc.).

Toda a água que chega ao solo infiltra, pois a área do experimento é plana, não sendo considerado o escoamento superficial. No solo a água e os nutrientes armazenados estão à disposição das raízes, e os seus excedentes são perdidos por drenagem. A água retorna à atmosfera através da evaporação da água que é interceptada e pela transpiração, ou seja, pela evapotranspiração.

As principais hipóteses deste estudo são:

1. A manutenção da floresta de terra firme é assegurada pela ciclagem praticamente fechada de nutrientes e estes diminuem com a retirada da biomassa pelo corte de árvores do sistema.
2. A diminuição da cobertura vegetal, que sofre "lavagem", provoca a diminuição dos teores de nutrientes nas águas de precipitação interna.
3. Na derrubada de árvores, outras são atingidas, que quando não retiradas do local, propiciam um aumento da matéria orgânica e de nutrientes logo após o manejo. Pela formação de clareiras, a interceptação da chuva é menor e com isso há maior lixiviação do solo em comparação com parcelas que não sofreram manejo.
4. No período menos chuvoso ocorre a produção de liteira e no período chuvoso a sua decomposição. Nas parcelas de controle, que não sofrem manejo, os teores de nutrientes na água do solo devem apresentar valores mais elevados na época chuvosa. No entanto nas parcelas que sofrem corte, os teores de nutrientes vão ser mais baixos.
5. Nas clareiras as perdas de água do solo para a atmosfera (evaporação mais evapotranspiração) são menos intensas do que nas parcelas controle.

Este trabalho tem como objetivo: a) estudar as alterações no ciclo hidrológico e de nutrientes, causadas pelo corte seletivo de árvores em área de floresta de terra firme; b) avaliar as alterações nas propriedades físicas do solo, como as curvas de retenção da água pelo mesmo, a densidade global ou aparente, a porosidade do solo e a temperatura do solo; c) avaliar os teores de micro e macro nutrientes em amostras de solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características da floresta de terra firme

As florestas que ocorrem nas áreas de várzea, de igapó e de terra firme, de acordo com LISBOA (1991), são responsáveis pela maior parcela do potencial brasileiro florestal e guarda mais de 2.300 espécies vegetais, distribuídas em cerca de 700 gêneros e 120 famílias.

Embora a Floresta Amazônica pareça homogênea, estudos realizados por JARDIM & HOSOKAWA (1987) na mesma área deste estudo, observaram que a floresta é muito heterogênea, com 324 espécies, 173 gêneros e 57 famílias.

É possível observar um mosaico de três principais estruturas florestais. A primeira floresta, conhecida como de “várzea”, periodicamente inundada pelos rios de águas brancas, que são ricos em material em suspensão e têm suas nascentes nos Andes, como o Amazonas. A segunda floresta, inundada por rios de águas pretas, chamada de igapó, é caracterizada por áreas inundáveis por rios que apresentam as águas de coloração escura (preta), com baixas quantidades de sedimentos e nutrientes e que nascem nos escudos das Guianas e do Brasil Central ou nos sedimentos do terciário da bacia Amazônica, tais como os rios Negro e Urubu. A terceira é a floresta de terra firme, que não sofre inundação e ocupa aproximadamente

90% da área da Amazônia. GUILLAUMET (1987), que estudou a estrutura florística na Reserva-km 60, próximo a Manaus, observou que na estrutura da vegetação natural da terra firme ocorre principalmente a *floresta de terra firme*, na qual distingue quatro camadas verticais: árvores acima de 15 m de altura, árvores de 12-15 m, árvores pequenas e arbustos de 7-12 m e arbustos até 7 m; porém são encontradas as florestas: *campinarana, campina e floresta de pântano*.

A área da Amazônia é estimada em 7.050.000 km², incluindo a bacia do Tocantins (SIOLI, 1984). É geologicamente definida como uma bacia sedimentar intracratônica, formada desde a época paleozóica, limitada ao Norte pelo escudo das Guianas, ao Sul pelo escudo Brasileiro e a Oeste pela Cordilheira dos Andes e a região Subandina (SCHUBART, 1983; PUTZER, 1984).

A Amazônia Legal, criada pelo Governo Brasileiro em 1966, abrange os estados do Amazonas, Amapá, Acre, Mato Grosso, oeste do Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, com uma área de 5.033.072 km², limitada pelos paralelos 16⁰ S em Mato Grosso, 13⁰ S em Goiás, e pelo meridiano de 44⁰ W Gr. no Maranhão. Esta área corresponde a cerca de 60% do território brasileiro (EMBRAPA, 1994).

2.2 Solo

Geologicamente o solo deste estudo faz parte da área da Sinéclise do Amazonas, em que, no terciário, foi depositada uma sequência sedimentar em ambas

as margens da Sinéclise do Amazonas, formando o que se denomina de Grupo das Barreiras (VIEIRA & SANTOS, 1987). De acordo com CAMARGO & RODRIGUES (1979), apud CHAUVEL et al. (1992), o solo da área de estudo é um "Latossolo Amarelo, álico, textura muito argilosa. É composto de caulinita (80%) de hidróxido de ferro e alumínio, e de 5 a 15 % de quartzo.

Sob um clima bastante seco, a alteração dos minerais das rochas-mães leva à formação de alguns tipos de argilas, como as esmectitas. Sob um clima mais úmido, as argilas formadas são diferentes, como a caulinita. Por suas características morfológicas e mineralógicas, o solo reflete o clima sob o qual se formou. No caso dos latossolos, que junto com os solos podzólicos são os solos mais comuns da Amazônia, a indicação da idade é dada, em primeiro lugar, pela sua espessura e pela natureza dos minerais que o compõem e há indicação de que esses solos foram formados entre 10 e 100 milhões de anos (LUCAS et al., 1993). Esses pesquisadores informam que estudo palinológico e sedimentológico realizado por uma equipe franco-brasileira mostrou que, durante os últimos 60 mil anos, ocorreram episódios de forte regressão da floresta amazônica oriental, ligados a episódios climáticos mais secos que os atuais. De acordo com LATRUBRESSE & FRANZINELLI (1993), o clima da Amazônia sul ocidental, com a instalação do último máximo glacial entre 26 mil e 10 mil anos passados, ficou mais seco que o atual, as vazões dos rios menores que as de hoje e a floresta chegou a ser substituída por savanas. KRONBERG & BENCHIMOL (1993) observaram uma possível correlação entre os processos presentes e passados que reforça a hipótese de que a região amazônica já teria sido árida, porque nos seus estudos realizados no Estado do Acre, verificaram

uma grande concentração de gipsita, e interpretam como uma evidência de aridez dessa região durante o último período glacial, pois o processo de formação da gipsita é observado em regiões áridas, como no nordeste da África.

2.2.1 Características físicas e químicas do solo

CHAUVEL (1982) estudou o solo da área e classificou o perfil em 6 horizontes: O - 2-0 cm, A1 - 0-5 cm, A3 - 5-35 cm, B1 - 35-70cm, B21 - 70-150 cm e B22 - 150-230 cm. Também fornece resultados de análise granulométrica para o perfil em área da Reserva ZF-2, informa que o teor de argila varia de 80,5 a 89,1%; e seus resultados da análise química são mostrados pelas Tabela 01 e 02.

TABELA 01 - Resultados da concentração de matéria orgânica (MO), Nitrogênio, pH, Fósforo total(P_2O_5 , t) e assimilável(P_2O_5 , a), segundo (CHAUVEL, 1982).

Perfis Horizonte	Prof. (cm)	M.O %	N %O	pH H_2O	pH HCl	P_2O_5 (t) ‰	P_2O_5 (a) ‰
A1	0-10	5,0	2,12	4,3	3,6	0,120	0,015
A3	10-20	3,2	1,48	4,3	3,7	0,090	0,013
	20-30	2,2	1,02	4,6	3,8	0,080	0,006
B1	30-40	2,0	0,938	4,7	3,9	0,080	0,003
	50-60	1,7	0,794	4,9	3,9	0,070	0
B21	80-90	1,0	0,489	5,5	4,1	0,045	0
	120-140	0,7	0,344	5,3	4,2	0,045	0

TABELA 02 - Resultados da concentração de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+), expressos em me/100g, no perfil de solo de terra firme na Amazônia Central, segundo (CHAUVEL, 1982).

Perfis Horizonte	Prof. (cm)	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
A1	0-10	0,24	0,12	0,05	0,06
A3	10-20	0,24	0,06	0,03	0,02
	20-30	0,24	0,06	0,02	0,02
B1	30-40	0,18	0,06	0,01	0,02
	50-60	0,18	0,18	0,06	0,01
B21	80-90	0,12	0,06	0,01	0,02
	120-140	0,12	0,06	0,01	0,02

O latossolo amarelo, encontrado na região, com ou sem saturação elevada de alumínio, é um solo profundo, bastante envelhecido, apresenta baixo conteúdo de carbono orgânico. A capacidade de troca iônica nos horizontes superficiais é significativamente dominada pela matéria orgânica, pois esta chega a alcançar, em média, 82% da capacidade de troca catiônica total (VIEIRA & SANTOS, 1987). CERRI et al. (1991) relatam que o conteúdo de matéria orgânica de um perfil de solo de 5m é da ordem de 240 t/ha, dos quais 120 t/ha estão concentrados no 1 m do solo. CHAUVEL (1982) determinou o teor de matéria orgânica em torno de 210 t/ha para o perfil de solo de 1 m, para a floresta primária na área da Reserva ZF-2. MEDINA & LEITE (1985) registraram valores de matéria orgânica em floresta primária em latossolo amarelo, próximo a Manaus, cujos valores foram: 3,7% e 2,3% respectivamente às profundidades 0-15 cm e 15-30 cm.

A matéria orgânica morta dos solos tropicais tem um papel muito importante na ciclagem de nutrientes. Para ANDERSON & SPENCER (1990), os produtos de decomposição da matéria orgânica favorecem as interações com a matriz

do solo, principalmente com as argilas; e em solos ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica, é importante para a retenção de nutrientes.

Quanto à densidade aparente ou global do solo de latossolo amarelo sob floresta primária, MEDINA & LEITE (1985) registraram valores de 1,26 g/cm³ e 1,29 g/cm³, respectivamente às camadas 0-15 cm e 15-30 cm. Também CORRÊA (1984) determinou a densidade aparente para o mesmo tipo de solo e obteve os seguintes dados: para o horizonte A₁ (0-8 cm), 0,9 g/cm³; A₃ (8-33 cm), 1,1 g/cm³ e B₂ (33-70 cm), 1,2 g/cm³.

Apesar do latossolo amarelo sob floresta com alta proporção de argila, acima de 80%, com uma textura muito argilosa, apresenta elevada condutividade hidráulica saturada. REICHARDT et al. (1980) registraram valor médio de 35 mm/h, em condições de laboratório, com amostras de solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Br 174, km 45. MEDINA & LEITE (1985) em medidas diretas no Campo Experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSP) fornecem dado médio de 223 mm/h. TOMASELLA & HODNETT (1996) fizeram medidas da condutividade hidráulica em três diferentes profundidades do solo na Fazenda Dimona e constataram que houve diferença significativa, os valores obtidos foram: para a superfície do solo (66,4 mm/h), a 0,3 m (96,6 mm/h) e para 1,05 m (16,8 mm/h).

CRESTANA & POSADAS (1998) apresentam uma técnica de investigação da percolação da água no solo. Esta técnica foi desenvolvida para estudar caminhos preferenciais da água no solo, a qual possibilita elucidar porque o

latossolo amarelo com elevado teor de argila permite que a água infiltre com facilidade.

Estudos com raízes realizados em latossolo amarelo mostram a sua ação, principalmente na dinâmica da água. De acordo com CHAUVEL et al. (1992) nos primeiros 40 cm superficiais, as chuvas frequentes e a atividade biológica permitem condições favoráveis à absorção da água pelo sistema radicular e dos nutrientes, e a falta de chuva por mais de uma semana esgota a reserva de água disponível às plantas. HODNETT et al. (1995), no entanto, verificaram que, quando compararam o comportamento do armazenamento da água no solo entre o solo sob floresta e sob pastagem para um perfil de 2 m de profundidade, não houve grande diferença entre os dados tanto no período seco quanto no chuvoso na camada de 0-1 m. Na camada abaixo, 1-2 m, constataram diferença no período de 19 de julho a 20 de setembro de 1991, período seco, a perda de água para a floresta foi 43 mm e para a pastagem 13 mm. Isto indica que no período seco a floresta retira água de camadas mais profundas.

A ação da chuva, raízes, produção e decomposição de liteira, precipitação interna e lixiviação são alguns processos que são influenciados pelo ciclo hidrológico.

MARTINS et al. (1991), nas pesquisas que realizaram em área de floresta natural e manejada, observaram que com os processos de utilização do uso de floresta utilizando a queima, proporcionam alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, como aumento da densidade global, diminuição da porosidade e da matéria orgânica. Porém, notaram uma tendência a retornar às condições naturais

após um suficiente período de pousio. CERRI et al. (1991), também verificaram essa tendência em áreas de floresta próxima a Manaus, que sofrera substituição por pastagem, através da análise do carbono-13, onde em oito anos a recuperação foi de 50 % da matéria orgânica de origem de gramínea.

A dinâmica das raízes e da biomassa microbiana nas camadas superficiais do solo de floresta de terra firme e de uma pastagem jovem adjacente foi estudada por LUIZÃO et al. (1992), que verificaram a contribuição das raízes, principalmente das mais finas, diâmetro inferior a 1 mm, de renovação muito rápida e intimamente relacionadas à atividade microbiana do solo, é tão importante quanto a liteira como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, onde a dinâmica de uma fina camada superficial do solo é a chave para o funcionamento do ecossistema, devendo sempre ser levado em consideração nos casos de manejo racional do solo na Amazônia.

LUIZÃO & SCHUBART (1987), observaram que a produção de liteira na terra firme se dá no período menos chuvoso, de junho a outubro, e a decomposição ocorre durante a estação chuvosa. Conforme LUIZÃO & LUIZÃO (1991) a produção de liteira fina, de decomposição mais rápida, não incluindo galhos grossos e troncos, tem sido estudado na Amazônia brasileira. As taxas de folhas secas representam 70 % do total da liteira, são claramente sazonais, com valores mais elevados na estação chuvosa. Para LUIZÃO (1989) apud LUIZÃO & LUIZÃO (1991), a quantidade de liteira produzida cada ano, para o solo de uma floresta de platô sobre latossolo amarelo na região de Manaus, proporciona uma entrada de 3880

kg de carbono, 151 kg de nitrogênio, 3 kg de fósforo, 16 kg de enxofre, 15 kg de potássio, 37 kg de cálcio, 14 magnésio e 9 kg de sódio.

2.3 Clima e Hidrologia

De acordo com NIMER (1977), a Região Norte do Brasil, enquadrada na Amazônia, apresenta, ao longo de sua extensão, clima quente, superúmido e úmido.

RIBEIRO (1976) realizou estudos num período de 9 anos, de 1965 a 1973, sobre o clima de Manaus, e de acordo com a classificação de Köppen, com base em dados de temperatura do ar, precipitação e suas distribuições dentro das estações do ano, classificou o clima de A, que corresponde a clima tropical praticamente sem inverno, porque a temperatura média mínima não foi inferior a 18.0°C. Com relação a precipitação, o mês que apresentou o registro mais baixo de chuva foi superior a 60 mm em média, correspondendo ao tipo climático f, indicando chuvas durante todo o ano. A variedade climática foi i, indicando isotermia, por não apresentar verão nem inverno, face às oscilações anuais da temperatura média não chegarem a 5°C. Portanto, para Manaus, a fórmula climática é: Af_i.

Ribeiro (1991) analisou dados de temperatura do ar e chuva para Manaus, desde 1911 até 1985; concluiu que a temperatura média anual foi de 26,8 °C, a média anual de chuva foi de 2107 mm. Informa que a estação chuvosa

(dezembro-maio) teve precipitação média de 1546, enquanto que a estação mais seca (junho-novembro) apresentou média de 561 mm.

Para SALATI et. al (1991), a temperatura média anual varia muito pouco na faixa central caracterizada pela planície amazônica. Os valores tendem a aumentar à medida que se avança para oeste. Em Belém, a temperatura média mais elevada, 26,9°C, ocorre em novembro e a mais baixa em março, 24,5°C. Em Manaus a temperatura média mensal mais elevada, 27,9°C, ocorre em setembro e a mais baixa, 25,8°C, em fevereiro.

Variações significantes de temperatura podem ocorrer quando frentes frias de origem polar sul invadem parte da Amazônia Central e Oeste, podendo ser registradas temperaturas mínimas da ordem de 14°C (BRINKMAN et al., 1971 ; NIMER, 1977; SALATI, 1983 e 1984).

Para FISCH et al. (1998) a nebulosidade e o regime de precipitação determinam o clima amazônico, sendo que suas características são o resultado de um complexo sistema de interações de fenômenos meteorológicos. Estes fenômenos são:

1. Circulação Geral e Alta da Bolívia - A América do Sul possui uma característica muito particular de apresentar o desenvolvimento de um anti-ciclone em altos níveis (200 hPa), durante os meses de verão, associado com a forte convecção da região amazônica. Este anti-ciclone foi denominado de Alta da Bolívia (AB), porque está situado sobre a região do altiplano boliviano. Na época de inverno, ocorre a desintensificação da AB, com o seu completo desaparecimento.
2. El - Niño - Quando o evento El Niño/Oscilação Sul (ENOS) ocorre, ele provoca o desvio da precipitação durante a estação chuvosa, devido ao ramo descendente da célula de

Walker deslocar-se para a região sobre a Amazônia, inibindo a formação de atividades convectivas. 3. Friagem - Apesar da região amazônica situar-se próxima ao equador, a parte meridional sofre, eventualmente, a ação de frentes frias de origem polar sul. 4. Linhas de Instabilidade - São caracterizadas por possuir grandes conglomerados de nuvens cumulonimbus e são formadas devido à circulação de brisa marinha, e são responsáveis pela formação de chuvas próximo à costa litorânea dos estados do Pará e Amapá, bem como de precipitação na Amazônia Central, durante a estação seca. 5. Brisa Fluvial - É um mecanismo físico no qual o ar, face ao contraste térmico entre a água-terra, move-se em direção do continente durante o dia e vice-versa à noite. 6. Penetração de Sistemas Frontais e Organização da Convecção na Amazônia - Estes sistemas frontais proporcionam a organização e formação de uma banda de nuvens orientada no sentido NW/SE, possuindo sua máxima intensidade nos meses de verão, aumentando o regime de precipitação da região (época chuvosa).

2.3.1 Precipitação e reciclagem.

A distribuição das precipitações anuais na Amazônia é bastante irregular. Segundo SALATI (1983), as médias anuais de precipitações variam de mais de 6000 mm nas encostas Andinas a aproximadamente 1600 mm na interface da Amazônia com o cerrado do Planalto Central Brasileiro, sendo a média geral da ordem de 2200 mm anuais.

MARQUES et al. (1979), citado por SALATI et al. (1991), informam que a quantidade de vapor precipitável encontrado para a Amazônia é, em média, 40mm, proporcionando uma massa de vapor d'água da ordem de 24×10^{10} ton.

Estudos do comportamento isotópico do oxigênio confirmam o papel da reciclagem da água na bacia Amazônica. SALATI et al. (1979) utilizaram a técnica de fracionamento isotópico ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) e observaram que o $\delta^{18}\text{O}$ é caracterizado por um gradiente de $0,75 \times 10^{-3} \text{ ‰}\cdot\text{km}^{-1}$, em amostras de água de chuva.

LEOPOLDO et al. (1987) afirmam que de 50 a 75% da precipitação retorna à atmosfera através da evapotranspiração e a quantidade de vapor produzido anualmente pela floresta amazônica é de $6,48 \times 10^{12} \text{ m}^3$.

2.3.2 Intercepção, precipitação interna, escoamento da chuva pelos troncos e evapotranspiração.

A intercepção de chuva em floresta de Terra firme tem apresentado resultados diferentes, possivelmente seja a metodologia e/ou pela estrutura da vegetação. A intercepção da chuva pelo dossel, segundo TUCCI (1993), depende de vários fatores: características da precipitação e condições climáticas, tipo e densidade da vegetação e período do ano. Esse volume retido é perdido por evaporação e retorna à atmosfera. A precipitação interna se refere à parte da chuva que drena o dossel e chega ao solo. O escoamento pelos tronco também é parte da chuva que chega ao solo.

Segundo VILLA NOVA & REICHARDT (1989), os reservatórios naturais da água na superfície da terra, sem levar em conta a atmosfera, são: os reservatórios de água livre (lagos, rios, canais, etc) denominados de “superfície d’água livre”, o armazenamento do solo através dos seus poros capilares e não capilares, e os tecidos das plantas. A perda de água em cada um destes reservatórios é sempre condicionada pelos elementos de clima, sendo os de atuação direta: a radiação solar, a umidade relativa, a temperatura e o vento. Definem a evaporação como a taxa de transferência para a atmosfera da fase líquida para a fase de vapor, da água contida em um reservatório natural qualquer. Definem ainda:

- Evaporação - quando se refere à evaporação de superfícies d’água livre (espelhos d’água).
- Evaporação de solo nu - quando se refere à evaporação de solo sem vegetação.
- Evapotranspiração - quando se refere à evaporação de solos vegetados mais a transpiração das plantas.

Apesar de não estar explícita acima a água perdida por interceptação deve ser considerada como evaporação, e conseqüentemente faz parte da evapotranspiração, quando se considera como unidade de estudo o sistema solo-planta-atmosfera.

RIBEIRO (1996) afirma que as florestas tropicais têm um importante papel no ciclo hidrológico da região, proporcionando o retorno da água para a

atmosfera através do processo de evapotranspiração. Informa que, dentre os constituintes da evaporação, o processo ocorrido na superfície dos principais rios, como o Amazonas, e nos lagos de várzea são importantes. Não encontrou um forte sinal que pudesse indicar a contribuição de fontes de evaporação pela floresta, com exceção das chuvas por ela interceptadas.

A tabela 03 apresenta dados de interceptação da chuva pela copa das árvores (I), precipitação interna (PI) e escoamento da chuva pelos troncos (Et). Esses dados foram obtidos em área de floresta na Amazônia.

Dados obtidos por LEOPOLDO et al. (1993), nos experimentos que desenvolveram em área de floresta de terra firme para estimar o efeito do desmatamento no balanço hídrico, mostram que a perda de água por evaporação foi da ordem de 41,8 % do total da precipitação em um lisímetro com latossolo amarelo, em torno de 26,4% para o lisímetro com areia quartzoza. A evapotranspiração da cobertura florestal foi estimada em 67,9 %. Outros dados de evapotranspiração registrados em área da região amazônica são fornecidos pela tabela 04.

TABELA 03 - Resultados de interceptação da chuva pela copa das árvores (I), precipitação interna (PI) e escoamento da chuva pelos troncos (Et), em área de floresta na Amazônia.

Local	I (%)	PI (%)	Et (%)	autor
Bacia Modelo	22	77,7	0,3	Franken et al. (1982a)
Reserva Florestal Ducke	19,8	80,2	-	Franken et al. (1982b)
Bacia Modelo	25,6	-	-	Schubart et al. (1984)
Bacia Modelo	21,3	78,4	0,3	Leopoldo et al. (1987)
Reserva Florestal Ducke	8,9	91	1,8	Lloyd e Marques (1988)
Reserva vale do Rio Doce	12,9	86,2	0,8	Ubarana (1996)
Reserva Jaru	11,6	87	1,4	Ubarana (1996)

TABELA 04 - Resultados de transpiração e evapotranspiração em área de floresta na Amazônia.

Local		T (%)	E (%)	T (mm/d)	E (mm/d)	autor
Reserva Ducke	Florestal	62,0	80,7	3,5	4,6	Leopoldo et al. (1982)
Bacia Modelo		48,5	74,1	2,7	4,1	Leopoldo et al. (1984)

De acordo com VILLA NOVA et al. (1976) o balanço hídrico da bacia Amazônica é um problema de difícil solução, não somente pelas dimensões e características da região, como também pela escassez de dados meteorológicos e hidrológicos. A partir de um balanço de energia, fizeram um balanço para a região. Seus dados indicam que 90 % da evapotranspiração deve-se ao balanço de energia e a evapotranspiração real, deve, nesta região, ser aproximadamente igual à potencial e a média encontrada foi da ordem de 4 mm/dia. Resultados mais recentes estimam a evapotranspiração potencial média entre 4,0-4,5 mm.dia⁻¹, com variações sazonais decorrentes da existência ou não de chuvas, conforme FISCH et al. (1998).

2.4 Ciclagem de nutrientes

Para ODUM (1988), o padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos, em especial nos trópicos úmidos, é diferente e de várias maneiras importantes, do padrão da zona temperada setentrional. Para ele, nas regiões frias, grande parte da matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis permanece o tempo todo no solo ou no

sedimento; nos trópicos, uma parte muito maior está na biomassa, sendo reciclada dentro da estrutura orgânica do sistema, com o auxílio de várias adaptações biológicas que propiciam a conservação de nutrientes, inclusive mutualísticas entre microorganismos e plantas. A remoção da estrutura biótica evoluída e bem-organizada implica na perda rápida de nutrientes por lixiviação sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas, principalmente em locais que são pobres em nutrientes. Afirma que práticas agrícolas empregadas em regiões temperadas como a utilização de monoculturas de plantas anuais de vida curta, são inapropriadas para as regiões tropicais; e a rica diversidade de espécies nos trópicos de alguma forma tem que ser preservada, e deve ser feita uma reavaliação ecológica da agricultura tropical em particular e do gerenciamento ambiental em geral, se quisermos corrigir os erros do passado e evitar desastres ecológicos no futuro.

Todos os ecossistemas são sistemas abertos, portanto, aberto para o fluxo de massa e energia. Para WALKER & FRANKEN (1983), os sistemas abertos têm **input** de energia, de nutrientes e de água como transportador, e **output** de energia (perda entrópica), de metabolitos não utilizáveis e de água; entre os dois existem os fluxos do metabolismo rigorosamente unidirecionais embora em boa parte circulares. Nunca ocorre equilíbrio estático. Num sistema aberto e estável, o input é igual ao **output**, o fluxo é constante e encontra-se num estado "steady-stat" (equilíbrio dinâmico). A estrutura macroscópica da floresta de terra firme está caracterizada por um fluxo fraco de **input**→**output**, e um fluxo rápido e maciço de reciclagem.

Segundo SHUBART (1984), a elevada eficiência na reciclagem de nutrientes observada nas florestas tropicais tem sido correlacionada com a alta diversidade biológica. E a reciclagem de nutrientes se contrapõe à lixiviação dos solos, pois representa um mecanismo de conservação de nutrientes no ecossistema, promovendo ao mesmo tempo, a produtividade biológica, mantendo o bom estado nutricional das plantas.

O clima quente e úmido favorece os processos de intemperização de rochas e a lixiviação dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. A exposição do solo por longo tempo à ação das chuvas abundantes, temperaturas elevadas e aliada às grossas texturas do substrato geológico, que permite fácil drenagem da água de percolação, torna o intemperismo mais intenso (SCHUBART, 1984).

BRUIJNZEEL (1991) afirma que ciclagem de nutrientes em florestas envolve um conjunto complexo de mecanismos de realimentação direta e indireta entre o solo e a vegetação. O ecossistema florestal constitui um sistema aberto com elementos químicos entrando e saindo. Muitas vezes é empregado o termo "ciclagem biogeoquímica" para denotar o fenômeno no qual os elementos tendem a mover dos componentes não vivos (geo) para os organismos (bio) e vice-versa.

A exuberância da floresta de terra firme, segundo FRANKEN et al. (1985), é garantida por um particular mecanismo de disponibilidade e retenção de nutrientes essenciais à sua manutenção, ao lado da existência das condições básicas de calor e umidade.

Resultados de fluxos de íons através da água de chuva determinados na Reserva Ducke, próximo de Manaus, por FRANKEN et al. (1985), apresenta

valores de Cloreto (13,6), Amônia (6,60), fosfato (0,10), sódio (8,4) e potássio (2,40), expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Observaram que a água de chuva após percolar o dossel (precipitação interna), seus valores são aumentados: cloretos (29,9), Amônia (7,4), fosfato (0,27), sódio (11,10) e potássio (22,1).

FORTI & MOREIRA-NORDEMANN (1991), FORTI & NEAL (1992a), também na Reserva Ducke, observaram o efeito de "lavagem" do dossel pelo aumento das concentrações de nutrientes em amostra de água de precipitação interna para dois períodos (chuvoso e seco). Esses aumentos foram para Mg^{2+} e K^{+} (90%), Na^{+} (70%), Ca^{2+} (60%), Cl^{-} (25-40%), e SO_4^{2-} (40%). Observaram que no período seco a NH_4^{+} sofreu um empobrecimento. Semelhantemente SCHUBART et al. (1984) constatou o mesmo comportamento: na água de chuva registraram valores de cloreto (21,2), amônio (6,0), fósforo (0,104), sódio (10,4) e potássio (2,1), concentrações expressas em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Na água de precipitação interna esses valores foram mais elevados: de cloreto (29,9), amônio (7,4), fósforo (0,266), sódio (11,1) e potássio (22,1).

Resultados de nutrientes da água de escoamento superficial revelam a pobreza dos solos da bacia de drenagem da floresta de terra firme. FRANKEN et al. (1985) registraram valores, expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, de cloreto (3,94), amônia (0,39), fosfato (0,003), sódio (0,75) e potássio (0,75), em amostras de água de escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, denominada Bacia Modelo, ao norte de Manaus. SCHUBART et al. (1984) também verificaram que a água da bacia do igarapé Barro Branco (água de drenagem) apresentava as concentrações de nutrientes mais baixas do que a água da chuva e precipitação interna, cujos valores

foram: cloreto (4,2), amônio (0,2), fósforo (0,008), sódio (0,9) e potássio (0,4), expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$.

Medidas de solução do solo utilizando lisímetros de gaveta e cilíndrico tensão zero por PICOLLO et al. (1994) mostraram concentrações mais elevadas na solução do solo amostrada com lisímetro cilíndrico. Seus experimentos foram realizadas em dois locais na Amazônia Central: um em floresta natural e o outro após o desmatamento e queimada da vegetação. Observaram que os fluxos da maioria dos íons que analisaram e coletados no lisímetro cilíndrico durante o primeiro período úmido na superfície do solo 0-20 cm, foram maiores sob floresta queimada do que sob floresta natural, porém, durante e após a seguinte estação seca e o segundo período chuvoso, foram maiores para todos os íons estudados na superfície do solo em floresta natural. Atribuem esse comportamento à deterioração da estrutura do solo da floresta que sofreu corte e à entrada contínua da serapilheira para o solo da floresta natural.

Estudos realizados antes e logo após o manejo realizado na reserva de manejo florestal, denominada de ZF-2, mostram que as tensões do solo, nos meses de novembro e dezembro, são baixas, abaixo de 15 kPa (MELLO et al., 1996).

2.5 Variabilidade espacial e temporal

Para REICHARDT (1996), observações feitas em estudos agronômicos do sistema solo-planta necessitam incluir considerações sobre a

variabilidade espacial e temporal de solos em condições de campo. É importante estabelecer critérios para definir: o espaçamento entre as medidas a serem feitas, a frequência e o número das observações, para que o valor médio obtido caracterize o local considerado.

Efeitos da variabilidade para estimar a evapotranspiração foram avaliados por VILLAGRA et al. (1995), que observaram que a variabilidade do armazenamento da água, do gradiente hidráulico, da condutividade hidráulica do solo e da densidade de fluxo de água, influenciaram no cálculo da evapotranspiração, proporcionando um coeficiente de variação de 40 % nas estimativas da evapotranspiração.

FORTI & NEAL (1992b), na análise estatística que fizeram com dados de precipitação interna em floresta de terra firme na Amazônia central, observaram a variabilidade nos fluxos de solutos e de água. Recomendam que sejam utilizados no mínimo 20 coletores. LLOYDE & MARQUES FILHO (1988), informam que a recolocação randômica dos coletores é melhor do que fixados.

2.6 Efeitos do desmatamento

Muitos pesquisadores têm demonstrado preocupação para com o efeito do desmatamento da floresta na Amazônia, face aos problemas já apontados, onde pode-se destacar efeitos nas propriedades físicas, químicas e biológicas: Altas temperaturas, precipitação relativamente elevada, qualidade dos solos de terra firme e

um sistema biológico complexo. A retirada de madeira em grandes proporções pode causar alterações no próprio local, para a região amazônica e também a nível global.

Segundo CHAUVEL et al. (1991) a utilização de máquinas no desmatamento em latossolo provoca a redução de micro e mesoporos ($1 \mu\text{m} < \phi < 100 \mu\text{m}$) resultando na homogeneização do espaço entre as partículas de argilas, provocando a diminuição da disponibilidade de águas às plantas. MEDINA & LEITE (1985) verificaram que a compactação do solo pelo uso de máquinas agrícolas afetou a condutividade hidráulica do solo.

LEOPOLDO et al. (1993) informam que o desmatamento em grande escala poderá diminuir de perda de água por evapotranspiração, tendo consequência direta no balanço de água e da radiação solar, havendo assim a expectativa de mudança nas condições climáticas da região.

Cálculos de balanço hídrico realizados por VILLA NOVA et al. (1976) para a Amazônia, informam que a bacia funciona como um sistema que recebe, através da precipitação, $14,4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ de água por ano, e deste valor são balanceados por uma descarga superficial $5,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ e uma evapotranspiração de $8,9 \times 10^{12} \text{ m}^3$. Sendo que a transpiração pelas plantas é responsável por 61,8 % do balanço hídrico, indicando que um desmatamento intensivo deverá trazer alterações no ciclo hidrológico.

SHUKLA et al. (1990) usaram modelo atmosférico e biosférico global para avaliar o efeito do desmatamento na Amazônia no clima regional e global. Avaliaram a substituição da floresta por pastagem e informam que haverá um aumento da temperatura, diminuição da evapotranspiração e da precipitação na

região. A simulação também indicou um aumento da estação seca. Os seus resultados sugerem que a completa e rápida destruição da floresta pode ser irreversível.

NOBRE & GASH (1997) relatam as experiências do projeto ABRACOS na Amazônia, com a participação de pesquisadores brasileiros e britânicos, que obtiveram informações sobre características da floresta amazônica e de áreas desmatadas da região. Os dados coletados pelo projeto foram utilizados para calibrar modelos climáticos. As simulações desses modelos indicam que haveria uma resposta substancial ao desmatamento. O clima ficaria mais quente e menos úmido, os volumes de chuva diminuiriam podendo chegar a 20%, caso a floresta amazônica fosse substituída por pastagens.

HOUGHTON (1990) destaca o efeito global provocado pelo desmatamento de florestas tropicais, com a emissão de gases como o CO₂ que contribui para o efeito estufa, nas mudanças do clima da terra.

Conforme VICTÓRIA et al. (1991) a emissão de CO₂ devido à queima de floresta é recente, e para a Amazônia, as grandes queimadas somente surgiram com ímpeto a partir da década de 70. Salientam que mesmo havendo divergências nas estimativas atuais, o papel da Amazônia no efeito estufa deve ser levado em consideração e amplamente discutido. SALOMÃO et al. (1996) dizem que o carbono liberado nas queimadas das florestas é reabsorvido nas áreas ocupadas por capoeiras, espalhadas pela Amazônia e os fluxos de carbono não vêm sendo devidamente avaliados nas pesquisas que estudam os efeitos nocivos dos desmatamentos.

Para UHL et al. (1990) a floresta virgem, nos trópicos úmidos, raramente se incendia. No caso disso ocorrer, é praticamente impossível que o fogo atinja grandes extensões de terra. A transformação da paisagem natural pela ação do homem forma uma mistura de trechos de floresta explorada com a retirada de madeira, pastagens e terras abandonadas. Com essas alterações provocadas pelo uso da terra, a Amazônia está se tornando a cada dia mais suscetível ao fogo e a grande incêndio, tal como ocorreu em Kalimantan, Indonésia, entre 1982 e 1983.

2.7 Manejo florestal (Sistema S. E. L. - seleção de espécies listadas)

Para JARDIM & HOSOKAWA (1986/1987), na Amazônia, a grande biomassa lenhosa, que constitui as florestas tropicais, representa um recurso natural cujo aproveitamento em bases racionais é um desafio para o qual a Ciência Florestal ainda não desenvolveu técnicas adequadas, que não impliquem na exaustão do mesmo e degradação do ecossistema que ele constitui.

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, através da Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST), com o projeto “Manejo ecológico e exploração da floresta tropical úmida de terra firme”, iniciado em 1979, vem desenvolvendo experimentos com manejo florestal visando a produção sustentável de madeira e de outros produtos da floresta. Este projeto teve a sua segunda fase com o projeto “BIONTE”. Estes projetos adotaram o manejo de sistema S.E.L, que consiste em espécies com valor atual no mercado, ou com valor potencial

devido a sua característica física ou silviculturalmente importante para a CPST. O manejo também é chamado de extração seletiva de madeira. Este sistema é sugerido por HIGUCHI et al. (1991) e afirmam que o manejo florestal sustentado significa a condução de um povoamento florestal aproveitando apenas aquilo que ele é capaz de produzir, ao longo de um determinado tempo, isto é, é o aproveitamento daquilo que a floresta produz, sem comprometer o seu capital inicial.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do INPA, cerca de 80 km ao norte de Manaus, em uma área de estudo de manejo florestal (figura 01), localizada entre os quilômetros 21 e 24 da margem esquerda da estrada vicinal ZF-2 do distrito Agropecuário da SUFRAMA, limitando ao Norte com terras da CEPLAC e a estrada ZF-2, ao Sul com terras do IBAMA e Universidade do Amazonas, a Oeste com o rio Cuieiras e a leste com a Rodovia BR-174 (Manaus - Boa Vista). As coordenadas geográficas dessa área são aproximadamente as seguintes: 02° 37' a 02° 38' de latitude Sul e 60°09' a 60°11' de longitude Oeste.

A figura 02 apresenta a descrição da área estudada. São 3 blocos (I, II e IV), subdivididos em parcelas (1, 2, 3, 4, 5 e 6).

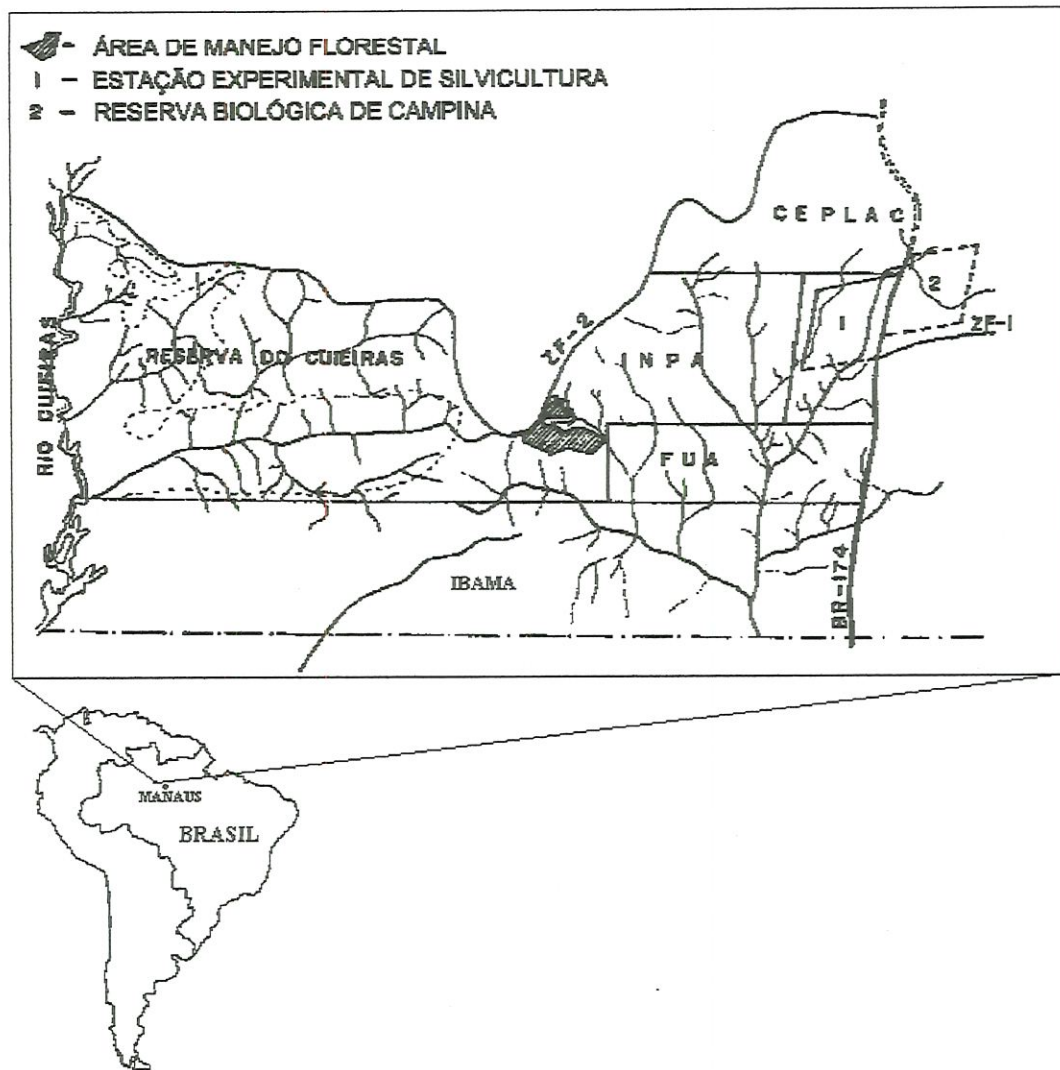


FIGURA 01. Localização da área de estudo de manejo florestal.

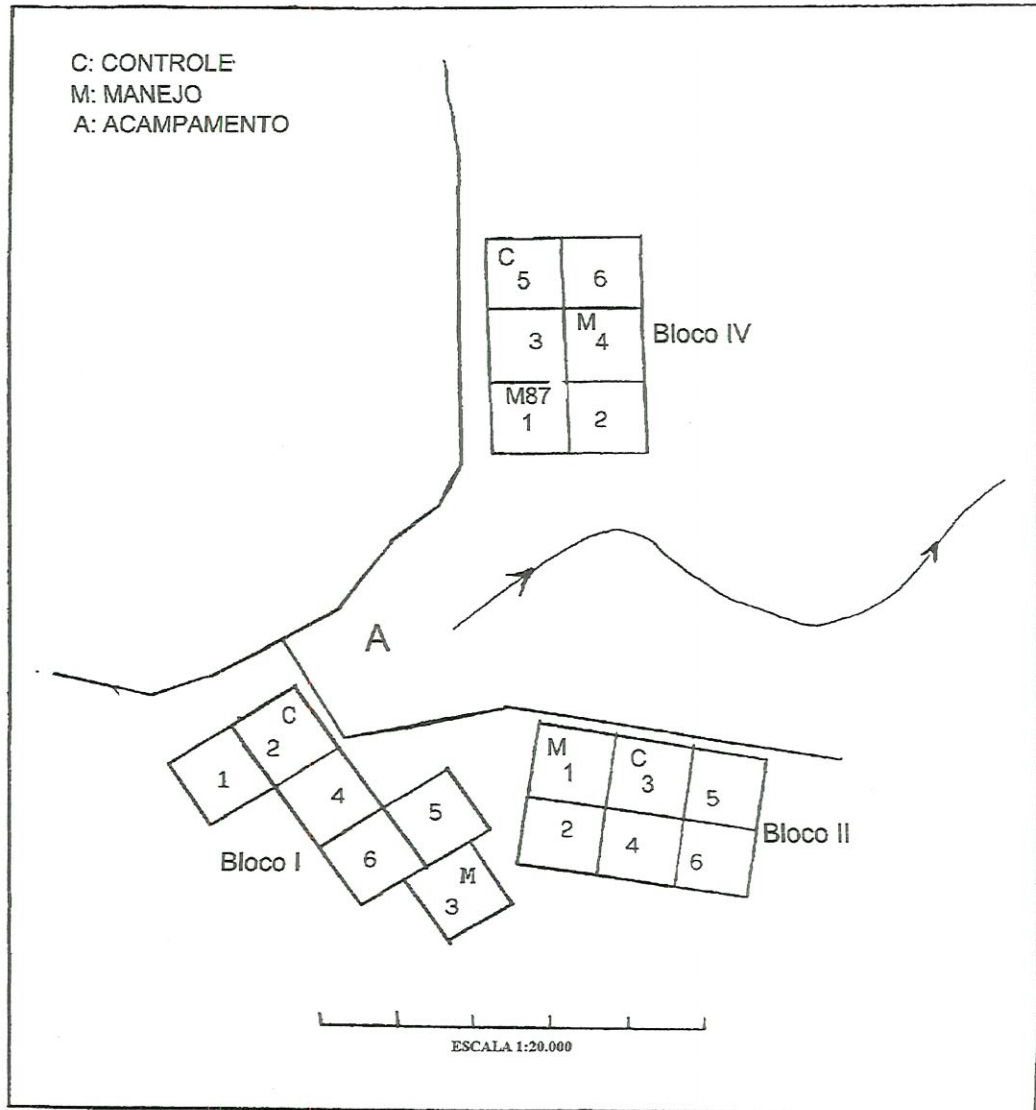


FIGURA 02. Reserva ZF-2. Localização dos blocos I, II e IV, divididos em parcelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para este estudo foram investigadas três parcelas controle e três que sofreram corte (figura 02) em três blocos casualizados. A dimensão de cada parcela era 200 x 200 m. O corte ocorreu em meados de setembro de 1993. Consistiu da remoção total de toda espécie de árvore com potencial madeireiro, as chamadas “Espécies Listadas”, com um DAP (diâmetro à altura do peito) maior de 50 cm (tabela 05). As árvores foram cortadas com motor-serra e retiradas do local por um trator Cartepillar D6.

O corte provocou 5 tipos de efeitos que são: trilha do trator, clareira, borda da clareira com a floresta remanescente, borda da floresta remanescente com a clareira e floresta remanescente, isto é, considerando-se cada parcela. A tabela 06 mostra a distribuição do levantamento realizado para estimar os percentuais desses efeitos. São estudados, em cada bloco, 6 tratamentos, que são:

1. Controle (C)
2. Centro da clareira (CC)
3. Borda da clareira (BC)
4. Borda da floresta remanescente (BFR)
5. Floresta remanescente (FR)
6. Trilha do trator (TT)

TABELA 05 - Número de árvores retiradas, de espécies e o valor médio do DAP pelo manejo realizado em setembro de 1993.

Variável	Bloco I parcela 3 4ha	Bloco II parcela 1 4ha	Bloco IV parcela 4 4ha
árvores removidas	41	24	33
espécies	18	15	16
DAP (cm)	66,4 61,6-71,3	70,2 62,3-78,1	65,3 60,1-70,6

TABELA 06 - Estimativas dos percentuais de área correspondente aos tratamentos provocados pelo manejo, para as parcela dos blocos I, II e IV.

Bloco	Trilha	Clareira	Borda da clareira	Borda da floresta remanescente	Floresta remanescente
I	10	15	23	32	20
II	15	5	19	32	29
IV	10	20	17	31	22

Para avaliar as influências do manejo no ciclo hidrológico, foram investigadas as seguintes variáveis físicas: curvas de retenção da água no solo, densidade global ou aparente, porosidade, temperatura do solo, condutividade hidráulica de solo saturado, potencial mátrico do solo, armazenamento de água no solo, chuva, precipitação interna. E quanto ao ciclo de nutrientes, foram investigadas a solução do solo, a chuva, a precipitação interna e amostras de solo. Estas técnicas são descritas a seguir.

Este estudo está dividido em duas fases: na primeira os trabalhos de campo iniciaram em dezembro de 1993 e prosseguiram até fevereiro de 1995, com medidas de dados e coletas de amostras, que na sua maioria foram semanais; e na segunda as atividades foram desenvolvidas em campanhas intensivas, que são descritas no tópico 3.5.

3.3 Variáveis físicas

3.3.1 Curvas de retenção de água do solo, densidade global e porosidade.

Amostras de solo, não deformadas, foram coletadas em cada parcela de controle e manejada, nas profundidades 0-5, 10, 20, 40, 60 e 100 cm de profundidade. As curvas de retenção de água do solo foram determinadas de forma clássica. Foi utilizada a mesa de tensão para as tensões: saturada, 10, 40 e 60 cm de

coluna de água; e a câmara de Richard para as tensões: 100, 300, 1000, 2000, 5000 e 15000 cm de coluna de água.

Após cada equilíbrio, as amostras eram retiradas do aparelho e determinadas as massas por gravimetria. Após essas determinações, as amostras foram secas em estufa a 105-110 °C, e medidas as massas de sólidos.

A umidade à base de massa para cada valor de potencial foi obtida do seguinte modo:

$$U = \frac{M_u - M_s}{M_s} \quad (1)$$

Onde U a umidade à base de massa (g/g), para uma dada pressão (cm de coluna de água), M_u a massa úmida (g), M_s a massa seca (g).

Em cada cilindro mediu-se por três vezes a altura h e o diâmetro d para o cálculo do volume V e a densidade global foi determinada por:

$$\rho_g = \frac{M_s}{V} \quad (2)$$

onde: ρ_g a densidade global (g/cm³); M_s e V foram definidos anteriormente.

A umidade à base de volume (θ) corresponde ao volume de água contida em um volume total de solo, isto é:

$$\theta = \frac{M_u - M_s}{V} \quad (3)$$

Na equação (3) a massa de água = $M_u - M_s$ é igual a seu volume, considerando o valor 1 g/cm^3 para a densidade da água. Com os valores da umidade à base de massa (U) e da densidade global (ρ_g), obteve-se a umidade à base de volume (θ) para cada potencial, pela relação:

$$\theta = U \cdot \rho_g \quad (4)$$

As curvas de retenção de água do solo foram utilizadas para estimar os valores de umidade do solo, com os resultados dos potenciais mátricos obtidos nos tensiômetros.

A porosidade do solo ou volume de poros total foi tomada como sendo a umidade θ para a tensão 0 (saturado).

3.3.3 Temperatura do solo

Foram instalados termômetros de mercúrio, com suporte metálico, a 5 cm de profundidade do solo, próximo dos locais onde foram instaladas as baterias de tensiômetros e extratores de solução do solo, nas parcelas controles e nas que sofreram corte. Também foram instalados termômetros a 10 cm de profundidade, apenas nas parcelas controles e no centro da clareira dos três blocos e um outro na borda da clareira do bloco II. As leituras foram feitas principalmente entre 11:00 e

14:00 hs, pois dependia do horário em que se chegava ao local do experimento. Com os dados de temperatura nas duas profundidades (5 e 10 cm) foi calculado o gradiente de temperatura que, juntamente com a condutividade térmica do solo, é importante para a determinação da taxa de fluxo de calor no solo. A equação (5) mostra como foi calculado o gradiente de temperatura.

$$\text{gradiente } T = \frac{\partial T}{\partial z} \quad (5)$$

Sendo T a temperatura (°C) e z a coordenada de posição (cm). Quando o gradiente de temperatura é negativo, indica que a temperatura do solo é mais elevada na camada superficial do que na camada mais profunda.

3.3.4 Condutividade hidráulica de solo saturado

A condutividade hidráulica saturada ou infiltração básica K_0 (mm.h^{-1}) foi determinada no campo, utilizando o permeâmetro de GUELPH, modelo 2800, marca SOILMOISTURE EQUIPMENTS CORP.. Este aparelho funciona com carga constante que é mantida por um sistema, cujo princípio é o do frasco de Mariotte. O sistema instrumental é constituído principalmente de um tripé como suporte, de um tubo suporte, de um reservatório cilíndrico e de um conjunto de tubos que servem para estabelecer o fluxo (registro) e medir a carga hidráulica. Junto com este sistema, acompanha um trado para escavar furo no solo de 6 cm de diâmetro e de 15 cm de

profundidade. Após a abertura do furo, introduz-se uma escova e cuidadosamente no máximo duas vezes, apenas no sentido vertical, para a limpeza do furo. Então o sistema é introduzido no furo e faz-se a leitura em intervalo de 1 a 2 minutos, conforme o fluxo de água, a medida encerra-se quando a taxa de água mantém-se constante. Este método foi proposto por REYNOLDS & ELRICK (1985). Esta metodologia também está descrita em REYNOLDS (1993). Estas determinações foram realizadas nos três blocos, apenas nas parcelas controles e nas manejadas. No bloco IV foi acrescentada uma parcela controle e outra que sofreu manejo em 1987, portanto foram investigadas 4 controles e 4 manejos. Não foram considerados os 6 tratamentos.

3.3.5 Potencial mátrico e armazenamento de água no solo

As medidas diretas cálculo do potencial mátrico do solo (ψ_m) nas profundidades 10, 20, 40 e 60 cm foram feitas por meio de tensiômetros, que é um instrumento para avaliar "forças de retenção" da água no solo. O tensiômetro consta de uma cápsula de cerâmica porosa acoplada a uma haste de plástico e munida com manômetro de mercúrio. Em cada parcela controle foram instalados três baterias de tensiômetros em locais escolhidos ao acaso na parte central, ou seja entre os 50 e 150 m. O cálculo do potencial mátrico (cm de coluna de água) é dado pela equação:

$$\psi_m = -12,6 h_{Hg} + h_c + h_p \quad (6)$$

Sendo h_{Hg} a altura do mercúrio a partir do nível da cuba (cm), medido com régua, h_c é a altura do nível do mercúrio em relação ao solo (cm), e h_p é a profundidade da cápsula (cm). Na tabela 07 está apresentada a distribuição de tensiômetros nas parcelas que sofreram corte.

Nas parcelas manejadas foram instalados baterias de tensiômetros para as quatro profundidades já citadas, nas cinco classes de efeitos: centro de clareira, borda da clareira com a floresta remanescente, borda da floresta remanescente com a clareira, floresta não perturbada e trilha do trator. Os tensiômetros foram instalados logo após o corte. Esses tensiômetros são munidos com vacuômetro de Bourdon que indica a tensão da água no solo em centibar.

A água armazenada do solo (A_L) foi calculada a partir da umidade do solo, obtida da curva de retenção de água do solo, com os resultados dos potenciais mátricos, para camadas de solo de 70 cm. Foi utilizado o seguinte cálculo para a determinação do armazenamento de água no solo:

$$A_L = A_{70} = \sum_{i=1}^n A_i \quad (7)$$

onde: $A_1 = \theta_1 \cdot \Delta z_1$, $A_2 = \theta_2 \cdot \Delta z_2$, $A_3 = \theta_3 \cdot \Delta z_3$, $A_4 = \theta_4 \cdot \Delta z_4$, sendo que θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , são os valores de umidade volumétricas para as profundidades $\Delta z_1 = 15$ cm, $\Delta z_2 = 15$ cm, $\Delta z_3 = 20$ cm, $\Delta z_4 = 20$ cm.

Para a determinação do armazenamento de água no solo não foi considerado o tratamento trilha do trator (TT), devido a problemas na obtenção de

curvas de retenção, como constantes interrupções na energia elétrica e também a recuperação do laboratório de solo da Coordenação de pesquisas em Ciências Agronômicas do INPA. Foram estudados em cada bloco 5 tratamentos, que são:

1. Controle (Controle)
2. Centro da clareira (CC)
3. Borda da clareira (BC)
4. Borda da floresta remanescente (BFR)
5. Floresta remanescente (FR)

3.3.6 Chuva (P)

Foi medida por meio de pluviômetros, que são instrumentos captadores de chuva, constituídos de um funil captador com 245 mm de diâmetro de boca e de um reservatório de água de 20 litros de capacidade (bombona de plástico).

A quantidade de chuva foi calculada pela relação:

$$h = \frac{V}{S} \quad (8)$$

Onde h é a quantidade de chuva expresso em mm, V é o volume de água de chuva expresso em mm^3 e S é a área da boca do funil em mm^2 .

Para a medida da chuva foram utilizados dois pluviômetros que foram instalados numa área aberta, próxima ao acampamento. Foram colhidas amostras de água de chuva de cada pluviômetro para a análise química.

3.3.7 Precipitação interna (PI)

Nas seis parcelas, três controles e três manejos, foram utilizados pluviômetros semelhantes aos empregados para as medidas de chuva. Em cada parcela controle foram instalados 7 pluviômetros, sendo um fixo e os demais foram mudados de locais mensalmente. Nas parcelas que sofreram corte, devido aos danos provocados, principalmente na cobertura florestal, o número de pluviômetros foi maior. Em cada parcela foram instalados 13 pluviômetros, sendo 1 fixo (no centro de clareira) e 12 que foram trocados mensalmente de local. Os pluviômetros foram trocados de posição porque, segundo LLOYD & MARQUES FILHO (1988) a recolocação randômica de coletores na precipitação interna mostrou ser melhor do que fixos.

As figuras 03 e 04 apresentam o desenho experimental contendo as posições onde os pluviômetros foram instalados, para as parcelas controle e manejo, mostrando que foi utilizado apenas o hectare central da parcela. Na parcela controle o número total de possibilidades de posições para a instalação dos pluviômetros foi igual a 49, e na parcela manejo o total foi igual a 128. Tanto a parcela controle quanto a manejo foram divididas a cada 25 m por picadas (P1, P2, P3, P4, P5 e P6),

que eram caminhos para facilitar o acesso. Os locais para a instalação dos pluviômetros foram posicionados a 6 m perpendiculares a essas picadas. Para cálculo da altura da precipitação interna foi utilizada a equação (8), a mesma que foi empregada para o cálculo da chuva, primeiro foi calculada individualmente para cada pluviômetro, depois calculou-se a média.

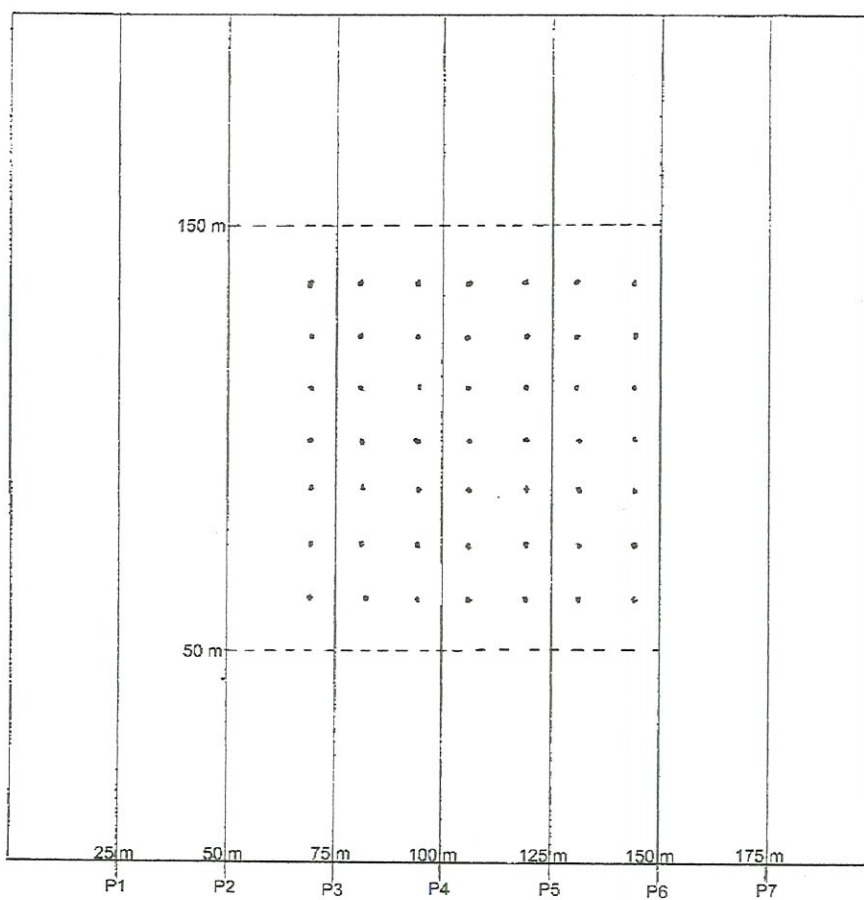


FIGURA 03. Parcela controle com o hectare central e as posições utilizadas para a instalação dos pluviômetros .

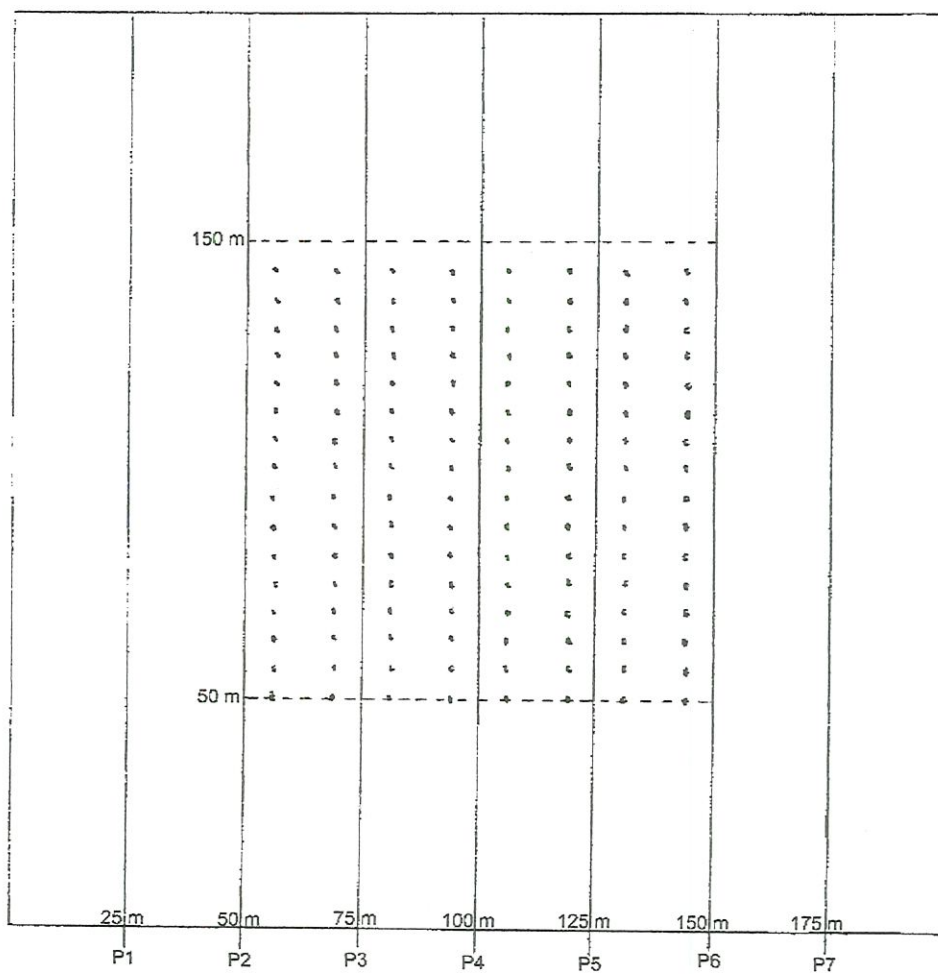


FIGURA 04. Parcela manejo com o hectare central e as posições utilizadas para a instalação dos pluviômetros .

3.3.8 Intercepção (I)

A intercepção foi calculada do seguinte modo:

$$I = P - PI \quad (9)$$

P e PI já foram definidos anteriormente. Não foi considerado neste cálculo o escoamento da chuva pelos troncos (Et), porque os dados são baixos, abaixo de 2%, como mostra a tabela 03.

3.4 Análises químicas

3.4.1 nutrientes na solução do solo, chuva e precipitação interna

Foram instalados em cada parcela controle 2 baterias de extratores de solução do solo, nas profundidades 10, 20 e 30 cm e situados próximos às baterias de tensiômetros, distando 50 cm e paralelas. Nas parcelas que sofreram corte, as baterias de extratores foram localizadas próximas às baterias de tensiômetros, considerando os mesmos efeitos. As coletas, foram semanais e iniciadas em dezembro de 1993 e prosseguiram até fevereiro de 1995.

As amostras de água de chuva, precipitação interna e solução do solo foram filtradas com filtros Nº 2, qualitativo, de 15 cm para a análise dos seguintes nutrientes: nitrato, amônia, fosfato, cálcio, magnésio, sódio e potássio.

As quantidades dos nutrientes na solução do solo foram determinados através da umidade média do solo das três profundidades superficiais (10, 20 e 40 cm) vezes a concentração média das três profundidades (10, 20 e 30 cm), para cada nutriente, para a camada de solo de 30 cm. REICHARDT (1996) sugere a seguinte equação para o conhecimento do total de nutrientes dentro de um perfil de solo. Foi utilizado o seguinte cálculo para a determinação do armazenamento de soluto no solo:

$$AS_L = \int_0^L (\theta C) dz \quad (9)$$

Onde: AS_L é o armazenamento de soluto, θ a umidade do solo e C a concentração desse soluto. No entanto foi empregada uma equação simplificada para o cálculo dos nutrientes no solo, pela equação:

$$AS_L = \bar{\theta} \cdot \bar{C} \cdot L \quad (10)$$

Sendo que $\bar{\theta}$ a umidade média, \bar{C} a concentração média de cada nutriente e L a camada de solo, no caso 30 cm.

3.4.2 Nitrato

Foi utilizada a técnica onde o nitrato é reduzido a nitrito, utilizando uma coluna de cádmio e analisado pelo sistema de fluxo contínuo, conforme descrito em ZAGATTO et al. (1981).

3.4.3 Amônio

As amostras foram analisadas utilizando o fenol e solução de hipoclorito de sódio para formar azul de indofenol. A reação é catalisada pelo nitroprussiato de sódio. Esta técnica está descrita em MACKERETH et al. (1978).

3.4.4 Fosfato

Foi utilizada a técnica onde o orto-fosfato forma um complexo amarelo com íons de molibdato. São utilizados os reagentes: ácido ascórbico, ácido sulfúrico e tartarato de sódio e antimônio, conforme GOLTERMAN et al. (1978).

3.4.5 Cálcio e magnésio

As amostras foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica. O aparelho utilizado foi o PERKIN ELMER, modelo 1100B.

3.4.6 Sódio e potássio

foram determinados por espectrofotometria de chama. Foi utilizado o aparelho para as leituras: MICRONAL, modelo B262.

As tabelas 07 e 08 apresentam a distribuição dos equipamentos instalados nas parcelas controles e manejados, respectivamente, que são: Tensiômetros, extratores de solução e pluviômetros.

TABELA 07 - Distribuição dos equipamentos instalados nas parcelas controle.

	parcelas	tratamento	repetição	profundidade	Total
Tensiômetros	3	1	3	10, 20, 40 e 60 cm	36
Extratores de solução	3	1	2	10, 20 e 30 cm	18
Pluviômetros (chuva)			2		2
Pluviômetros (Precipitação Interna)	3	1	7		21

TABELA 08 - Distribuição dos equipamentos instalados nas parcelas que sofreram manejo.

	Parcelas	tratamento	repetição	profundidade	Total
Tensiômetros	3	5	1	10, 20, 40 e 60 cm	60
Extratores de solução	3	5	1	10, 20 e 30 cm	45
Pluviômetros (Precipitação Interna)	3		13		39

3.5 Campanhas intensivas (segunda fase)

Para o melhor entendimento dos processos hidrológicos e da hidroquímica do solo foram realizadas 5 campanhas intensivas para coletas de dados e de amostras apenas no bloco IV. Foram realizadas nas seguintes épocas: a primeira no mês de fevereiro/95 (época de transição entre a estação seca e a chuvosa), a segunda no mês de maio/95 (época chuvosa), a terceira no mês de julho/95 (época de transição entre a estação chuvosa e seca), a quarta no mês de outubro/95 (época seca) e a quinta no mês de janeiro/96 (época de transição entre a estação seca e a chuvosa). Essas campanhas tiveram duração em torno de 10 a 15 dias.

Nessas campanhas foram investigadas as parcelas controle e manejada de 1993. Foi incluída uma parcela também do bloco IV que sofreu corte seletivo em 1987. Nesta parcela foi localizada uma clareira e uma mata remanescente e consideraram-se duas pequenas parcelas, sendo a que continha a clareira do manejo de 1987 e a outra de controle 1987. Neste bloco foram considerados os efeitos causados pelo desmatamento: clareira, trilha do trator e floresta não perturbada. Foram investigadas as mesmas variáveis: potencial mátrico, temperatura, precipitação interna.

Pretendeu-se com essas campanhas obter informações mais detalhadas de eventos de chuvas, como intensidade, e simultaneamente medir os potenciais mátricos do solo, temperatura e as concentrações de nutrientes das soluções do solo, da chuva, precipitação interna.



Na primeira campanha, fevereiro de 1995, foram abertas duas trincheiras, uma no centro da clareira da parcela do manejo realizado em 1987 e outra na parcela controle de 1987. Durante a abertura dessas trincheiras foram coletadas amostras de solo para as curvas de retenção da água no solo e também amostras para a análise química do solo, apenas das parcelas de 1987.

As amostras de solo para as curvas de retenção foram colhidas nas seguintes profundidades: 0-10, 20, 40, 60, 80 e 100 cm. E as profundidades para as análises químicas foram: 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm.

Na terceira campanha, julho de 1995, foram coletadas mais amostras de solos nas mesmas parcelas coletadas anteriormente e foram acrescentadas as parcelas controle e manejada em 1993.

3.6 Análises químicas do solo

Estas determinações não estavam programadas, porém, quando foi realizada a primeira campanha (período chuvoso) para a obtenção de dados em períodos não contínuos, com a abertura de duas trincheiras nas parcelas, controle e manejada, de 1987, colheram-se amostras de solo. Para uma melhor investigação das características químicas do solo, foram colhidas mais amostras de solo nas parcelas já amostradas e foram adicionadas as parcelas controles e manejada de 1993, no início do período seco.

3.6.1 pH

A atividade dos íons hidrogênio foram determinadas em água e em cloreto de potássio, potenciometricamente. Foi utilizado o aparelho ORION RESEARCH 601A/DIGITAL.

3.6.2 Alumínio trocável

Nesta determinação foi utilizada a solução de KCl 1 N, que é um sal neutro, capaz de deslocar apenas os cátions ligados eletrostaticamente com os colóides do solo, recebendo a denominação de íons trocáveis. O extrato foi titulado com solução hidróxido de sódio 0,025 N (RAIJ et al. 1987).

3.6.3 Cálcio e magnésio

Foi empregada uma solução extratora de KCl 1N e feita a leitura por espectrofotometria de Absorção Atômica (AAS) (RAIJ et al., 1987). Foi utilizado o aparelho PERKIN ELMER, modelo 1100B.

3.6.4 Potássio trocável e fósforo assimilável

Esses elementos foram extraídos das amostras de solo utilizando a solução extratora HCl 0,05N e H₂SO₄ 0,025N (duplo ácido). O potássio foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica. Após a extração, o fósforo assimilável foi analisado através do método do molibdênio azul, fazendo-se as leituras da absorbância feita no Espectrofotômetro SHIMADZU, modelo UV-120-01.

3.6.5 Matéria orgânica

Foi determinada determinada através do método titimétrico pelo bicromato de potássio a titulação, usando sulfato ferroso (RAIJ et al., 1897). Dessa análise obtêm-se os resultados de matéria orgânica e de carbono orgânico. % de matéria orgânica = % de carbono orgânico x 1,724

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curvas de retenção, porosidade total e densidade global.

As figuras 05, 06 e 07 apresentam as curvas de retenção da água no solo, respectivamente às parcelas controle dos blocos I, II e IV; as figuras 08, 09 e 10 às parcelas manejadas em 1993 dos blocos I, II e IV; e as figuras 11 e 12 correspondem à parcela manejada em 1987, sendo que 11 se refere à parcela sofreu manejo e 12 à área não perturbada. Essas figuras mostram o comportamento das curvas de retenção. Além de permitirem a obtenção indireta da umidade do solo por meio de tensiômetro, foi possível observar que a camada superficial 0-5 cm e 0-10 cm, na maioria dos resultados, mostrou uma capacidade maior de água volumétrica e também de disponibilidade de água às plantas. Com exceção das parcelas controles e manejo de 1987, isto pode ser observado através dessas figuras, nas quais as curvas referentes às profundidades mais superficiais apresentam um comportamento diferente das outras camadas, podendo-se observar que elas cruzam as demais. As camadas mais profundas não apresentam essa característica e dispõem de menos água. Possivelmente o teor de matéria orgânica, densidade mais baixa e a menor quantidade de argila sejam responsáveis por este comportamento do solo. As curvas de retenção, obtidas em condições de campo, fornecidas por TOMASELA &

HODNETT (1996) mostram comportamento semelhante, principalmente em relação às camadas mais profundas. Verifica-se o mesmo comportamento nas curvas de retenção obtidas por CORRÊA (1984) em latossolo amarelo, que verificou a tendências dessas curvas à horizontalidade, a partir da tensão de 2 atmosferas.

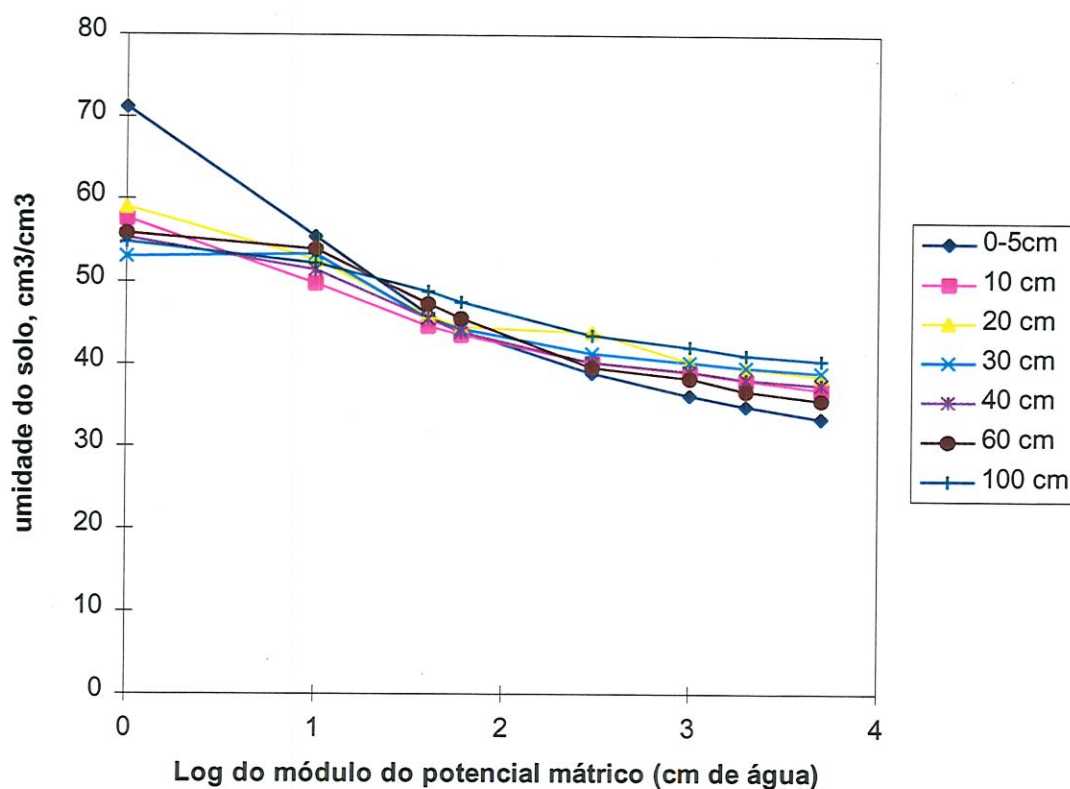


FIGURA 05 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco I

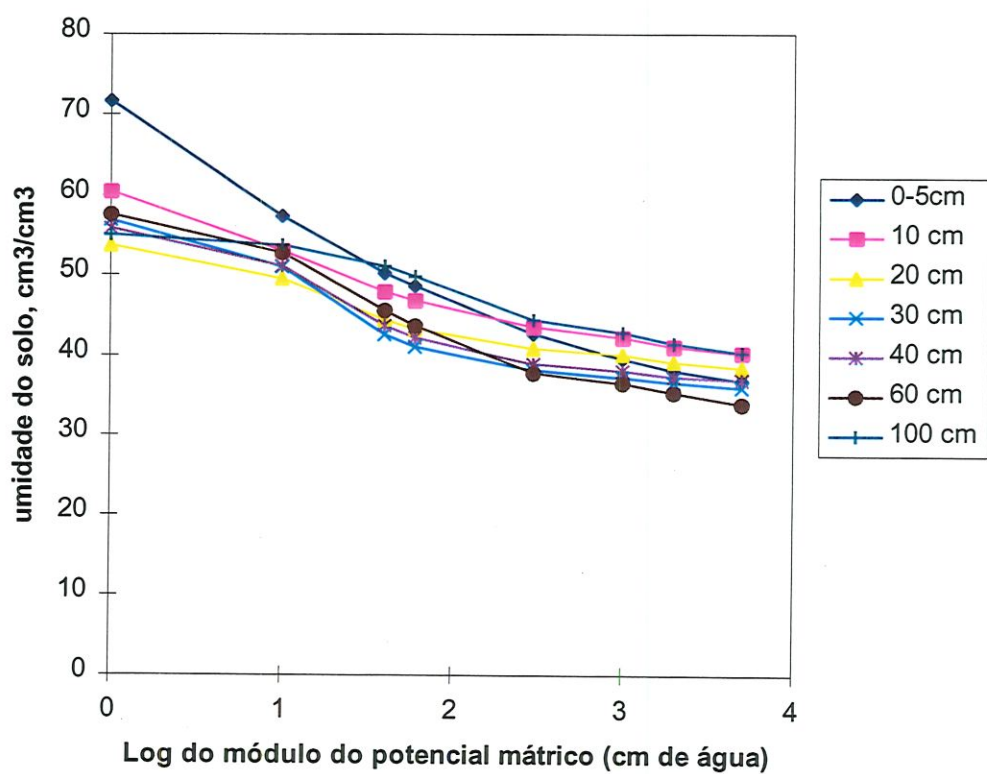


FIGURA 06 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco II.

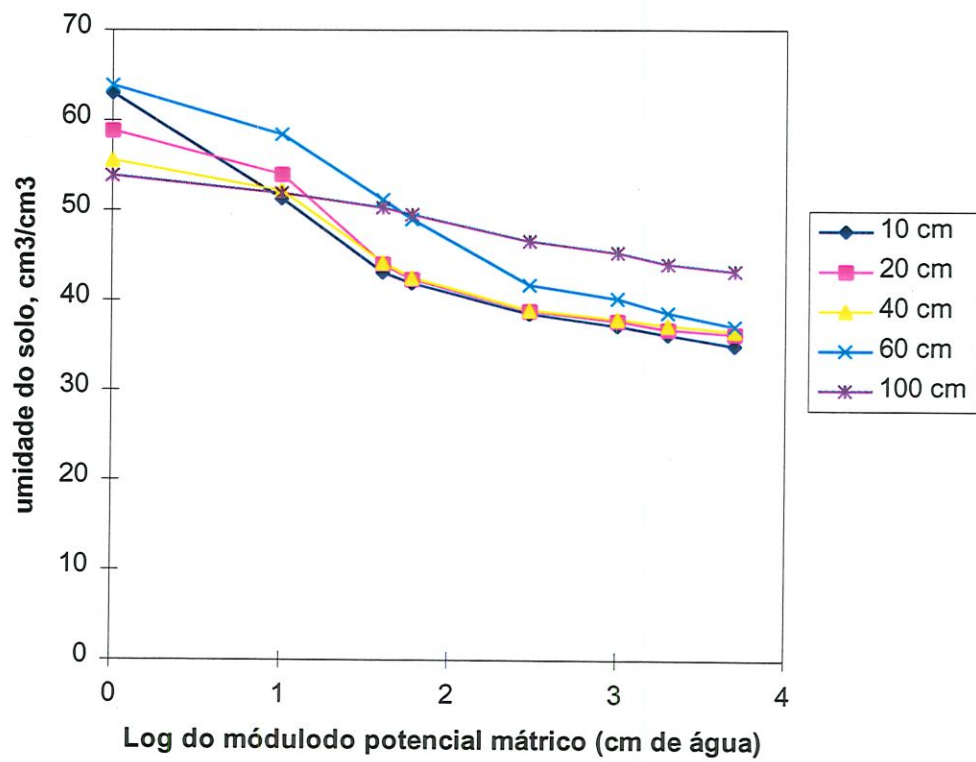


FIGURA 07 - Curvas de retenção referentes às profundidades 10, 20, 40, 60 e 100cm da parcela controle do bloco IV.

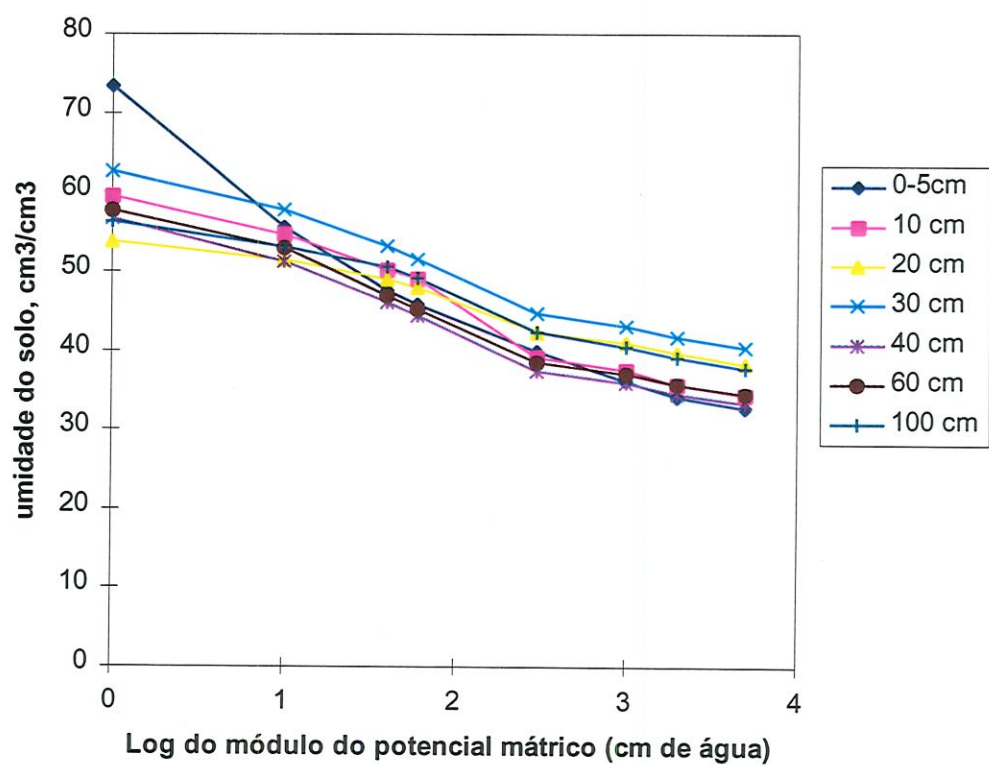


FIGURA 08. Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco I.

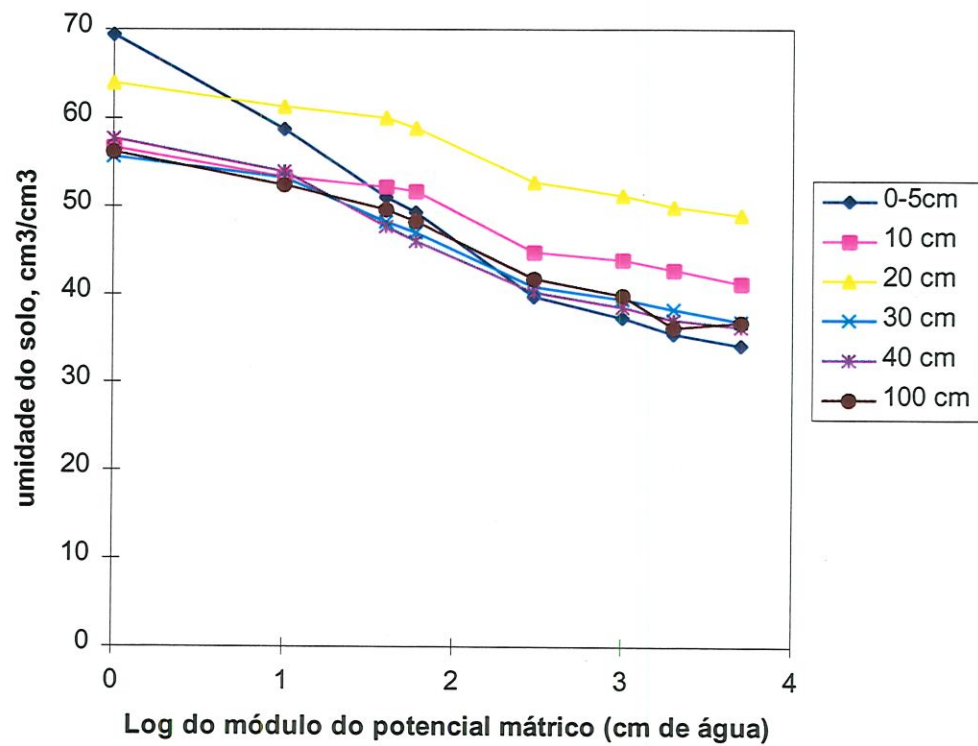


FIGURA 09 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco II.

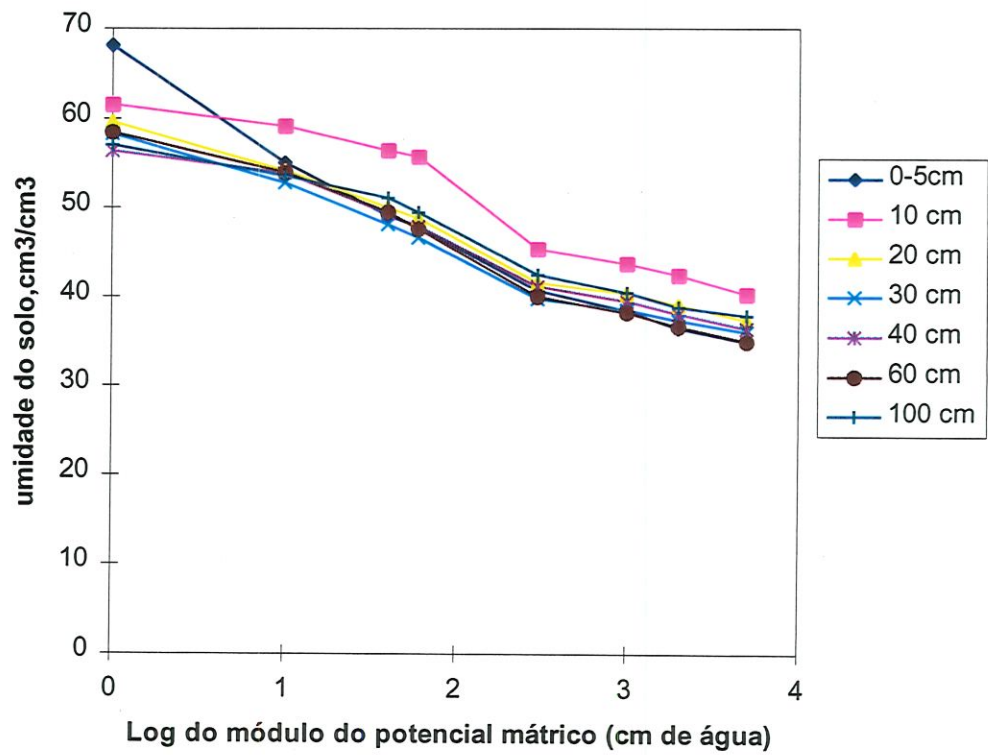


FIGURA 10 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-5, 10, 20, 30, 40 e 100cm da parcela manejo de 1993 do bloco IV.

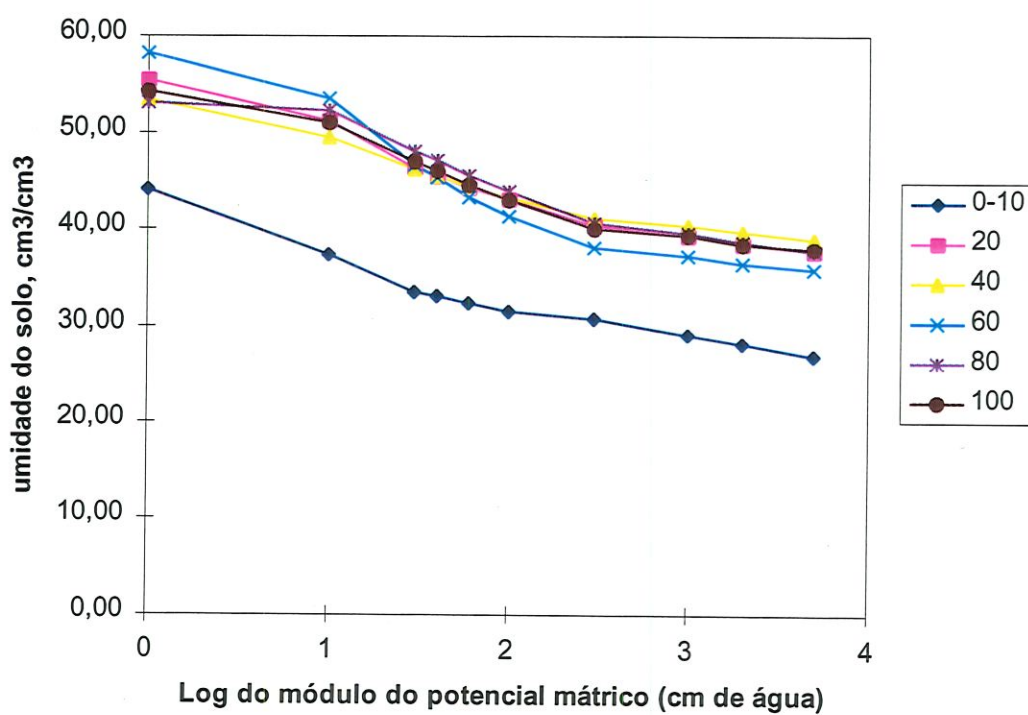


FIGURA 11 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-10, 20, 40, 60, 80 e 100cm da parcela controle do bloco IV (manejo 1987).

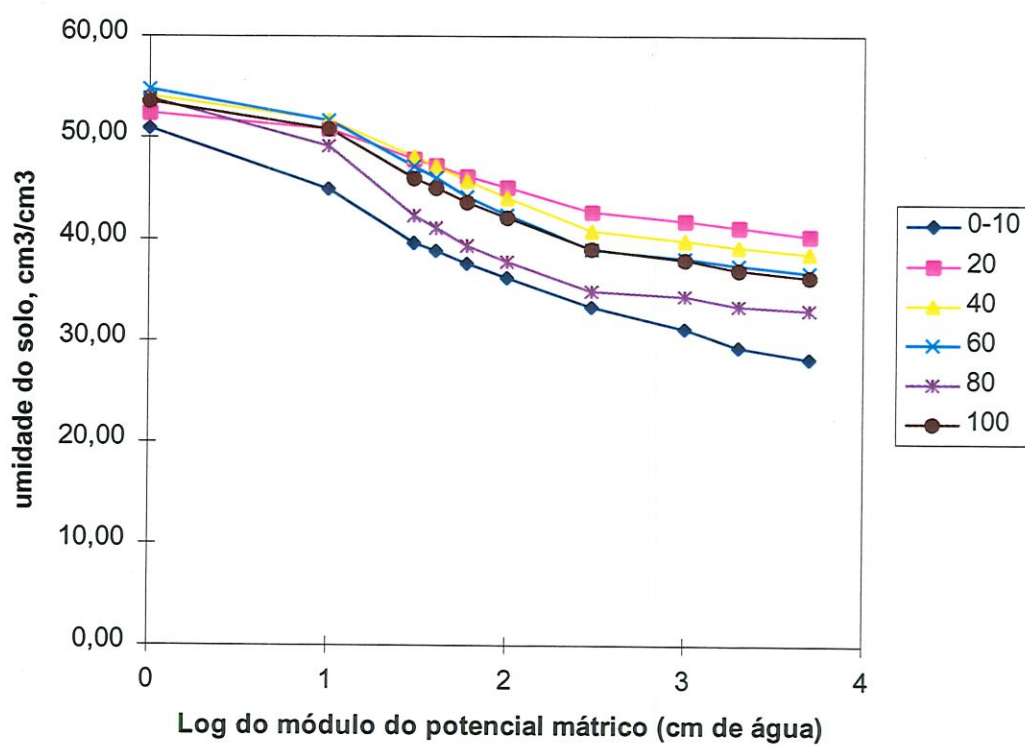


FIGURA 12 - Curvas de retenção referentes às profundidades 0-10, 20, 40, 60 e 100cm da parcela manejo de 1987 do bloco IV.

Para o ajuste das curvas de retenção foi empregado o Programa ("CURVARET", versão 2.00p) de autoria de DOURADO-NETO et al. (1996) e DOURADO-NETO et al (1990), onde os potenciais mátrico (ψ_m em cm de coluna de água) foram relacionados com as umidades θ pelo do Modelo Matemático Empírico de VAN GENUCHTEN (1980). O modelo matemático empírico proposto por VAN GENUCHTEN é dado pela equação:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha|\psi_m|)^n]^m} \quad (11)$$

onde: θ a umidade à base de volume (cm^3/cm^3), $|\psi_m|$ o módulo do potencial mátrico (cm de água), θ_r é a umidade residual (cm^3/cm^3), θ_s a umidade de saturação (cm^3/cm^3), α , m e n (cm^{-1} de água) são parâmetros empíricos obtidos do modelo pela regressão. Os valores obtidos nesses ajustes encontram-se nas tabelas 09 e 10.

Com os dados ajustados de umidade foi possível calcular a água disponível, determinada entre as tensões 100 e 15000 cm de coluna de água (10 a 1500 kPa), ou seja, entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). Geralmente é empregada a tensão 30 kPa (1/3 atm), mas segundo Reichardt (1988), deve-se empregar tensão mais baixa, isto é, potencial mais alto, da ordem de -10 a -6 kPa.

TABELA 09 - Valores dos parâmetros dos ajustes das relações entre o potencial mátrico e a umidade do solo pelo modelo de van Genuchten (1980) das parcelas controles e manejadas em 1993.

Local	Prof, (cm)	α	m	n	θ_s	θ_r	θ_{100}	θ_{15000}	AD (cm)
Controle I	5	0,3968	0,2487	1,3310	0,711	0,300	0,42	0,32	0,10
Controle II	5	0,5142	0,1979	1,2467	0,717	0,309	0,46	0,35	0,11
Controle I	10	0,3799	0,2226	1,2863	0,576	0,342	0,42	0,36	0,06
Controle II	10	0,3368	0,2318	1,3018	0,604	0,378	0,46	0,40	0,06
Controle IV	10	0,3123	0,2967	1,4218	0,630	0,335	0,40	0,34	0,06
Controle I	20	0,2760	0,2371	1,3108	0,590	0,361	0,44	0,38	0,06
Controle II	20	0,1610	0,2934	1,4152	0,537	0,373	0,42	0,38	0,04
Controle IV	20	0,0931	0,4179	1,7180	0,589	0,359	0,40	0,36	0,04
Controle I	30	0,0443	0,4687	1,8822	0,530	0,388	0,43	0,39	0,04
Controle II	30	0,1203	0,4009	1,6692	0,569	0,356	0,40	0,36	0,04
Controle I	40	0,1071	0,3207	1,4721	0,553	0,365	0,43	0,37	0,06
Controle II	40	0,1083	0,3896	1,6382	0,558	0,365	0,41	0,37	0,04
Controle IV	40	0,0817	0,4026	1,6739	0,555	0,362	0,41	0,36	0,05
Controle I	60	0,0580	0,3159	1,4618	0,558	0,340	0,43	0,35	0,08
Controle II	60	0,1124	0,2799	1,3887	0,576	0,316	0,42	0,33	0,09
Controle IV	60	0,1072	0,2695	1,3689	0,639	0,340	0,46	0,36	0,10
Controle I	100	0,0851	0,2663	1,3447	0,547	0,384	0,46	0,40	0,06
Controle II	100	0,0379	0,2638	1,3583	0,550	0,374	0,48	0,39	0,09
Controle IV	100	0,1254	0,1180	1,1338	0,538	0,352	0,48	0,42	0,06
Manejo I	5	0,7321	0,1818	1,2222	0,734	0,248	0,44	0,31	0,13
Manejo II	5	0,2000	0,2281	1,2955	0,694	0,289	0,46	0,33	0,13
Manejo IV	5	0,5822	0,1618	1,1931	0,681	0,258	0,45	0,33	0,12
Manejo I	10	0,0718	0,2503	1,3338	0,596	0,302	0,45	0,33	0,12
Manejo II	10	0,0684	0,1814	1,2216	0,567	0,353	0,49	0,40	0,09
Manejo IV	10	0,0261	0,3191	1,4687	0,615	0,379	0,52	0,39	0,13
Manejo I	20	0,0629	0,2015	1,2524	0,538	0,334	0,46	0,37	0,09
Manejo II	20	0,0417	0,2600	1,3513	0,640	0,463	0,57	0,48	0,09
Manejo IV	20	0,1536	0,1884	1,2322	0,596	0,312	0,46	0,36	0,10
Manejo I	30	0,1123	0,2266	1,2929	0,629	0,361	0,49	0,39	0,10
Manejo II	30	0,0660	0,2703	1,3705	0,556	0,343	0,45	0,36	0,09
Manejo IV	30	0,1371	0,2287	1,2966	0,583	0,322	0,44	0,35	0,09
Manejo I	40	0,1239	0,2399	1,3157	0,567	0,297	0,42	0,32	0,10
Manejo II	40	0,0892	0,2877	1,4039	0,578	0,343	0,44	0,36	0,08
Manejo IV	40	0,0633	0,2411	1,3176	0,564	0,326	0,46	0,35	0,11
Manejo I	60	0,1051	0,2666	1,3635	0,578	0,317	0,43	0,33	0,10
Manejo IV	60	0,0927	0,2196	1,2818	0,585	0,299	0,45	0,34	0,11
Manejo I	100	0,0610	0,2260	1,2919	0,563	0,333	0,47	0,36	0,11
Manejo II	100	0,0724	0,2248	1,2899	0,562	0,325	0,46	0,36	0,10
Manejo IV	100	0,0617	0,2346	1,3066	0,571	0,338	0,47	0,37	0,10

TABELA 10 - Valores dos parâmetros dos ajustes das relações entre o potencial mátrico e a umidade do solo pelo modelo de van Genuchten (1980) das parcelas controle e manejada em 1987.

Local	Prof, (cm)	α	m	n	θ_s	θ_r	θ_{100}	θ_{15000}	AD (cm)
controle 87	10	0,8968	0,1594	1,1896	0,441	0,225	0,32	0,26	0,06
	20	0,1322	0,2960	1,4205	0,555	0,364	0,43	0,37	0,06
	40	0,1572	0,2697	1,3693	0,535	0,375	0,43	0,38	0,05
	60	0,0914	0,3778	1,6073	0,582	0,352	0,41	0,35	0,06
	80	0,0485	0,3354	1,5046	0,531	0,366	0,44	0,37	0,07
	100	0,0882	0,3277	1,4874	0,543	0,370	0,43	0,38	0,05
manejo 87	10	0,2523	0,1853	1,2274	0,509	0,226	0,36	0,27	0,06
	20	0,0750	0,2856	1,3998	0,524	0,391	0,45	0,40	0,06
	40	0,0675	0,3330	1,4993	0,541	0,377	0,44	0,38	0,05
	60	0,0745	0,3499	1,5383	0,547	0,360	0,42	0,36	0,06
	80	0,1008	0,3831	1,6210	0,538	0,326	0,38	0,33	0,07
	100	0,0856	0,3146	1,4591	0,535	0,352	0,42	0,36	0,05

Para o cálculo da água disponível foi utilizada a seguinte equação:

$$AD(\text{cm}) = (\theta_{100} - \theta_{15000}) \quad (12)$$

Onde θ_{100} e θ_{15000} são respectivamente as umidades volumétricas obtidas entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. Levando-se em conta a profundidade, a equação fica:

$$AD(\text{cm}) = (\theta_{100} - \theta_{15000}) h \quad (13)$$

Onde h é a profundidade. Nas tabelas 09 e 10 são apresentados os resultados de água disponível (AD , cm). Não se leva em conta a camada de solo, somente a variação da umidade entre os potenciais -100 e -15000 (cm de coluna de água). Observa-se que os valores mais elevados de AD são fornecidos pelas camadas superficiais e tendem a diminuir até os 40cm do solo e depois os valores tornam a aumentar com a profundidade do solo. Os resultados variaram de 0,13 cm a 0,04 cm. Estudos de características físicas realizados por REICHARDT et al. (1980) de alguns solos de terra firme próximos a Manaus verificaram que esses solos, em média, têm baixa capacidade de reter a água. O valor médio obtido para a camada de 30 cm foi 1,97 cm, correspondendo a 0,66 cm para a camada de 10 cm. Estimaram como água disponível (AD) a água retida pelo solo, entre as tensões de 1/3 e 15 atmosfera. Dados de AD fornecidos por CORRÊA (1984) são da ordem de 0,71 cm para a cada superficial de latossolo amarelo próximo a Manaus, considerando a camada de 0-8 cm e entre os potenciais -100 e -15000 cm de coluna d'água. FERREIRA (1993) registrou valores bem mais elevados de AD em solo de várzea na ilha do Careiro, cujos valores variaram de 0,45 a 0,15 cm para a camada de solo 0-10cm e entre as tensões 100 e 15000 cm de coluna de água.

Os dados de umidade saturada são fornecidos pelas tabelas 09 e 10, que correspondem ao espaço poroso ou porosidade. O valor mais elevado foi obtido na profundidade de solo de 5 cm, da parcela manejo do bloco I ($0,734 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$), indicando uma porosidade muito elevada. Com exceção da parcela controle de 87,

que apresentou a umidade saturada mais baixa ($0,441 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$), nas demais camadas superficiais do solo foram obtidos os valores mais elevados de umidade saturada tendendo a diminuir com a profundidade, mesmo assim as camadas mais profundas apresentaram porosidade acima de 50 %. Verifica-se ainda que o conteúdo de água retido no potencial -15000 cm de água é relativamente elevado, variando de 0,26 a $0,40 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$. Corrêa (1985) também registrou valor mínimo de $0,26 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ em latossolo amarelo para o mesmo potencial mátrico. No entanto FERREIRA (1993) obteve valores bem mais baixos, de 0,05 a $0,31 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, em amostras de solo de várzea do Amazonas.

De acordo com os resultados de AD esses solos revelaram que do total de seu volume, em média, podem armazenar em torno de 60 %, isto é, quando saturados, parte dessa água armazenada, próximo de 30 % as plantas não podem utilizar pois são retidas em potenciais menores que -1500 kPa; em torno de 20% pode ser perdida pela ação da gravidade e somente cerca de 11 a 18 % podem ser disponíveis às plantas, considerando-se um perfil de 1 m de profundidade.

As tabelas 11 e 12 apresentam os resultados de densidade global. Pode-se observar que os valores mais baixos foram obtidos nas camadas superficiais, tanto das parcelas controles quanto nas que sofreram manejos, onde o valor mais baixo foi $0,67 \text{ g/cm}^3$. Também se pode observar a tendência das densidades de aumentar com a profundidade do solo. O valor mais elevado foi $1,23 \text{ g/cm}^3$, obtido na parcela controle do bloco II a 100 m de profundidade.

TABELA 11 - Valores de densidade global do solo (g/cm^3) das parcelas controles e manejadas em 1993.

Prof, (m)	Densidade global (g/cm^3)					
	bloco I controleI	bloco II controle	bloco IV controle	bloco I manejo	bloco II manejo	bloco IV manejo
0-5cm	0,74	0,84	ND	0,67	0,87	0,91
10 cm	1,01	1,06	0,93	0,98	1,23	1,17
20 cm	1,10	1,02	0,99	1,15	1,13	1,08
30 cm	1,10	1,07	ND	1,19	1,11	1,05
40 cm	1,07	1,05	1,06	1,04	1,07	1,12
60 cm	1,09	1,05	1,16	1,04	ND	1,08
100 cm	1,16	1,23	1,21	1,12	1,11	1,13

ND-Não determinado

TABELA 12. Valores de densidade global do solo (g/cm^3) das parcelas controles e manejadas em 1987.

Prof, (m)	Densidade global (g/cm^3)	
	bloco IV controle 1987	bloco IV manejo 1987
10	0,49	0,58
20	1,01	1,12
40	1,06	1,10
60	0,98	1,04
80	1,01	0,89
100	1,03	0,99

Estes resultados apresentam comportamento similar aos obtidos por Corrêa (1984) para solos próximos da área estudada, onde seus dados obtidos variaram na faixa de 0,9 a 1,5 g/cm^3 . NORTCLIFF & DIAS (1988) também

obtiveram valores semelhantes para floresta virgem próximo a Manaus ($0,79 \text{ g/cm}^3$ para a camada 0-5 cm), indicando que aumentavam com a profundidade. Observaram que os dados obtidos em floresta intacta em relação a que sofreu perturbação apresentou pouca alteração.

Com a retirada das árvores era de se esperar que houvesse aumento da densidade nas parcelas manejadas devido a ação do trator e também a exposição do solo, mas o que se observa é que não é possível notar alteração quanto aos dados.

4.2 Temperatura do solo

As medidas de temperatura do solo referentes à profundidade 5cm realizadas na primeira fase são apresentadas pelas tabelas 13, 14 e 15. Essas leituras foram feitas principalmente entre 11:00 e 14:00 hs. O valor mais baixo, $22,6 \text{ }^\circ\text{C}$, foi registrado no tratamento trilha do trator do bloco II em 08/09/1994, e o mais elevado foi $35 \text{ }^\circ\text{C}$ registrado na borda da clareira do bloco II em 06/12/94. No mesmo dia em que foi registrado o valor mais elevado de temperatura do solo, observa-se uma diferença em relação à medida feita na parcela controle de $9,4 \text{ }^\circ\text{C}$. As figuras 13, 14 e 15 mostram o comportamento de temperatura do solo dos blocos e seus tratamentos. Observando essas figuras notamos que as parcelas controles apresentam, na maioria dos dados, os valores mais baixos, e também essas parcelas estão sujeitas às menores variações de temperatura; a maior diferença de temperatura registrada nas parcelas controles foi $3,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (bloco I).

TABELA 13 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 5 cm no bloco I, referentes aos 6 tratamentos.

	Controle	CC	BC	BFR	FR	TT
10/02/94	24,3	30,0	29,1	27,8	25,8	27,5
23/02/94	24,3	28,2	27,4	26,6	25,0	27,4
01/03/94	24,7	28,4	28,8	27,8	25,6	28,2
08/03/94	24,5	27,2	30,0	28,0	25,2	30,3
22/03/94	25,7	34,2	31,0	29,0	26,0	28,6
06/04/94	25,4	34,0	29,0	28,8	26,2	30,3
12/04/94	24,5	30,4	28,0	27,4	25,4	29,6
19/04/94	25,5	32,6	30,0	28,6	26,2	29,8
03/05/94	24,2	25,8	25,2	24,4	24,0	24,6
18/05/94	24,7	27,0	26,3	25,3	25,4	26,2
25/05/94	25,1	27,6	NM	NM	25,2	28,2
09/06/94	24,7	28,0	30,6	27,0	25,0	28,2
15/06/94	25,3	30,0	34,0	28,0	26,4	31,8
29/06/94	23,9	27,0	28,1	24,6	27,1	NM
06/07/94	23,9	NM	NM	NM	NM	NM
20/07/94	24,1	29,2	33,8	28,6	25,8	28,9
03/08/94	24,9	28,0	NM	28,6	NM	30,4
17/08/94	24,9	28,0	28,4	27,2	NM	30,2
26/08/94	25,4	26,6	29,0	31,6	26,2	31,6
31/08/94	25,0	27,6	34,6	28,2	NM	25,6
08/09/94	23,1	24,8	24,0	23,8	23,2	24,4
14/09/94	25,8	NM	NM	NM	NM	NM
22/09/94	26,6	29,4	29,6	30,2	26,4	31,6
30/09/94	25,3	28,4	27,2	28,0	25,2	25,4
06/10/94	25,2	26,4	26,8	27,0	25,6	28,8
26/10/94	25,5	28,2	29,8	28,2	26,2	27,6
03/11/94	25,8	28,8	30,4	28,0	26,6	28,8
09/11/94	24,8	26,4	26,4	26,4	26,0	26,4
16/11/94	25,9	33,0	28,0	27,8	NM	27,4
22/11/94	24,7	26,8	26,0	24,8	24,2	26,0
29/11/94	25,5	28,4	29,4	28,4	26,4	27,0
06/12/94	26,1	29,0	31,0	29,8	27,0	29,0
12/12/94	24,3	27,4	29,4	27,6	25,8	28,4
19/12/94	25,7	28,2	29,6	29,2	26,6	28,2
28/12/94	26,0	28,0	31,9	30,6	26,6	28,4
10/01/95	25,1	27,0	27,0	26,0	25,0	25,8
18/01/95	25,5	29,4	30,6	30,0	26,6	28,6
24/01/95	24,9	26,4	25,4	25,8	25,6	24,3
31/01/95	25,3	28,8	30,4	28,4	25,8	28,6
13/02/95	25,9	28,1	30,2	28,6	26,4	30,0
21/02/95	24,4	28,3	30,0	28,0	25,6	28,4

NM. Não medido.

TABELA 14 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 5 cm no bloco II, referentes aos 6 tratamentos.

	Controle	CC	BC	BFR	FR	TT
10/02/94	24,4	30,0	30,2	27,2	25,9	26,4
23/02/94	24,3	28,8	26,8	25,8	24,8	25,6
01/03/94	24,3	26,9	25,4	24,5	NM	NM
08/03/94	24,1	30,2	26,2	25,2	24,9	25,8
22/03/94	25,1	32,4	30,2	27,0	26,0	26,6
06/04/94	24,7	32,0	27,2	26,0	25,0	26,0
12/04/94	23,7	32,4	27,6	26,6	25,2	26,0
19/04/94	25,1	31,2	27,8	26,8	25,8	26,0
03/05/94	24,1	30,8	27,4	26,2	25,0	26,6
18/05/94	24,6	28,6	26,4	26,2	25,0	25,6
25/05/94	24,7	29,6	25,8	26,2	25,4	25,6
09/06/94	24,1	30,8	26,0	25,8	24,9	26,6
15/06/94	24,3	34,0	26,0	25,0	25,0	26,2
29/06/94	23,7	27,7	24,8	23,9	23,0	25,1
20/07/94	24,0	31,0	25,1	25,9	24,3	25,0
03/08/94	24,5	31,6	NM	NM	NM	25,6
17/08/94	24,6	30,0	26,0	27,0	25,0	25,0
26/08/94	24,7	31,2	27,6	25,4	25,2	25,2
31/08/94	24,8	30,8	26,6	26,2	25,0	25,0
08/09/94	23,4	24,4	24,8	23,8	23,2	22,6
14/09/94	NM	31,6	27,0	26,5	25,5	25,5
22/09/94	26,0	34,0	27,8	27,8	26,6	NM
30/09/94	25,0	30,2	28,4	27,4	25,8	26,0
06/10/94	24,2	26,2	25,2	24,6	24,6	24,8
26/10/94	25,3	29,0	27,8	27,6	26,0	26,8
03/11/94	25,0	31,8	NM	26,6	25,8	26,8
09/11/94	24,3	25,6	25,4	24,8	24,4	NM
16/11/94	26,0	32,0	33,3	33,2	27,6	29,6
22/11/94	24,7	26,0	26,2	25,0	24,2	NM
29/11/94	25,0	30,0	27,0	26,4	25,8	26,8
06/12/94	25,6	30,0	35,0	26,8	26,0	27,0
12/12/94	24,8	29,4	30,0	26,0	25,4	26,0
19/12/94	25,3	30,0	28,0	26,4	24,8	26,6
28/12/94	25,5	30,0	30,0	26,8	26,0	26,8
10/01/95	25,4	26,6	26,2	26,0	25,6	26,0
18/01/95	25,4	33,0	32,4	26,2	26,0	26,6
24/01/95	24,3	27,0	25,8	NM	24,6	NM
31/01/95	24,6	30,0	NM	25,8	25,0	26,0
13/02/95	25,5	29,2	27,3	27,0	25,8	27,0
21/02/95	24,6	27,4	25,8	25,2	25,2	25,6

NM. Não medido

TABELA 15 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 5 cm no bloco IV, referentes aos 6 tratamentos.

	Controle	CC	BC	BFR	FR	TT
10/02/94	23,7	25,4	25,8	25,1	24,0	24,5
23/02/94	24,4	26,0	26,0	26,0	24,4	25,6
01/03/94	24,9	26,6	27,2	25,8	25,0	26,0
08/03/94	24,3	25,8	26,0	25,0	24,0	24,8
22/03/94	24,5	26,5	26,5	25,8	24,2	26,0
06/04/94	25,1	28,6	27,4	27,2	25,0	28,4
12/04/94	25,1	29,0	30,0	27,8	25,0	28,0
19/04/94	24,7	28,0	27,8	27,4	25,2	26,0
03/05/94	24,6	27,2	26,8	25,4	24,4	24,4
18/05/94	25,1	27,4	27,0	26,8	25,0	NM
25/05/94	25,3	28,2	27,6	26,8	25,0	NM
15/06/94	24,9	28,6	28,4	27,6	25,0	NM
29/06/94	23,8	26,0	27,0	25,0	23,8	NM
06/07/94	24,1	26,4	25,0	25,2	24,0	NM
20/07/94	24,2	28,0	27,2	27,4	24,4	NM
03/08/94	25,3	28,0	28,0	29,0	25,0	NM
17/08/94	25,3	28,0	28,0	27,0	25,0	NM
26/08/94	25,8	NM	34,0	29,0	25,2	NM
31/08/94	25,6	28,8	28,2	28,2	24,8	28,4
08/09/94	23,7	25,2	25,4	24,8	24,0	26,4
14/09/94	25,6	27,8	28,0	27,0	26,4	26,2
22/09/94	26,5	29,6	31,0	28,0	27,0	29,4
30/09/94	25,2	28,8	31,0	27,0	25,8	29,6
06/10/94	24,3	26,0	26,2	26,0	26,2	25,2
26/10/94	25,3	28,0	30,0	27,8	26,0	28,0
03/11/94	25,4	26,4	30,4	NM	26,6	29,6
09/11/94	24,1	25,3	25,0	24,6	24,0	25,8
16/11/94	26,2	28,6	32,0	26,4	27,6	28,4
22/11/94	25,2	27,0	29,0	26,0	25,0	27,0
29/11/94	25,4	27,0	30,2	26,6	26,2	28,2
06/12/94	24,8	26,2	26,4	25,2	25,6	26,4
12/12/94	25,2	26,8	29,4	26,0	25,8	26,0
19/12/94	25,2	27,0	30,4	26,4	26,6	27,2
28/12/94	25,6	27,2	31,6	27,6	27,2	28,0
10/01/95	24,9	26,6	27,0	25,8	25,4	26,0
18/01/95	25,6	27,0	32,4	27,0	26,2	28,2
24/01/95	24,6	26,0	NM	26,0	25,0	27,0
31/01/95	24,8	26,6	NM	25,4	24,8	27,4
13/02/95	26,0	27,6	NM	27,6	26,2	29,2
21/02/95	24,3	26,0	NM	NM	NM	NM

NM. Não medido.

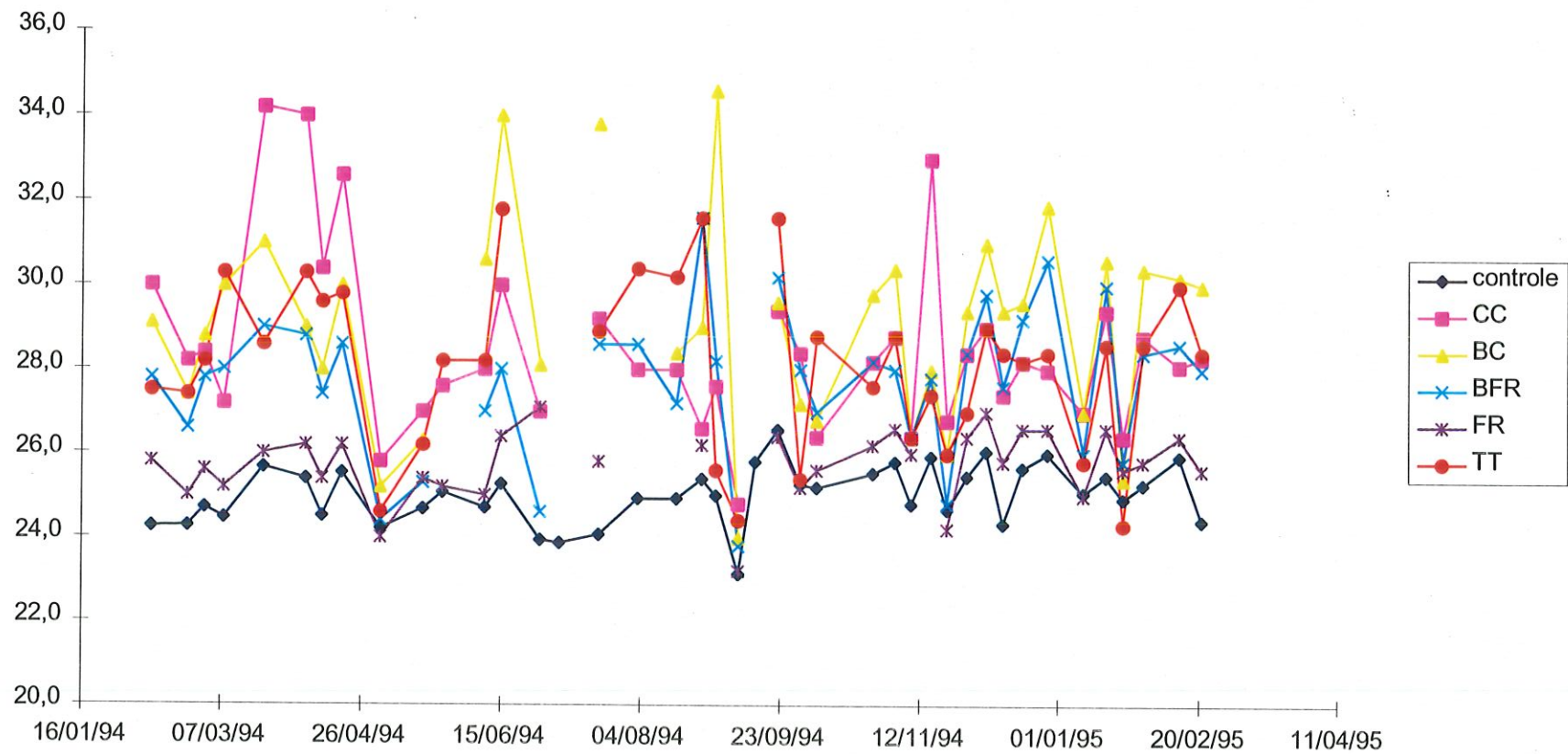


FIGURA 13. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco I, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).

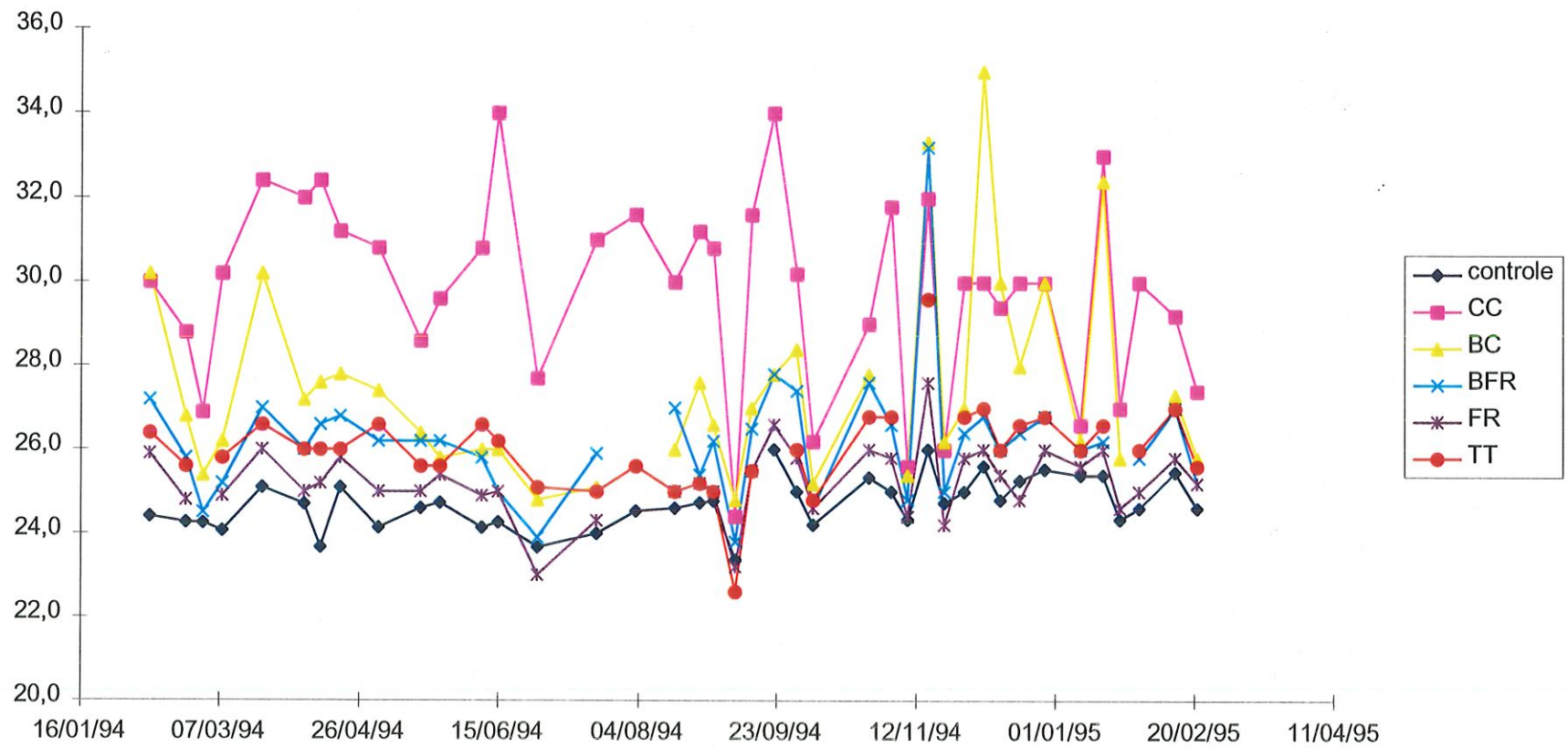


FIGURA 14. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco II, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).

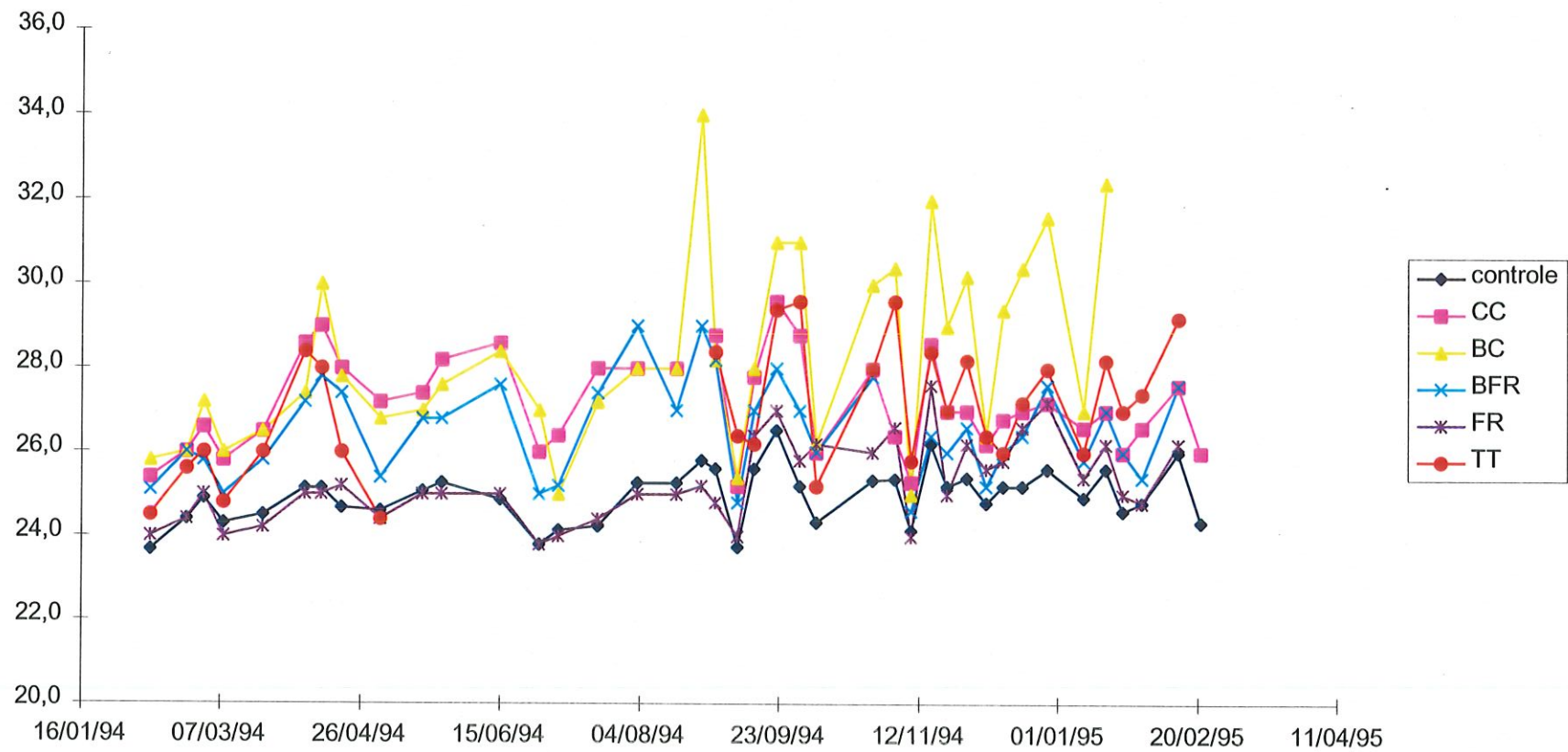


FIGURA 15. Variação da temperatura do solo para a profundidade 5 cm no bloco IV, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR) e trilha do trator (TT).

Na tabela 16 constam os dados de temperatura do solo medidos na profundidade 10 cm. O valor mais baixo, 22,2 °C, foi registrado no controle do bloco I, e o mais elevado, 30,4 °C, no centro da clareira do bloco I. As figuras 16, 17, 18, 19, 20 21 e 22 mostram o comportamento de temperatura do solo considerando as duas profundidades de medidas, 5 e 10 cm. Nessas figuras nota-se que os controles apresentam o mesmo comportamento de temperatura para as duas profundidades e são menos variados do que os outros tratamentos, mesmo assim no controle do bloco I a diferença de temperatura entre a profundidade 5 e 10 cm foi mais expressiva em relação aos controles do bloco II e IV, possivelmente o solo dessa parcela tenha recebido mais luz, e assim proporcionando um gradiente mais negativo de temperatura. Quando emprega-se o gradiente, algumas vezes há confusão para o entendimento do sentido de fluxo de calor, no caso da temperatura ser mais elevada na superfície em relação a temperatura em outra profundidade, o gradiente é negativo e há um fluxo de calor de cima para baixo. Nota-se que os gradientes (tabela 17) mais negativos, considerando os tratamentos investigados, são fornecidos pelas parcelas manejadas e o valor foi -1,6 °C/cm (bloco II, centro da clareira). Também foram registrados dados mais elevados de temperatura na profundidade 10 cm, indicando arrefecimento da camada mais superficial, e, nesse caso, o gradiente de temperatura foi positivo. Foi possível observar que nas parcelas controles o solo até a profundidade de 10 cm deve estar sujeito a um baixo fluxo de calor, enquanto que na clareira, borda da clareira, borda da floresta remanescente, devido ao gradiente de temperatura, o fluxo possa ser bem mais intenso.

TABELA 16 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 10 cm nos bloco I, II e IV.

	bloco I		bloco II			bloco IV	
	controle	CC	controle	CC	BC	controle	CC
10/02/94	23,8	29,0	24,8	27,8	27,0	23,4	25,0
23/02/94	23,8	27,2	24,4	26,8	26,0	24,6	25,8
01/03/94	24,0	26,8	23,7	25,9	NM	24,8	26,2
08/03/94	23,8	24,3	24,2	26,3	25,2	24,0	25,2
22/03/94	24,6	29,2	25,0	27,6	28,0	24,5	26,0
06/04/94	24,2	28,0	24,2	27,5	25,5	24,6	26,0
12/04/94	24,0	28,2	23,6	27,6	26,0	24,5	27,8
19/04/94	NM	28,4	25,5	28,0	27,2	24,2	27,8
03/05/94	23,6	25,0	23,6	28,0	26,4	24,6	26,6
18/05/94	NM	26,0	24,3	26,6	25,8	25,0	27,2
25/05/94	24,4	26,8	24,6	26,6	26,0	25,0	28,0
09/06/94	23,6	26,8	24,0	26,2	25,9	NM	NM
15/06/94	24,2	26,8	23,8	26,0	25,8	NM	28,9
29/06/94	23,0	26,5	23,8	25,8	24,0	23,6	25,8
06/07/94	23,6	NM	NM	NM	NM	24,2	25,0
20/07/94	22,2	26,6	23,8	26,2	25,1	24,1	27,8
03/08/94	24,0	26,0	24,2	26,0	NM	24,8	26,5
17/08/94	23,8	26,4	24,4	26,0	26,0	25,0	27,2
26/08/94	24,0	NM	24,6	27,8	NM	25,6	NM
31/08/94	NM	26,2	24,6	28,2	NM	25,2	28,4
08/09/94	23,0	24,2	23,3	24,4	24,0	24,0	24,8
14/09/94	24,4	NM	NM	28,0	26,6	25,2	26,8
22/09/94	25,4	30,4	26,0	28,2	27,6	26,0	28,6
30/09/94	24,2	26,8	24,8	28,0	27,8	25,0	27,4
06/10/94	24,2	26,4	24,6	26,0	NM	24,4	25,2
26/10/94	24,8	28,2	25,0	28,0	27,6	25,0	27,0
03/11/94	24,6	28,4	25,0	27,8	26,4	25,0	26,2
09/11/94	23,8	26,4	24,6	25,6	24,8	24,2	24,2
16/11/94	25,4	28,0	26,0	30,0	NM	25,8	28,0
22/11/94	24,0	25,6	24,8	25,6	24,2	24,8	26,0
29/11/94	24,4	27,8	24,8	27,8	NM	24,8	26,4
06/12/94	24,6	28,5	25,4	28,0	27,4	24,8	25,2
12/12/94	23,2	27,4	24,8	26,2	26,4	24,8	26,2
19/12/94	23,8	28,0	25,2	27,8	26,8	25,0	26,6
28/12/94	24,8	NM	25,6	27,8	26,6	25,0	27,0
10/01/95	24,4	26,6	25,3	26,4	26,0	25,2	25,6
18/01/95	24,6	28,6	25,4	28,2	26,8	25,0	26,4
24/01/95	24,0	26,4	24,4	26,4	NM	24,6	25,8
31/01/95	24,2	27,8	24,6	28,0	26,0	23,8	26,4
13/02/95	25,0	28,0	25,6	28,2	27,1	25,6	27,4
21/02/95	23,6	26,1	NM	27,4	25,6	24,4	25,0

NM. Não medido.

TABELA 17-Gradientes de temperatura no perfil do solo(°C/cm) nos bloco I, II e IV.

	bloco I		bloco II			bloco IV	
	controle	CC	controle	CC	BC	controle	CC
10/02/94	-0,1	-0,2	0,1	-0,4	-0,6	-0,1	-0,1
23/02/94	-0,1	-0,2	0,0	-0,4	-0,2	0,0	0,0
01/03/94	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	NM	0,0	-0,1
08/03/94	-0,1	-0,6	0,0	-0,8	-0,2	-0,1	-0,1
22/03/94	-0,2	-1,0	0,0	-1,0	-0,4	0,0	-0,1
06/04/94	-0,2	-1,2	-0,1	-0,9	-0,3	-0,1	-0,5
12/04/94	-0,1	-0,4	0,0	-1,0	-0,3	-0,1	-0,2
19/04/94	NM	-0,8	0,1	-0,6	-0,1	-0,1	0,0
03/05/94	-0,1	-0,2	-0,1	-0,6	-0,2	0,0	-0,1
18/05/94	NM	-0,2	-0,1	-0,4	-0,1	0,0	0,0
25/05/94	-0,1	-0,2	0,0	-0,6	0,0	-0,1	0,0
09/06/94	-0,2	-0,2	0,0	-0,9	0,0	NM	NM
15/06/94	-0,2	-0,6	-0,1	-1,6	0,0	NM	0,1
29/06/94	-0,2	-0,1	0,0	-0,4	-0,2	0,0	0,0
06/07/94	-0,1	NM	NM	NM	NM	0,0	-0,3
20/07/94	-0,4	-0,5	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0
03/08/94	-0,2	-0,4	-0,1	-1,1	NM	-0,1	-0,3
17/08/94	-0,2	-0,3	0,0	-0,8	0,0	-0,1	-0,2
26/08/94	-0,3	NM	0,0	-0,7	NM	0,0	NM
31/08/94	NM	-0,3	0,0	-0,5	NM	-0,1	-0,1
08/09/94	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2	0,1	-0,1
14/09/94	-0,3	NM	NM	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2
22/09/94	-0,2	0,2	0,0	-1,2	0,0	-0,1	-0,2
30/09/94	-0,2	-0,3	0,0	-0,4	-0,1	0,0	-0,3
06/10/94	-0,2	0,0	0,1	0,0	NM	0,0	-0,2
26/10/94	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,2
03/11/94	-0,2	-0,1	0,0	-0,8	NM	-0,1	0,0
09/11/94	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,2
16/11/94	-0,1	-1,0	0,0	-0,4	NM	-0,1	-0,1
22/11/94	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,4	-0,1	-0,2
29/11/94	-0,2	-0,1	0,0	-0,4	NM	-0,1	-0,1
06/12/94	-0,3	-0,1	0,0	-0,4	-1,5	0,0	-0,2
12/12/94	-0,2	0,0	0,0	-0,6	-0,7	-0,1	-0,1
19/12/94	-0,4	0,0	0,0	-0,4	-0,2	0,0	-0,1
28/12/94	-0,2	NM	0,0	-0,4	-0,7	-0,1	0,0
10/01/95	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,2
18/01/95	-0,2	-0,2	0,0	-1,0	-1,1	-0,1	-0,1
24/01/95	-0,2	0,0	0,0	-0,1	NM	0,0	0,0
31/01/95	-0,2	-0,2	0,0	-0,4	NM	-0,2	0,0
13/02/95	-0,2	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0
21/02/95	-0,2	-0,4	NM	0,0	0,0	0,0	-0,2

NM. Não medido.

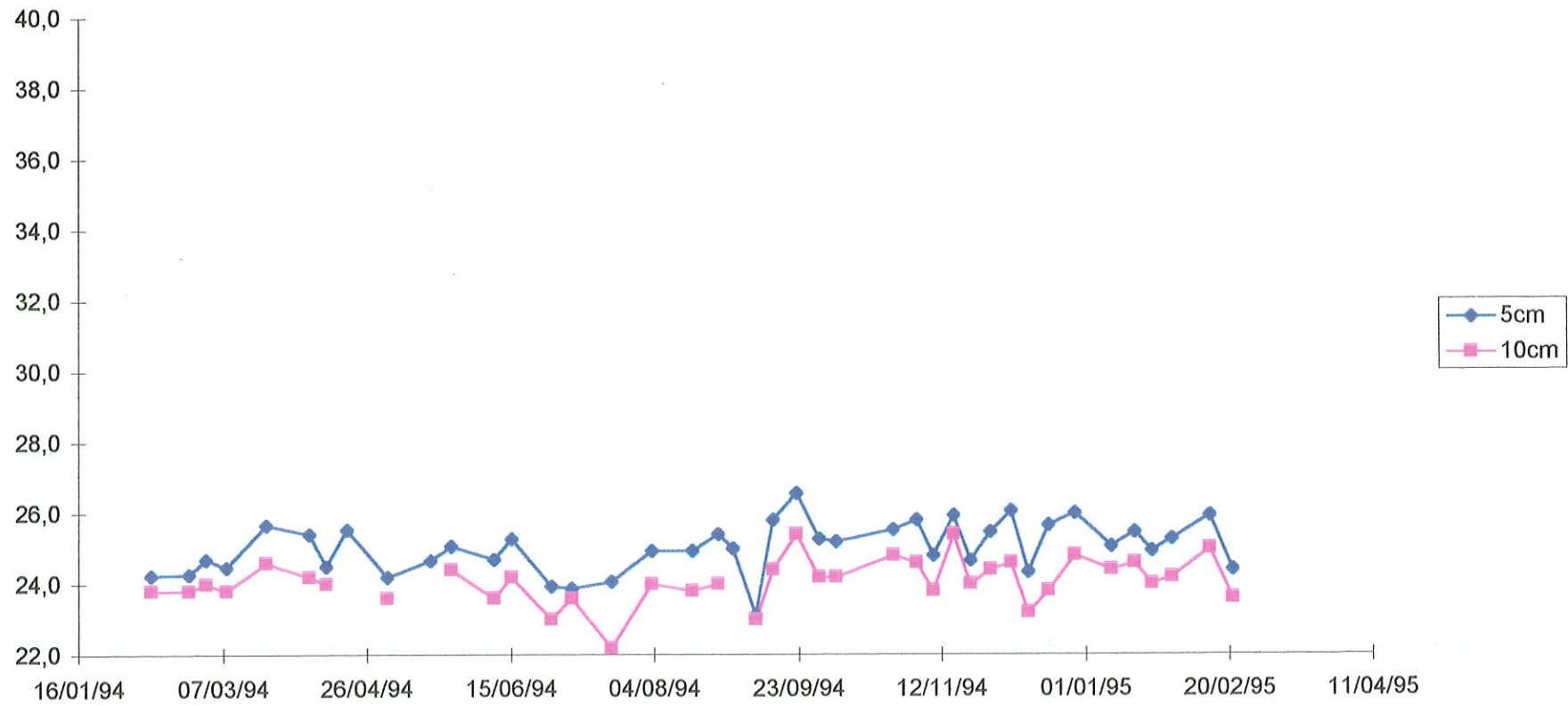


FIGURA 16. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco I.

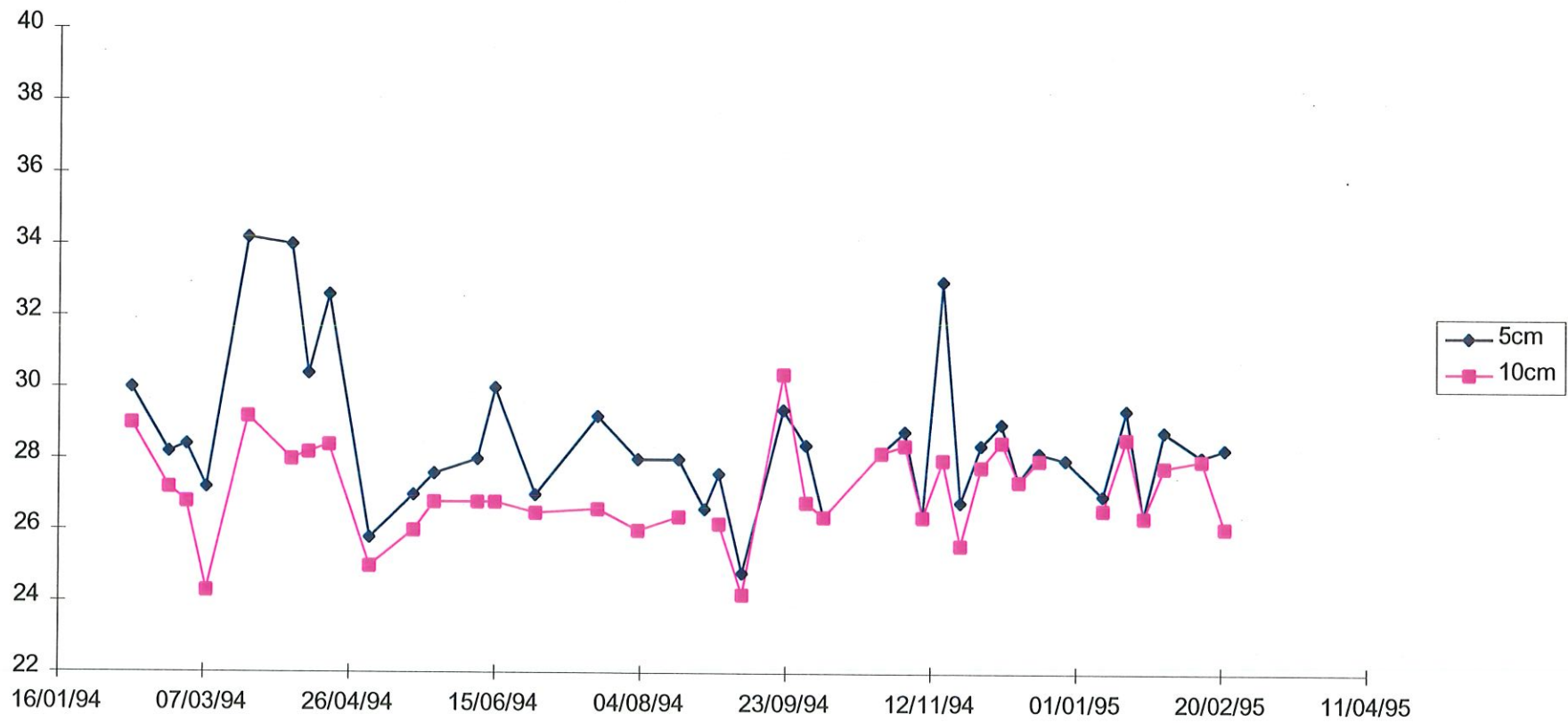


FIGURA 17. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira (CC) do bloco I.

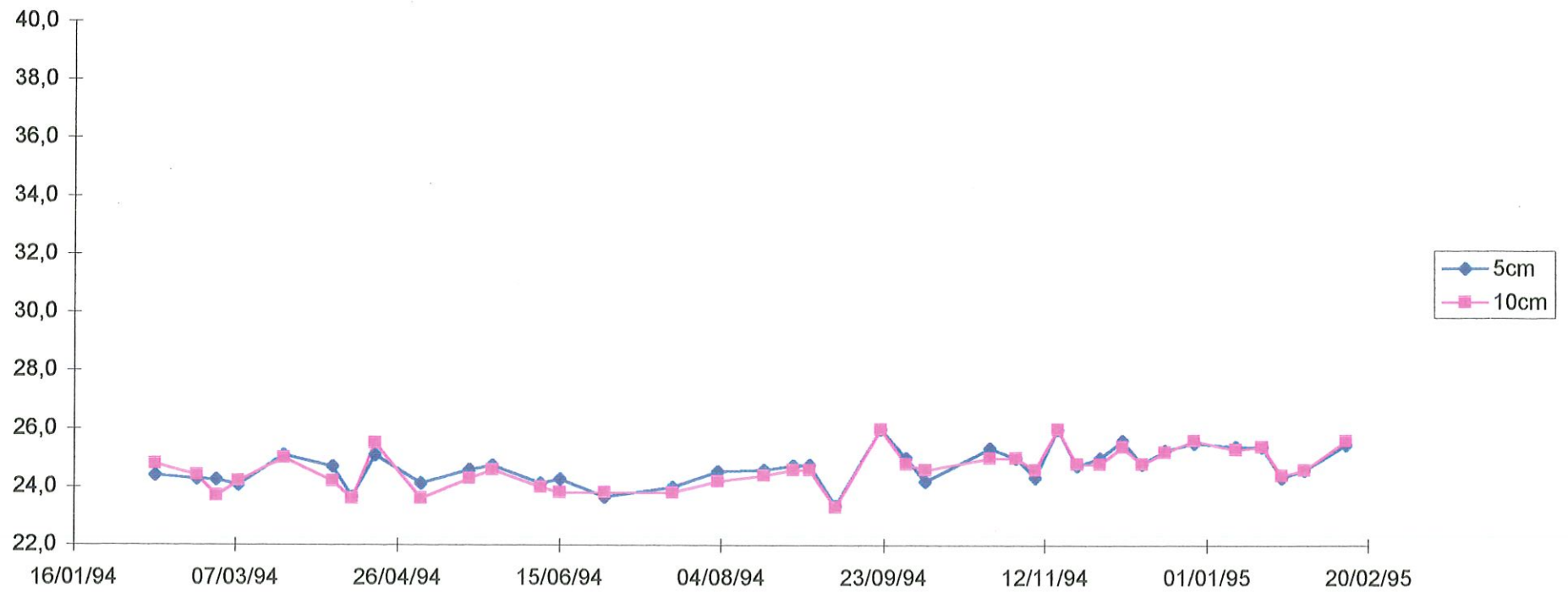


FIGURA 18. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco II.

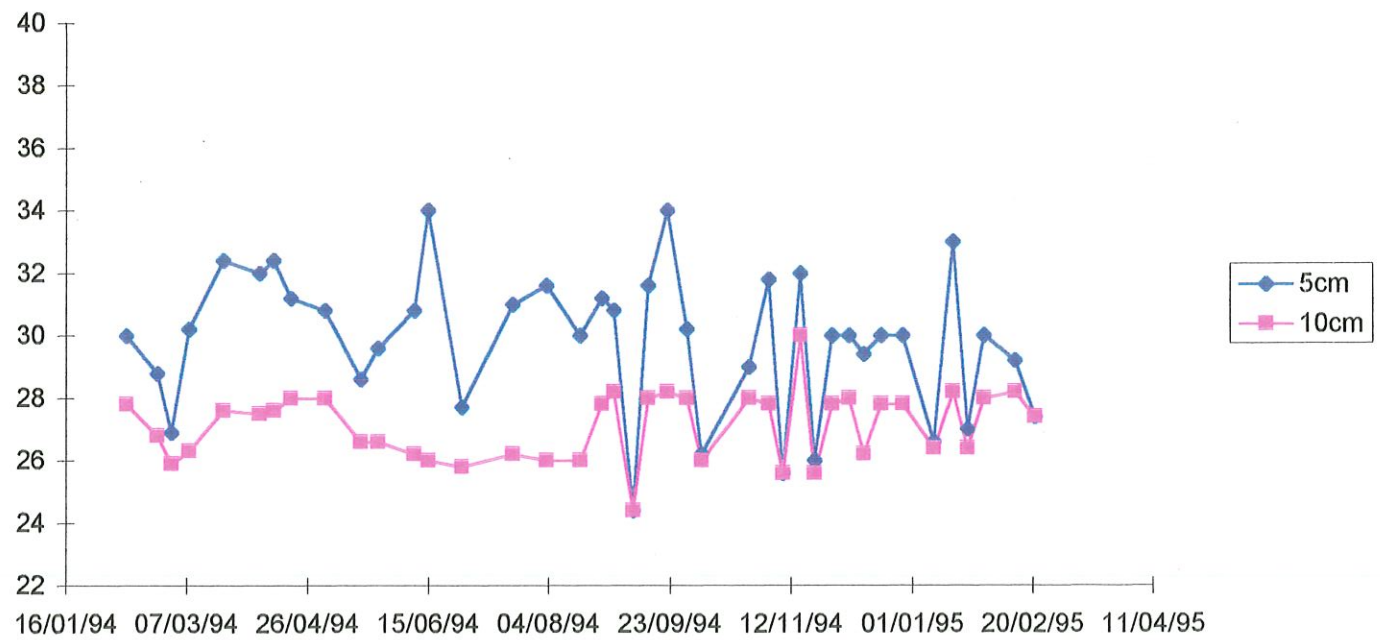


FIGURA 19. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira do bloco II.

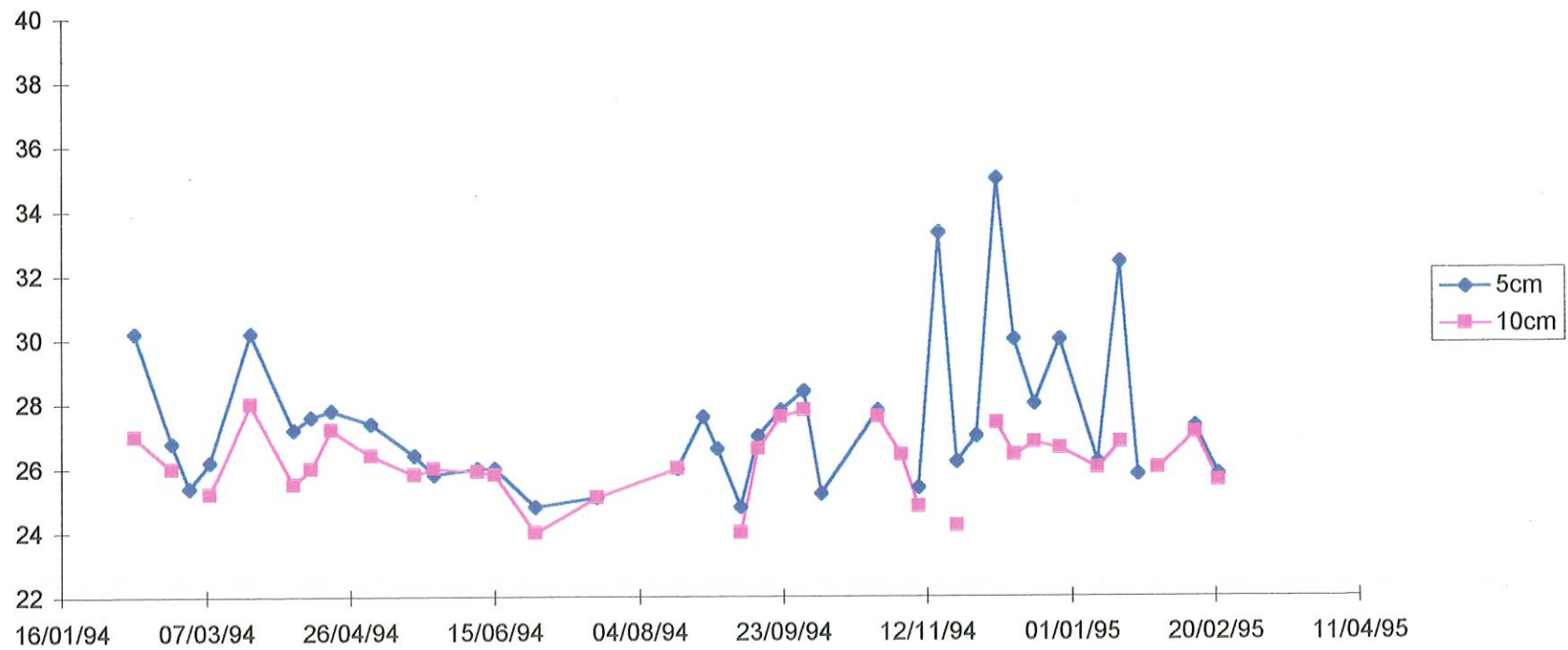


FIGURA 20. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm na borda da clareira do bloco II.

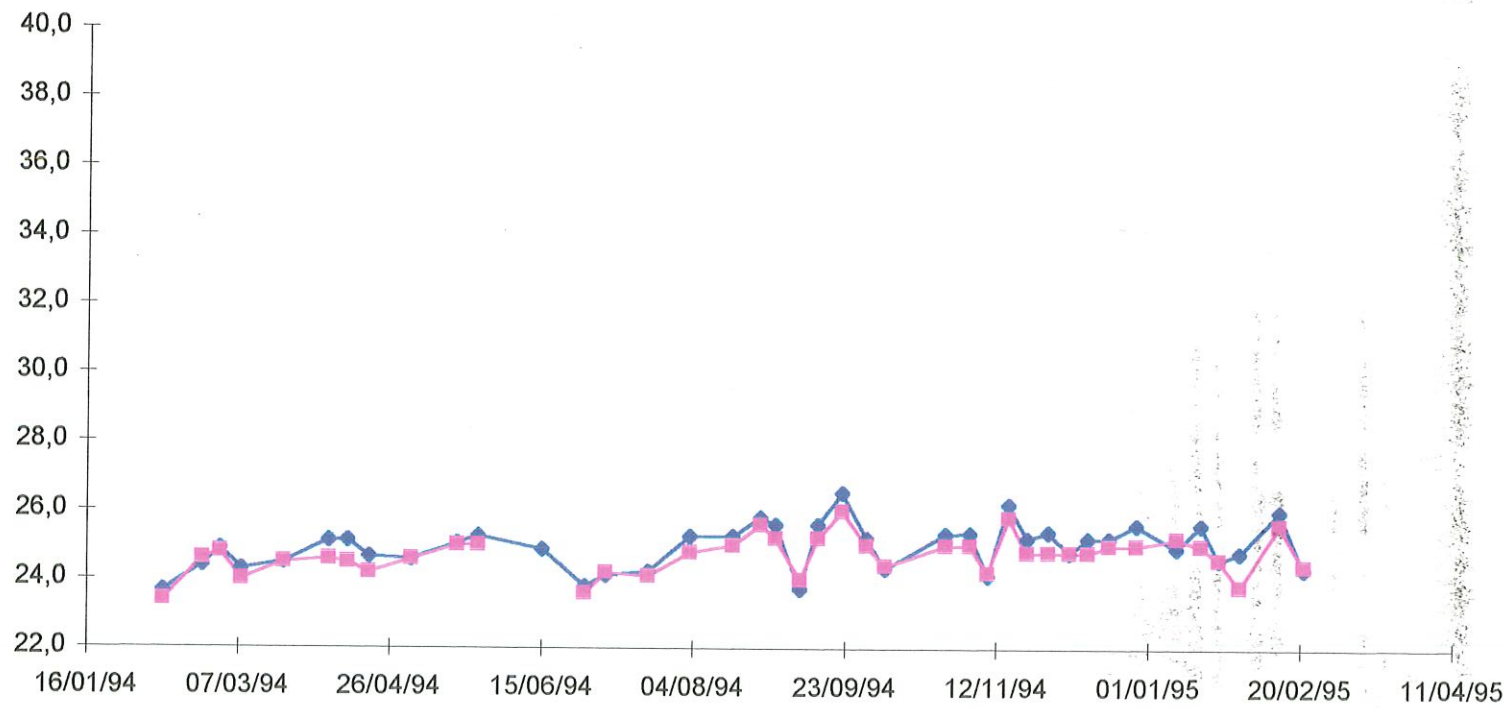


FIGURA 21. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no controle do bloco IV.

bloco IV

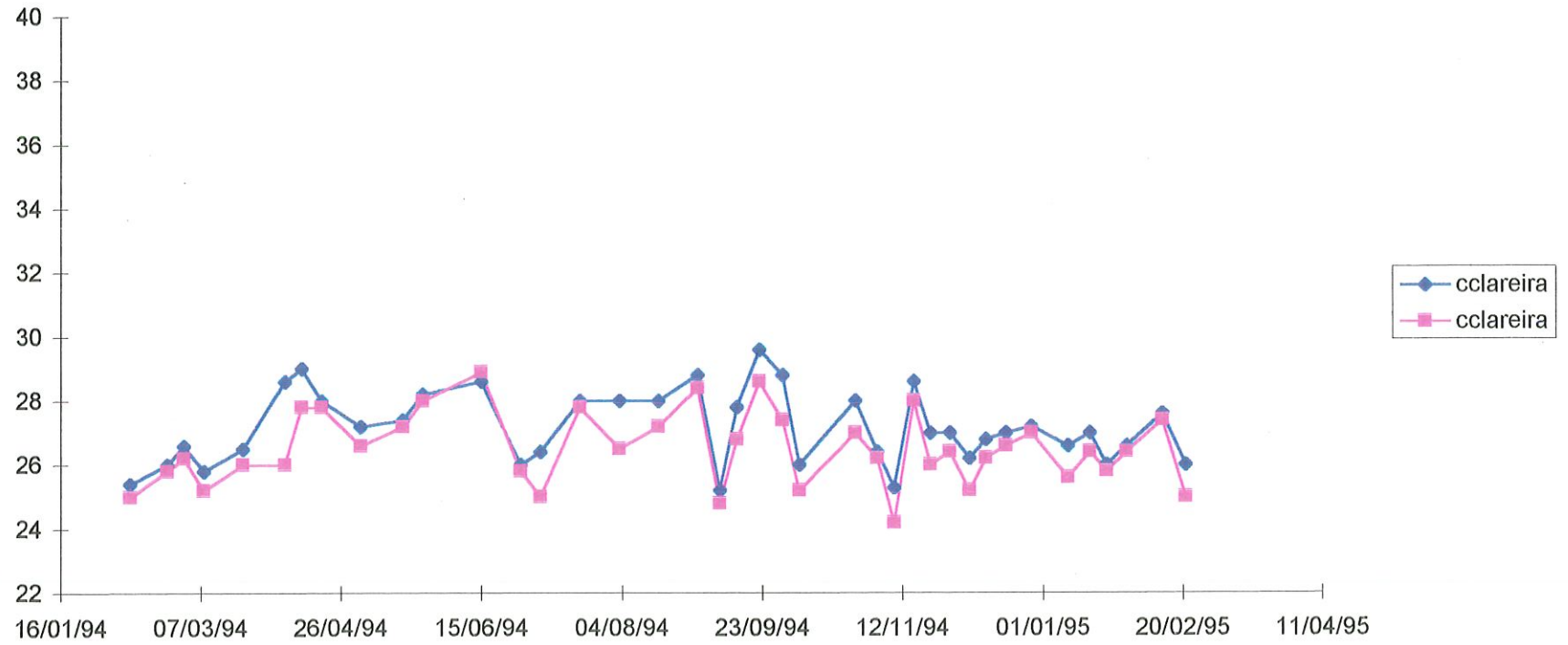


FIGURA 22. Variação da temperatura do solo para as profundidades 5 e 10 cm no centro da clareira do bloco IV.

SOUZA et al. (1996) estudaram as variações de temperatura em perfis do subsolo até a profundidade de 3,8 m, na região de Marabá no Pará, em dois sítios, sendo um sob floresta primária e o outro sob pastagem. Observaram que a temperatura sob pastagem foi 3,7 °C mais elevado do que sob floresta à profundidade de 0,20 cm. Durante o período chuvoso, considerando todas as profundidades que investigaram, as temperaturas sob pastagem foram em torno de 2 °C mais elevadas do que sob floresta. Os resultados obtidos durante o período seco foram mais elevados.

Na segunda etapa de coleta de dados (campanhas intensivas) foi possível também verificar as alterações causadas pelo manejo em relação à temperatura do solo. Na tabela 18 contam os dados registrados durante essas campanhas, sendo possível observar variações diurnas. O valor mais baixo de temperatura, 22,7 °C, foi fornecido pela parcela controle no período chuvoso (12/01/95) e mais elevado, 32,4 foi registrado na trilha do trator no dia 06/10/95 (período seco). Na parcela controle a maior variação diurna foi registrado no período seco, no dia 12/10/95, 1,7 °C; e na trilha do trator foi registrada a maior variação diurna de temperatura, 5,6 °C (período seco, 11/10/95). O centro da clareira deveria apresentar os valores mais elevados de temperatura, mas o regeneramento da vegetação proporcionou valores mais baixos do que a trilha do trator, que está localizada dentro da clareira, porém, sem regeneração. Com base nos resultados de temperatura do solo é possível afirmar que a cobertura florestal mantém o solo protegido de elevadas variações de temperaturas, além de proporcionar temperaturas mais baixas em relação o solo nu.

TABELA 18 - Temperatura (°C) do solo na profundidade 5 cm no bloco IV, referentes aos 6 tratamentos, obtidas durante campanhas intensivas.

		Controle	CC	BC	BFR	FR	TT
21/02/95	16:00	24,6	26,4	NM	NM	NM	28,0
22/02/95	10:00	23,8	25,8	NM	NM	NM	25,6
22/02/95	16:00	23,6	25,4	NM	NM	NM	25,6
23/02/95	08:00	23,5	25,0	NM	NM	NM	25,0
23/02/95	10:00	23,6	25,2	NM	NM	NM	26,2
23/02/95	12:00	24,3	25,8	NM	NM	NM	28,2
03/05/95	16:00	25,0	27,6	NM	NM	NM	28,6
04/05/95	08:00	24,0	25,6	NM	NM	NM	24,6
04/05/95	12:00	24,9	30,6	NM	NM	NM	26,8
17/07/95	16:00	24,6	27,0	NM	24,0	23,8	28,0
18/07/95	08:00	24,2	25,2	NM	24,0	NM	25,4
18/07/95	13:00	24,6	26,8	NM	26,6	25,4	27,4
18/07/95	16:00	24,2	26,6	NM	26,2	25,0	27,4
19/07/95	08:00	23,7	24,4	NM	25,0	24,6	24,4
19/07/95	12:00	24,6	26,4	NM	23,4	26,0	25,4
19/07/95	16:00	25,1	28,2	NM	NM	25,8	28,4
06/10/95		26,1	27,4	NM	27,4	27,6	32,4
10/10/95		25,5	26,4	NM	26,4	25,4	28,2
11/10/95	08:00	24,6	25,2	NM	25,2	24,6	26,4
11/10/95	12:00	25,2	26,4	NM	27,0	26,0	32,0
11/10/95	16:00	25,7	27,2	NM	27,5	26,6	30,6
12/10/95	08:00	24,3	25,4	NM	25,0	24,6	26,4
12/10/95	12:00	25,2	27,0	NM	27,2	26,6	32,2
12/10/95	16:00	26,0	27,4	NM	27,6	26,6	29,8
13/10/95	08:00	24,2	25,2	NM	24,8	24,6	26,4
13/10/95	11:00	24,9	26,2	NM	26,2	25,6	29,2
09/01/96	16:00	23,8	25,0	NM	25,0	24,4	25,6
10/01/96	08:00	24,0	NM	NM	NM	NM	NM
10/01/96	16:00	23,8	24,4	23,6	24,2	23,8	23,8
11/01/96	08:00	23,2	24,0	24,4	24,0	23,8	24,0
11/01/96	15:00	23,6	24,4	25,0	25,2	24,2	25,4
12/01/96	08:00	22,7	24,0	24,4	25,0	24,0	24,4
15/01/96	15:00	23,7	25,0	25,6	25,6	24,4	25,4
16/01/96	08:00	23,1	23,8	24,4	23,6	23,6	24,4
16/01/96	15:00	24,4	25,4	27,0	26,0	24,8	26,4
17/01/96	08:00	24,7	24,8	25,0	25,2	24,2	25,4

NM. Não medido.

Os dados de temperatura do solo tanto para a profundidade 5 cm quanto 10 cm foram separados em três períodos (estações) para a análise estatística, que foram: 1. Chuvosa, de janeiro a junho/96; 2. Não chuvosa, de julho a novembro/94 e 3. Chuvosa de dezembro a fevereiro/95. As tabelas 19 e 20 contém os resultados das análises estatísticas, respectivamente a análise de variância e teste de Tukey, para a temperatura registrada na profundidade do solo 5cm. Foram comparados os 6 tratamentos. Para os três períodos, o resultado da análise de variância mostrou que as médias mostraram diferença significativa ao nível de 5 % entre os tratamentos. Com respeito ao teste de Tukey, somente o primeiro e o terceiro indicaram diferença.

Para a temperatura na profundidade 10 cm, a análise de variância indicou que as médias do controle diferiram das do centro da clareira. A tabela 21 fornece o resultado dessa análise.

Portanto, os resultados de temperatura do solo para as duas profundidades, 5 e 10 cm, indicaram que nos tratamentos não tiveram, em média, o mesmo comportamento, e o corte seletivo de árvore, com a formação de clareira e de sua borda proporcionaram os valores mais elevados de temperatura.

TABELA 19 - Análise de Variância para a temperatura do solo na profundidade 5 cm, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	545,917	109,183	49,07*
Blocos	2	78,673	39,337	17,68
Resíduo	229	509,498	2,225	
Total	236			
Segundo Período				
Tratamentos	5	488,694	97,739	26,03*
Blocos	2	19,441	9,720	2,70
Resíduo	263	1008,989	3,836	
Total	270			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	273,076	54,615	25,88*
Blocos	2	12,251	6,126	2,90
Resíduo	142	299,610	2,110	
Total	149			

*Significativo ao nível de 5 %.

TABELA 20 - Teste de Tukey para a temperatura do solo na profundidade 5 cm, considerando três períodos climáticos.

	1º período	2º período	3º período
controle	24,6 ^a	25,0 ^a	25,2 ^a
CC	29,0 ^e	28,4 ^d	28,1 ^c
BC	27,7 ^d	28,2 ^{cd}	29,4 ^d
BFR	26,4 ^{bc}	27,1 ^b	27,0 ^b
FR	25,1 ^{ab}	25,4 ^a	25,8 ^a
TT	26,9 ^c	27,2 ^{bc}	27,1 ^{bc}

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

TABELA 21 - Análise de Variância para a temperatura do solo na profundidade 10 cm, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	142,323	142,323	168,43*
Blocos	2	0,082	0,041	0,05
Resíduo	75	63,376	0,845	
Total	78			
Segundo Período				
Tratamentos	1	151,948	151,948	98,45*
Blocos	2	4,987	2,493	0,91
Resíduo	91	231,479	2,544	
Total	94			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	72,788	72,788	125,57*
Blocos	2	4,624	2,312	3,99
Resíduo	49	28,403	0,580	
Total	52			

*Significativo ao nível de 5 %.

4.3 Condutividade hidráulica de solo saturado (Ko)

Os resultados de infiltração básica ou condutividade hidráulica saturada são apresentados pela tabela 22. O valor médio mais elevado foi registrado no bloco II controle (42,67 mm/h) e o mais baixo no bloco I manejo (11,31 mm/h). Verifica-se que os desvios padrão correspondentes a essas médias, indicam alta variabilidade espacial do solo. A condutividade hidráulica do solo é uma propriedade essencial na análise da dinâmica da água no solo, pois representa a facilidade com

que o solo é capaz de conduzir a água. Esta determinação também é importante para o entendimento do transporte de nutrientes no solo, pois é estritamente dependente do fluxo de água.

TABELA 22 - Condutividade hidráulica de solo saturado (K_o , mm/h).

Locais	média mm/h	DV %	máximo mm/h	mínimo mm/h	n
bloco I controle	40,02	35,99	105,92	7,07	5
bloco I manejo	11,31	12,61	31,86	2,25	8
bloco II controle	42,67	39,06	108,65	6,52	6
bloco II manejo	39,75	42,81	130,22	0,54	12
bloco IV controle 93	25,25	13,32	47,52	12,17	4
bloco IV manejo 93	32,07	26,48	79,12	0,36	10
bloco IV controle 87	34,99	41,79	117,94	6,17	5
bloco IV manejo 87	31,04	25,30	73,12	8,26	4

De acordo com REICHARDT (1990) a infiltração básica acima de 30 mm/h é considerada muito alta. Com exceção do manejo de 1993 do bloco I e o controle de 1993 do bloco IV, os demais resultados estão acima desse valor, e a infiltração básica desses solos podem ser classificados como alta a muito alta. MEDINA & LEITE (1985) registraram valores bem mais elevados em latossolo amarelo próximo à Manaus. Eles avaliaram três sistemas de manejo do solo e de duas coberturas vegetais na infiltração de água. O valor mais elevado que registraram foi 285 mm/h para o sistema seringueira com cobertura, e para a mata virgem o valor foi

223 mm/h. Afirmam que a facilidade desse solo em transmitir a água é devido a ação granulante, estabilizadora e protetora da vegetação de cobertura, que induz o desenvolvimento de propriedades estruturais do solo que afetam a sua habilidade para transmitir fluidos. Constataram que o excessivo tráfego de máquinas agrícolas, que compactou o solo, e a ação dispersante e impermeabilizante da chuva, proporcionaram a lenta penetração da água.

TOMAZELLA & HODNETT (1996) determinaram a infiltração básica em latossolo amarelo em três profundidades (superfície, 30 e 105 cm) em um pasto formado em 1980 a 100 km de Manaus (Fazenda Dimona). Observaram que a infiltração na superfície, 66 mm/h, foi mais baixo que a 30 cm, 97 mm/h. Na profundidade 05 cm o valor obtido foi 17 mm/h. Afirmam que os altos resultados de K_o são devidos a macroporosidade. REICHARDT et al. (1980) determinaram em laboratório K_o em latossolo amarelo da Estação Experimental de Silvicultura Tropical km 45 da Br 174. O valor médio obtido foi 35 mm/h.

Os resultados aqui apresentados e por outros pesquisadores revelam que o latossolo amarelo de textura muito argilosa tem elevada condutividade hidráulica saturada, e aliado à porosidade, acima de 50 %, proporciona uma boa infiltração e drenagem. Durante as coletas, algumas vezes sob intensa chuva, não foi observado escoamento superficial nos blocos investigados, o que é entendido que toda a água que chegou ao solo infiltrou.

4.4 Armazenamento de água no solo

As tabelas 23, 24 e 25 apresentam os resultados do armazenamento de água no solo, calculados com o auxílio das curvas de retenção, utilizando os dados de potencial mátrico. O valor mais elevado de armazenamento de água, 393 mm, foi registrado no centro da clareira do bloco IV no período chuvoso. Este valor corresponde a 94,8% do valor saturado. O valor mais baixo, 264 mm, foi registrado nas parcelas controles dos blocos II, IV e na floresta remanescente do bloco IV no período mais seco, após uma semana sem chuva. A Tabela 26 contém os dados de água armazenada no perfil quando saturado e quando o perfil está sujeito ao potencial -15000 cm de coluna de água, que é o potencial no qual as plantas não conseguem mais retirar água do solo, observa-se que o valor 264 mm corresponde, respectivamente a 3 e 5,6 % de água que o perfil de 70 cm do solo pode dispor de água às plantas, respectivamente aos tratamentos controle do bloco II, controle e floresta remanescente do bloco IV. Considerando que a taxa diária de evapotranspiração seja em torno de 4 mm, a parcela controle do bloco II só pode dispor de água às plantas por mais 2 dias, o controle e a floresta remanescente do bloco IV, 3 dias. No controle do bloco I o armazenamento registrado no mesmo dia em relação aos controles dos outros blocos o valor foi 273 mm, possibilitando dispor de água por mais 4 dias.

TABELA 23 - Armazenamento (mm) de água no solo no bloco I.

	controle	CC	BC	BFR	FR
16/12/93	294	313	306	314	295
22/12/93	311	323	309	312	315
26/01/94	332	NM	364	360	NM
02/02/94	325	329	320	318	NM
01/02/94	315	330	328	319	338
24/02/94	331	335	361	329	362
02/03/94	317	335	332	321	340
08/03/94	320	322	320	326	333
22/03/94	302	311	308	305	305
06/04/94	312	320	321	316	316
12/04/94	328	346	350	338	342
19/04/94	314	329	314	311	317
04/05/94	321	333	332	336	342
18/05/94	329	340	341	329	NM
25/05/94	314	332	327	327	327
09/06/94	322	330	332	321	338
15/06/94	308	320	318	313	307
29/06/94	309	322	315	311	315
06/07/94	313	360	NM	331	NM
20/07/94	294	306	295	285	276
03/08/94	282	292	274	NM	NM
17/08/94	317	329	328	333	NM
26/08/94	287	297	296	289	275
31/08/94	322	326	333	332	310
08/09/94	330	345	352	340	341
22/09/94	282	283	282	283	273
30/09/94	304	317	305	327	304
06/10/94	284	304	298	297	285
26/10/94	285	280	NM	NM	NM
03/11/94	280	NM	NM	NM	NM
09/11/94	312	320	313	319	346
16/11/94	273	288	281	272	NM
22/11/94	310	NM	NM	NM	NM
29/11/94	309	316	328	318	311
06/12/94	294	297	296	301	290
12/12/94	328	317	331	332	371
19/12/94	310	310	322	315	316
28/12/94	311	306	311	309	305
01/01/95	287	287	291	291	282
18/01/95	304	305	316	325	NM
24/01/95	328	335	345	322	NM
31/01/95	311	308	312	319	NM
13/02/95	291	322	298	297	306
21/02/95	303	304	307	319	NM

TABELA 24 - Armazenamento de água no solo no bloco II.

	controle	CC	BC	BFR	FR
26/01/94	327	387	NM	NM	318
02/02/94	315	363	347	312	NM
01/02/94	319	360	355	351	320
24/02/94	327	368	381	325	330
02/03/94	319	369	376	327	342
08/03/94	320	359	379	347	328
22/03/94	301	346	346	304	303
06/04/94	309	353	353	326	326
12/04/94	331	371	360	327	334
19/04/94	310	353	355	316	317
04/05/94	319	360	362	337	324
18/05/94	330	376	372	347	328
25/05/94	315	356	361	332	314
09/06/94	320	361	360	347	315
15/06/94	315	348	355	313	298
29/06/94	302	349	354	310	310
06/07/94	315	NM	376	316	296
20/07/94	294	351	353	280	283
03/08/94	275	342	315	NM	NM
17/08/94	316	354	358	NM	337
26/08/94	284	333	331	NM	291
31/08/94	318	356	360	341	323
08/09/94	322	382	367	293	NM
14/09/94	NM	351	352	297	306
22/09/94	276	325	323	271	277
30/09/94	302	356	352	312	301
06/10/94	284	345	342	276	282
26/10/94	281	351	328	277	278
03/11/94	277	330	NM	NM	NM
09/11/94	307	364	372	311	308
16/11/94	264	316	314	279	NM
29/11/94	312	359	365	338	316
06/12/94	287	340	344	294	305
12/12/94	320	362	358	342	311
19/12/94	308	351	368	320	319
28/12/94	302	344	344	306	310
01/01/95	280	335	341	277	278
18/01/95	302	342	344	298	298
24/01/95	330	382	NM	NM	324
31/01/95	309	351	368	NM	315
13/02/95	295	344	350	301	288
21/02/95	295	356	366	338	330

NM. Não medido.

TABELA 25 - Armazenamento de água no solo no bloco IV.

	Controle	CC	BC	BFR	FR
10/02/94	321	358	360	372	318
24/02/94	338	385	377	358	343
02/03/94	319	357	348	318	316
08/03/94	319	377	376	334	346
22/03/94	330	393	367	350	328
06/04/94	319	346	345	309	308
12/04/94	337	378	354	335	341
19/04/94	320	350	343	313	310
04/05/94	321	352	358	318	315
18/05/94	329	366	367	334	329
25/05/94	314	347	345	316	312
15/06/94	308	342	335	309	305
29/06/94	309	342	336	308	301
06/07/94	314	377	NM	368	331
20/07/94	305	341	341	313	302
03/08/94	276	335	314	270	284
17/08/94	297	346	336	308	301
26/08/94	270	312	296	274	267
31/08/94	322	354	342	313	313
08/09/94	325	368	364	331	325
14/09/94	312	346	345	308	307
22/09/94	280	308	300	280	273
30/09/94	296	343	NM	NM	295
06/10/94	279	315	295	272	267
26/10/94	281	351	NM	NM	NM
03/11/94	271	301	NM	NM	NM
09/11/94	302	360	348	314	307
16/11/94	264	300	288	264	NM
22/11/94	265	355	NM	NM	NM
29/11/94	322	349	342	307	309
06/12/94	293	326	315	282	280
12/12/94	323	366	352	319	326
19/12/94	311	346	331	330	303
28/12/94	307	337	328	301	297
01/01/95	293	313	298	294	274
18/01/95	305	332	NM	292	289
24/01/95	328	392	375	336	345
31/01/95	312	345	336	311	303
13/02/95	287	334	317	275	280
21/02/95	302	369	NM	310	302

NM. Não medido.

No período seco foram registrados os valores mais baixos de armazenamento. Em relação aos centros das clareiras dos três blocos o valor mais baixo foi 280 mm, que corresponde a 18,6 % da saturação e proporciona água às plantas por mais 11 dias, para o perfil de 70 cm. Porém, a borda da clareira do bloco IV o armazenamento de água do solo é esgotado em 1 semana. CHAUVEL et al. (1992) observou que nos primeiros 40 cm superficiais, as chuvas frequentes e a atividade biológica permitem condições favoráveis à absorção da água pelo sistema radicular e dos nutrientes, e a falta de chuva por mais de uma semana esgota a reserva de água disponível às plantas. No entanto HODNETT et al. (1995) verificaram que a floresta é capaz de retirar água de camadas mais profundas e assim resistir a períodos mais longos de seca, isto foi possível constatar quando compararam o comportamento do armazenamento da água no solo entre o solo sob floresta e sob pastagem para um perfil de 2 m de profundidade, não houve grande diferença entre os dados tanto no período seco quanto no chuvoso na camada de 0-1 m. Na camada abaixo, 1-2 m, constaram diferença no período de 19 de julho a 20 de setembro de 1991, período seco, a perda de água para a floresta foi 43 mm e para a pastagem 13 mm. Isto indica que no período seco a floresta retira água de camadas mais profundas.

Foi possível constatar que durante o período seco a camada de solo de 0-70 cm sob floresta esgota o seu armazenamento em pouco mais de uma semana.

TABELA 26 - Valores calculados do armazenamento de água no solo (A), expressos em mm, para o perfil igual a 70 cm, considerando o perfil saturado(θ_s) e em condições de murcha permanente(θ_{15000}).

	$A_{70} (\theta_s)$	$A_{70} (\theta_{15000})$
bloco I controle	397	255
bloco I manejo	399	236
bloco II controle	397	256
bloco II manejo	409	288
bloco IV controle	422	250
bloco IV manejo	411	289

As figuras 23, 24 e 25 mostram o comportamento de armazenamento de água no solo dos três blocos. Nota-se que durante o período chuvoso, janeiro a junho, as variações de armazenamento apresentaram as menores oscilações com valores mínimos em torno de 300 mm de água. A partir da segunda quinzena de julho observam-se grandes flutuações no armazenamento, e o mês de novembro apresentou os valores mais baixos, 264 mm de água. É possível ainda verificar grandes flutuações nos valores de armazenamento. Observando a figura 23 nota-se que o controle do bloco I apresentou pouca diferença nos valores de armazenamento e o mesmo comportamento de variação em relação às demais classes. Nos demais blocos, figuras 24 e 25, percebe-se que as classes tiveram o mesmo padrão de comportamento, porém, uma diferença maior entre os valores de armazenamento de água entre o tratamento controle, floresta remanescente e borda da floresta remanescente e o centro da clareira e borda da clareira. Isto indica que o solo sob floresta tende a armazenar menos água do que as demais classes. Nos controles foram registradas as menores amplitudes de armazenamento, que foram 59, 67 e 74 mm, respectivamente aos blocos I, II e IV. Com exceção do centro da clareira do bloco II,

que proporcionou uma amplitude de 72 mm, as demais outras classes de todos os blocos forneceram amplitudes mais elevadas, com valor máximo de 93 mm (centro da clareira do bloco IV). Verifica-se que na floresta a retirada de água é muito mais eficiente que nas outras classes e assim mantém os níveis de armazenamento mais baixos. HODNETT et al. (1996) estudando um perfil de solo mais profundo verificaram que a variação do armazenamento de água no solo em área de floresta e de pastagem, observaram maior variação no perfil de 2 m, de 254 mm para a floresta e de 132 mm para a pastagem. Com base nessas informações, nos perfis sob floresta ocorre maior retirada de água do solo.

A tabela 27 apresenta os valores de armazenamento de água registrado durante o período de campanhas intensivas. No período seco foi registrado no dia 10/10/95 o valor mais baixo de armazenamento, 264 mm. Nesse dia foram registrados os valores mais baixo das campanhas intensivas. Observa-se que as diminuições no armazenamento praticamente se reduzem a partir de julho. Porém, em janeiro de 1995, período chuvoso, foram registrados valores baixo de armazenamento devido aos baixos índices de precipitação. Os dados contidos na tabela 27 mostram que os valores mais altos correspondem ao centro da clareira e borda da clareira manejo de 93, sendo o valor mais elevado, 372 mm (centro da clareira, janeiro de 1995). É possível constar que no centro da clareira do manejo de 1987 ocorreram valores mais baixos do que no centro da clareira, borda da clareira e borda da floresta remanescente de 1993, possivelmente a vegetação secundária esteja tornando esses solos, do ponto de física de solo, semelhante ao controle da parcela de 1993.

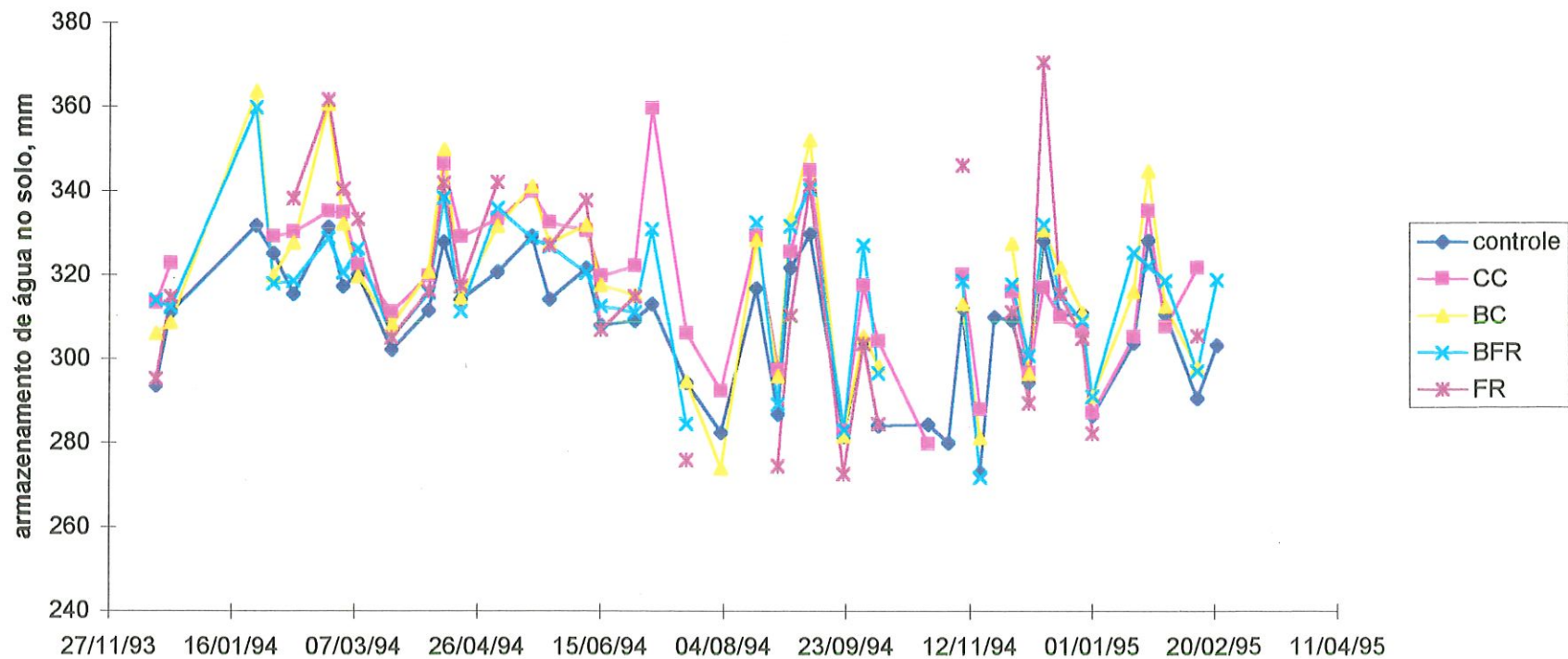


FIGURA 23. Variação do armazenamento de água no solo no bloco I, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).

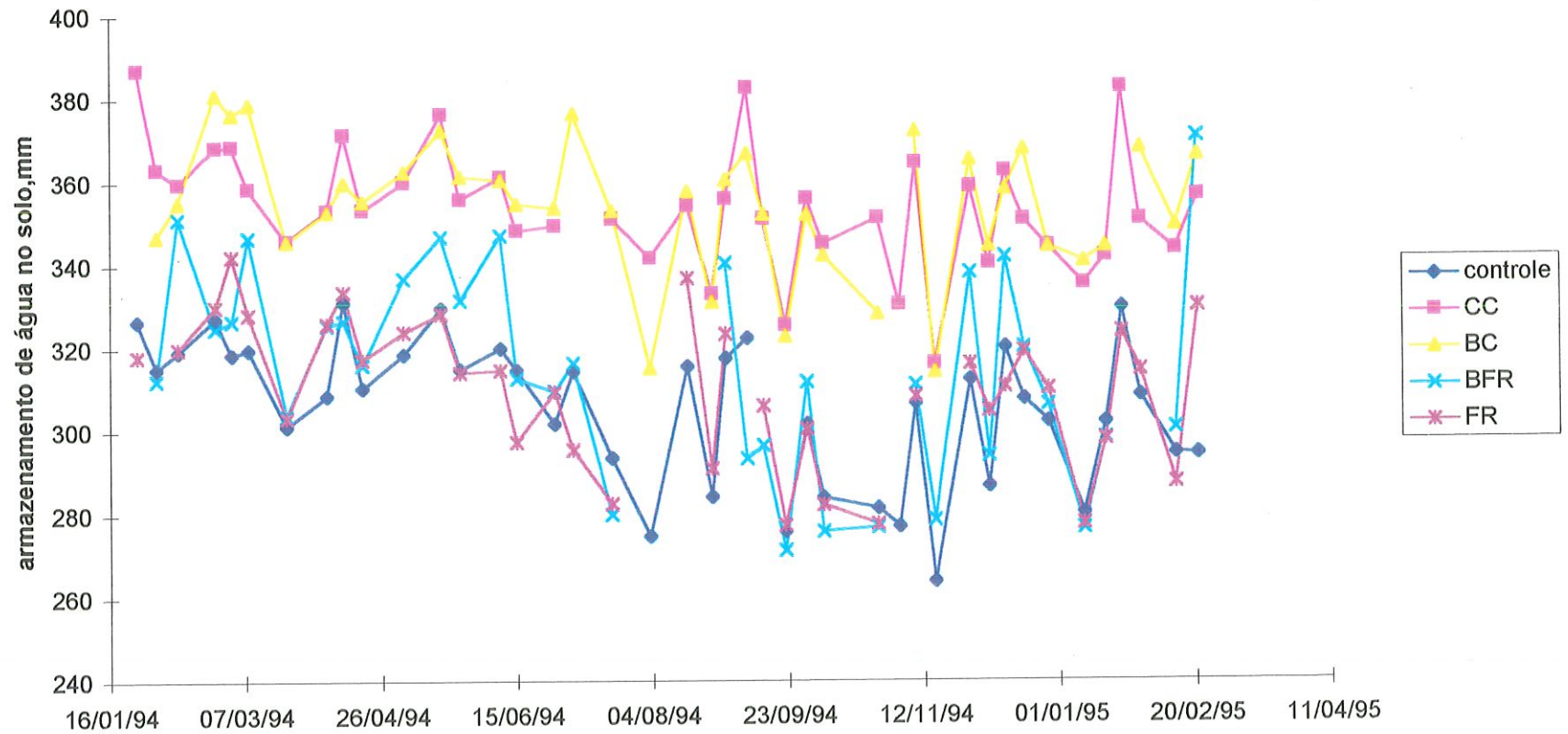


FIGURA 24. Variação do armazenamento de água no solo no bloco II , para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).

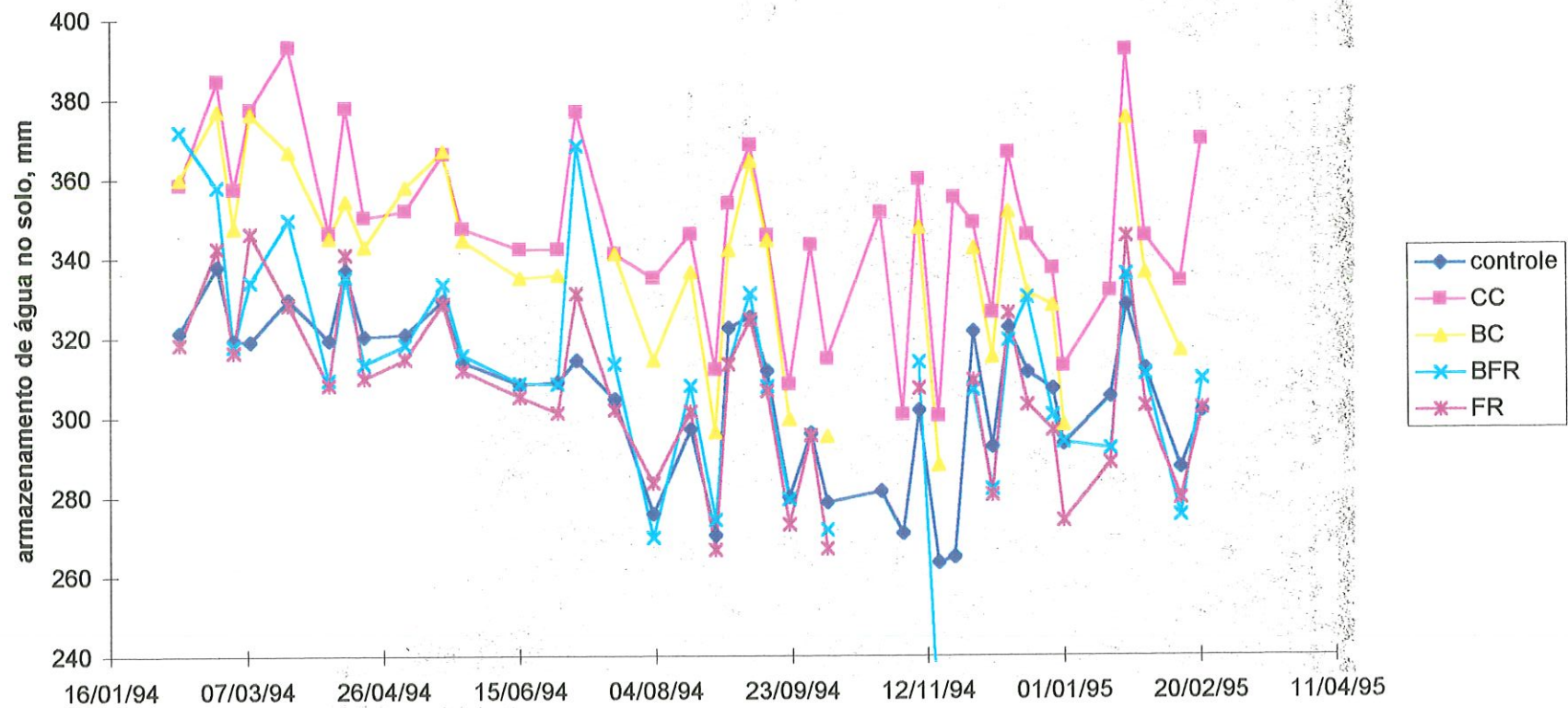


FIGURA 25. Variação do armazenamento de água no solo no bloco IV, para os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR), floresta remanescente (FR).

TABELA 27 - Armazenamento (mm) de água no solo no bloco IV, durante campanhas intensivas.

		Controle 93	CC 93	BC 93	BFR 93	CC 87	controle 87
31/01/95	10:00	312	339	NM	NM	NM	NM
13/02/95	10:00	287	330	NM	NM	NM	NM
21/02/95	10:00	302	345	NM	NM	333	304
21/02/95	16:00	321	352	NM	NM	350	315
22/02/95	10:00	329	352	NM	NM	348	349
22/02/95	16:00	333	361	NM	NM	356	346
23/02/95	08:00	330	354	NM	NM	326	326
23/02/95	10:00	330	351	NM	NM	321	325
23/02/95	12:00	329	343	NM	NM	321	323
03/05/95	16:00	325	346	NM	NM	341	325
04/05/95	08:00	322	345	NM	NM	332	331
04/05/95	12:00	321	343	NM	NM	330	315
17/07/95	16:00	291	322	333	NM	296	287
18/07/95	08:00	295	328	324	NM	310	291
18/07/95	13:00	293	325	320	NM	301	288
18/07/95	16:00	292	324	319	NM	303	291
19/07/95	08:00	291	324	318	NM	298	287
19/07/95	12:00	290	321	315	NM	294	286
19/07/95	16:00	289	321	311	NM	291	283
06/10/95		274	284	202	NM	270	267
10/10/95		264	279	NM	NM	267	266
11/10/95	08:00	283	305	298	307	289	288
11/10/95	12:00	281	302	296	301	288	278
11/10/95	16:00	279	302	290	295	285	284
12/10/95	08:00	284	311	321	311	294	284
12/10/95	12:00	284	309	307	310	289	281
12/10/95	16:00	280	308	297	298	284	273
13/10/95	08:00	280	308	293	289	281	268
13/10/95	11:00	276	307	291	288	278	267
09/01/96	16:00	341	372	364	363	353	343
10/01/96	08:00	324	NM	NM	NM	330	324
10/01/96	16:00	335	365	NM	367	327	224
11/01/96	08:00	323	363	361	355	334	327
11/01/96	15:00	333	361	355	354	334	324
12/01/96	08:00	321	356	354	348	330	317
15/01/96	15:00	326	365	363	352	344	323
16/01/96	08:00	319	358	354	352	330	318
16/01/96	15:00	314	351	338	341	321	312
17/01/96	08:00	314	355	343	340	322	313

A análise estatística dos armazenamentos de água no solo para os tratamentos nos três blocos e 5 tratamentos. Também foi dividida em três períodos e a trilha do trator não foi investigada. Esta análise revelou que os tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 5 % nos três períodos, conforme a análise de variância apresentada pela tabela 28. Constata-se que o corte seletivo provocou diferença no armazenamento de água, principalmente na clareira e na borda da clareira, onde o perfil de 70 cm reteve mais águas do os demais tratamentos. As médias de armazenamento, de acordo com o teste de Tukey, para os tratamentos, apresentaram diferença, como mostra a tabela 29. A floresta remanescente não apresentou diferença com o controle, mas o centro da clareira e a borda da clareira, sim, para os três períodos.

TABELA 28 - Análise de Variância para o armazenamento de água no solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	34574,6	8643,7	38,29*
Blocos	2	7253,2	3626,6	16,06
Resíduo	197	44476,7	225,8	
Total	203			
Segundo Período				
Tratamentos	4	51060,7	12765,2	22,59*
Blocos	2	5337,1	2668,6	4,72
Resíduo	197	111344,0	565,2	
Total	203			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	25528,2	6382,0	14,90*
Blocos	2	6069,6	3034,8	7,09
Resíduo	134	57389,1	428,3	
Total	140			

*Significativo ao nível de 5 %.

TABELA 29 - Teste de Tukey para as médias de armazenamento de água no solo, considerando três períodos.

	1º período	2º período	3º período
controle	319 ^a	296 ^a	305 ^a
CC	349 ^c	333 ^b	335 ^b
BC	348 ^c	328 ^b	332 ^b
BFR	326 ^b	304 ^a	310 ^a
FR	323 ^{ab}	300 ^a	306 ^a

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

4.5 Intercepção (I)

A precipitação interna e a chuva foram investigadas em duas etapas. A primeira com medidas, na maioria das coletas, semanais. Na primeira não foi levado em conta o número de eventos de chuva, mas o total que precipitou, e apesar do não registro de cada evento, todas as precipitações, durante essa fase, foram continuamente medidas nos três blocos investigados, considerando em cada bloco uma parcela controle e outra manejada. A segunda etapa constou de medidas apenas durante as campanhas intensivas. Na Tabela 30 constam as médias de chuva e as médias de precipitação interna das parcelas controle e manejo dos blocos I, II e IV. Os dados de chuva foram relacionados com os de precipitação interna e as figuras 26, 27 28, 29 30 e 31 mostram as regressões, com o respectivo valor do coeficiente R^2 . Nenhuma regressão foi significativa ao nível de 5 %. Mesmo assim verifica-se que houve diferenças nas precipitações internas quando comparadas com as

interceptações dos controles e dos manejos. A tabela 31 mostra os percentuais de precipitação interna (PI) e de interceptação (I). A parcela controle do bloco II foi a que apresentou a maior interceptação, 25,8 %, e das parcelas controles a do bloco I foi a que apresentou o valor mais baixo, 12,9 %. Em todas as parcelas que sofreram manejo, a interceptação foi menor do que suas respectivas parcelas controles. A parcela manejo do bloco IV forneceu a interceptação mais elevado, 13,1 %, e as parcelas dos bloco I e II apresentaram interceptações semelhantes, 7,1 %. O total de chuva registrado para o período foi 3126 mm, e para um ano 2913 mm. Este valor está acima do valor média para a Amazônia, que é em torno de 2100 mm.

Como nas parcelas controles dos 3 blocos foi empregado o mesmo sistema de amostragem, acredita-se que o que contribui para a diferença nos resultados de precipitação interna, ou seja, a variabilidade dos dados, seja a estrutura florestal que é muito heterogênea. No controle do bloco I foi registrado o valor mais elevado de PI entre as parcelas controles, 87,1 % (tabela 31). Esse valor é próximo ao fornecido por UBARANA (1996), que foi 87%, na Reserva Jaru. Porém na parcela controle do bloco II foi registrado o valor mais baixo de PI, 74,2%, que consequentemente indicou o valor mais alto de interceptação, 25,8 %, que é muito próximo ao fornecido por SCHUBART et al. (1984), que foi 25,6%.

TABELA 30 - Chuva e precipitação interna, expressas em mm.

Data de medida	Chuva total	bloco I controle	bloco I manejo	bloco II controle	bloco II manejo	bloco IV controle	bloco IV manejo
26/01/94	85,80	74,77	75,53	38,29	77,79	NM	NM
10/02/94	194,62	143,95	188,80	126,94	226,98	135,08	153,19
24/02/94	116,45	95,21	107,19	53,73	94,72	116,31	123,03
01/03/94	39,14	33,58	34,99	24,64	36,16	37,05	37,47
09/03/94	211,27	174,07	215,15	144,54	205,45	194,58	205,40
23/03/94	88,67	70,88	71,32	48,03	74,68	87,20	89,24
06/04/94	207,77	170,25	167,64	110,03	156,56	191,66	181,85
13/04/94	123,35	96,86	115,15	72,79	97,00	106,94	110,77
19/04/94	59,07	43,85	52,96	40,03	50,78	91,09	56,53
27/04/94	150,82	151,69	171,41	121,33	150,33	128,06	123,13
03/05/94	96,51	103,23	89,79	69,15	97,33	58,42	71,19
18/05/94	188,26	203,09	175,10	131,56	201,43	125,36	147,94
25/05/94	36,91	30,79	26,14	16,58	34,00	35,15	36,01
15/06/94	116,98	77,09	72,11	56,45	86,67	78,64	97,13
29/06/94	71,59	63,51	64,92	64,12	74,18	52,51	66,23
06/07/94	38,50	30,85	32,10	29,51	35,73	22,48	37,45
20/07/94	35,11	20,21	16,01	24,27	25,81	58,70	39,45
03/08/94	17,29	13,21	14,64	13,76	17,96	23,09	18,21
17/08/94	113,27	114,39	133,52	104,12	124,22	52,94	62,07
26/08/94	11,45	7,85	9,90	8,76	8,11	10,09	9,33
31/08/94	77,74	69,64	76,04	67,61	69,84	78,42	78,34
14/09/94	102,35	84,88	79,97	72,98	77,54	88,09	94,15
22/09/94	9,12	4,36	9,15	1,32	2,33	9,55	11,18
30/09/94	38,92	41,70	39,27	41,72	39,57	23,48	21,90
06/10/94	6,47	4,42	5,70	5,89	6,90	1,33	2,14
26/10/94	80,50	71,48	56,28	65,00	63,99	57,73	76,75
03/11/94	5,94	4,15	4,93	5,06	4,08	1,11	4,00
09/11/94	60,98	50,34	55,26	53,73	49,90	35,06	50,81
16/11/94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22/11/94	103,51	89,00	105,73	100,05	112,81	56,91	62,33
29/11/94	85,91	64,59	78,34	112,45	76,11	75,45	70,39
06/12/94	30,44	35,10	32,78	37,33	31,08	19,51	29,22
12/12/94	111,89	122,88	141,21	101,76	98,90	90,64	99,08
19/12/94	39,67	39,30	46,75	43,91	41,98	20,48	29,27
28/12/94	103,94	92,67	104,77	99,12	101,69	92,91	102,14
11/01/95	52,61	41,04	37,02	38,82	41,33	37,08	52,54
18/01/95	55,68	49,67	63,08	53,67	57,89	38,61	51,17
24/01/95	42,74	41,06	39,36	30,27	52,18	32,91	35,03
31/01/95	50,80	42,48	43,71	40,42	44,92	53,79	51,28
21/02/95	63,53	53,39	55,07	50,03	54,01	51,12	52,72

NM. Não medido.

TABELA 31 - Totais de chuva e de precipitação interna (mm), percentuais de precipitação interna e interceptação, referente à primeira fase.

	Chuva	bloco I controle	bloco I manejo	bloco II controle	bloco II manejo	bloco IV controle	bloco IV manejo
Total	3126	2721	2905	2320	2903	2470	2640
% PI		87,1	92,9	74,2	92,9	81,2	86,9
% I		12,9	7,1	25,8	7,1	18,8	13,1

Na tabela 03 constam dados de interceptação fornecidos por diversos pesquisadores. Esses valores variam de 25,6 a 11, 6% de interceptação. No entanto JORDAN & HEUVELDOP (1981) e READ (1977), citados por BRUIJNZEEL (1990), informam que a interceptação da chuva em florestas tropicais varia consideravelmente, entre 4,5 e 45 %.

Os Resultados de interceptação de chuva obtidos também mostram-se muito variados. A vegetação da área é heterogênea, segundo JARDIM & HOSOKAWA (1987), possivelmente esta seja uma das principais razões que proporcionam uma grande variabilidade nos resultados. O emprego de diferentes metodologias também é questionado por FRANKEN (1982a) como um dos responsáveis pelas diferenças nos dados. Segundo TUCCI (1993), a interceptação da chuva pelo dossel depende de vários fatores: características da precipitação e condições climáticas, tipo e densidade da vegetação e época do ano. Neste trabalho foi utilizada a metodologia sugerida por LLOYD E MARQUES FILHO (1988) de recolocação randômica dos coletores. Essa técnica proporciona duas principais vantagens: possibilidade de atingir maior números de posições e, com isso, um melhor estimativa da precipitação interna.

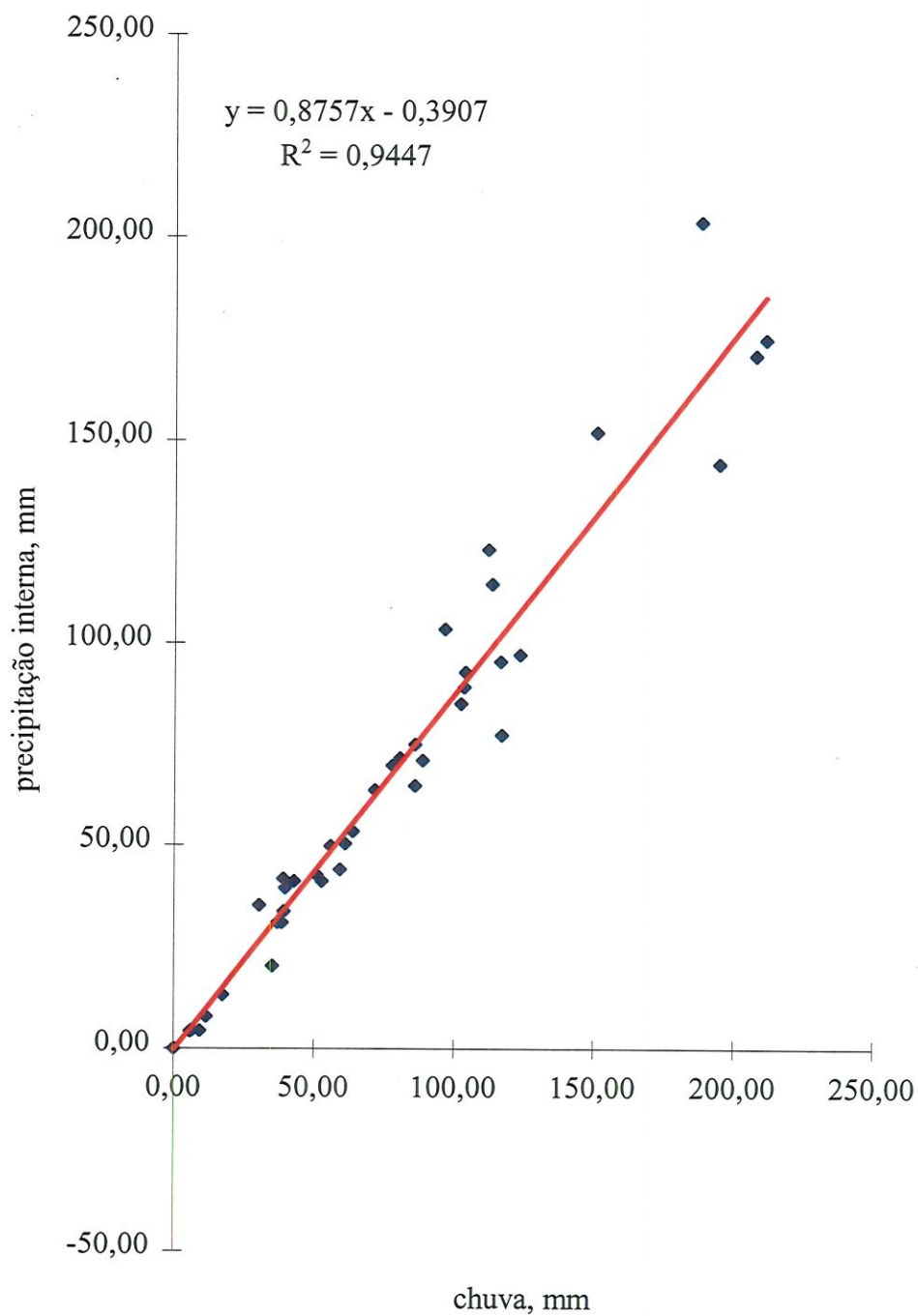


FIGURA 26 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco I.

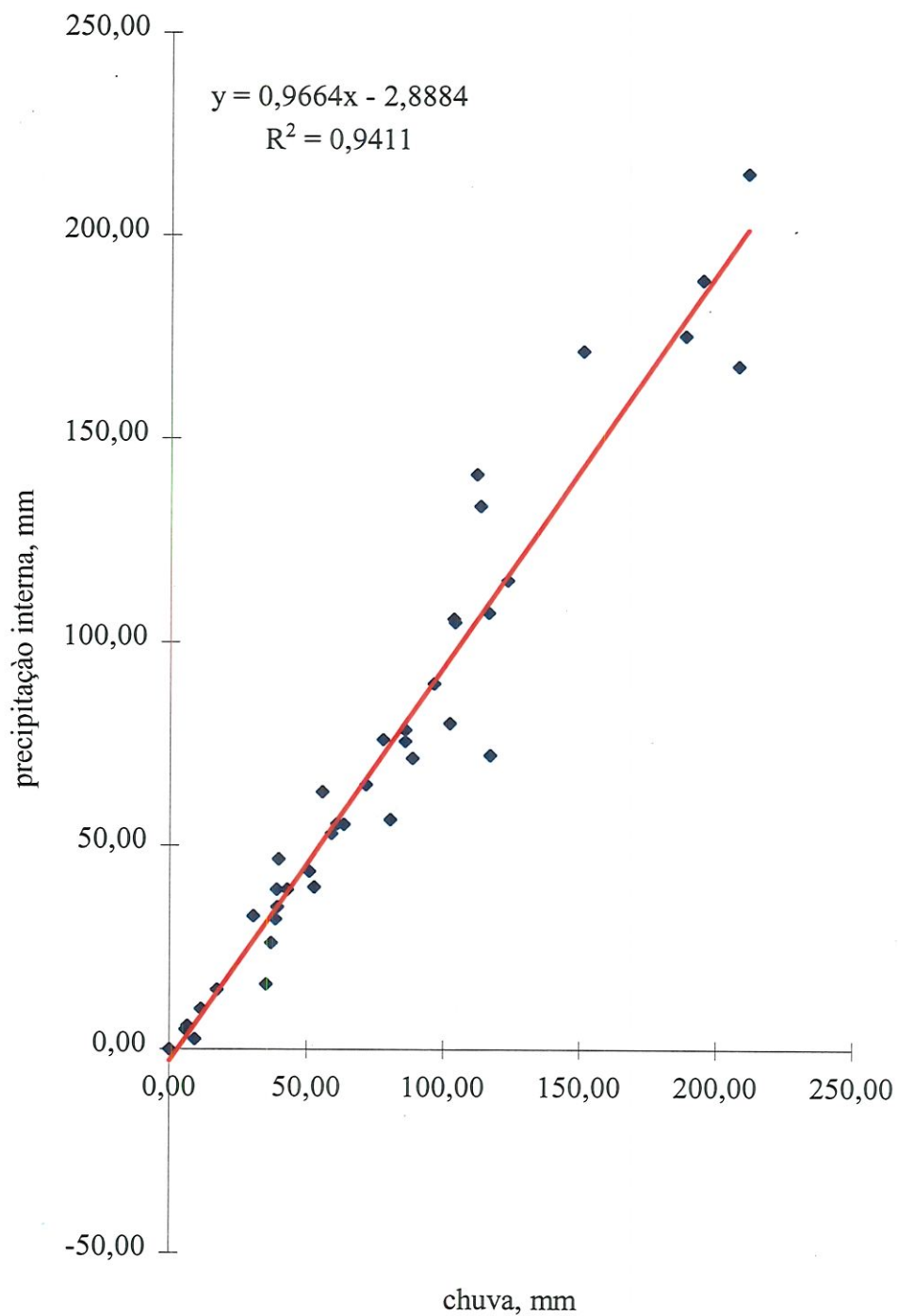


FIGURA 27 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco I.

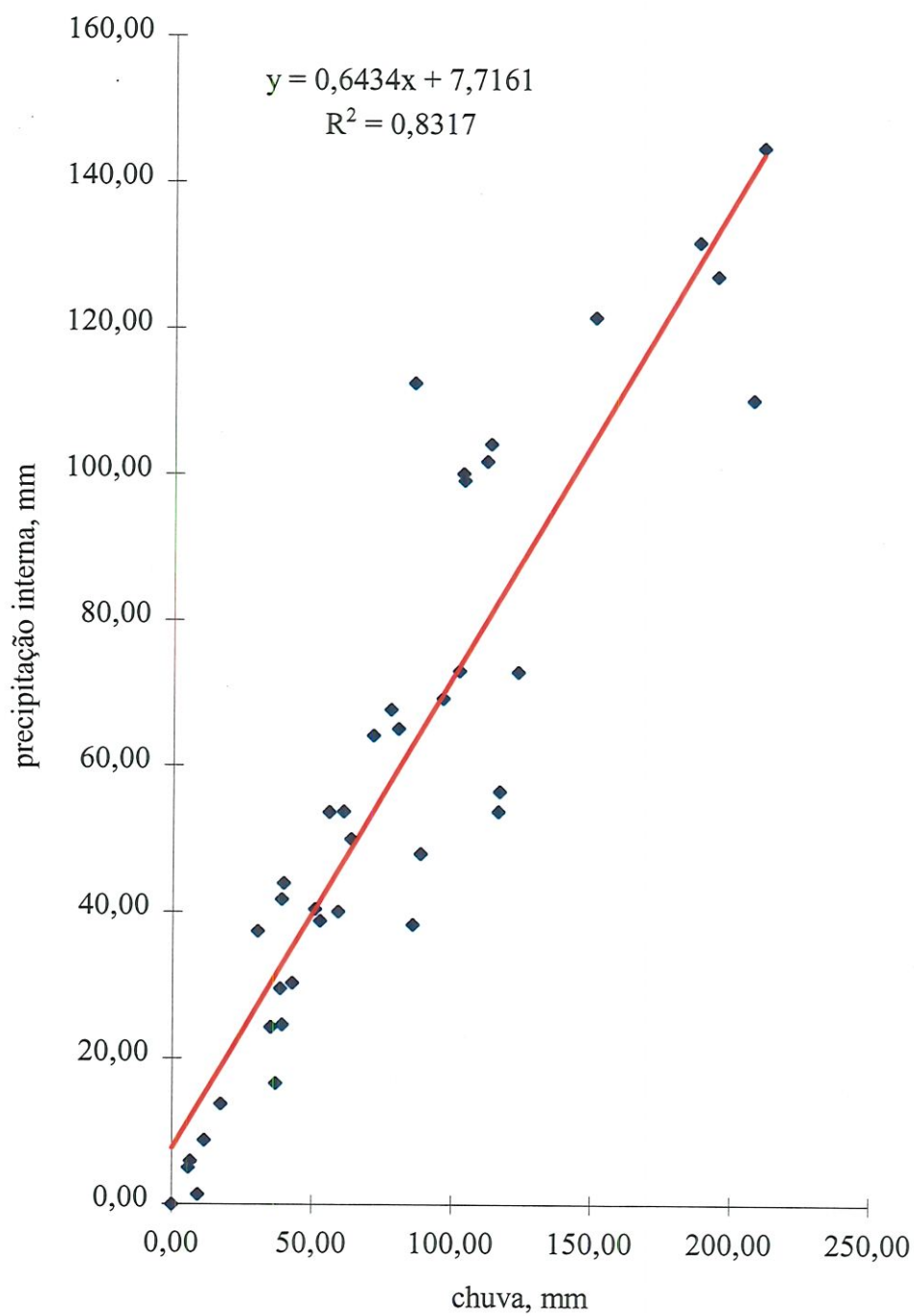


FIGURA 28 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco II.

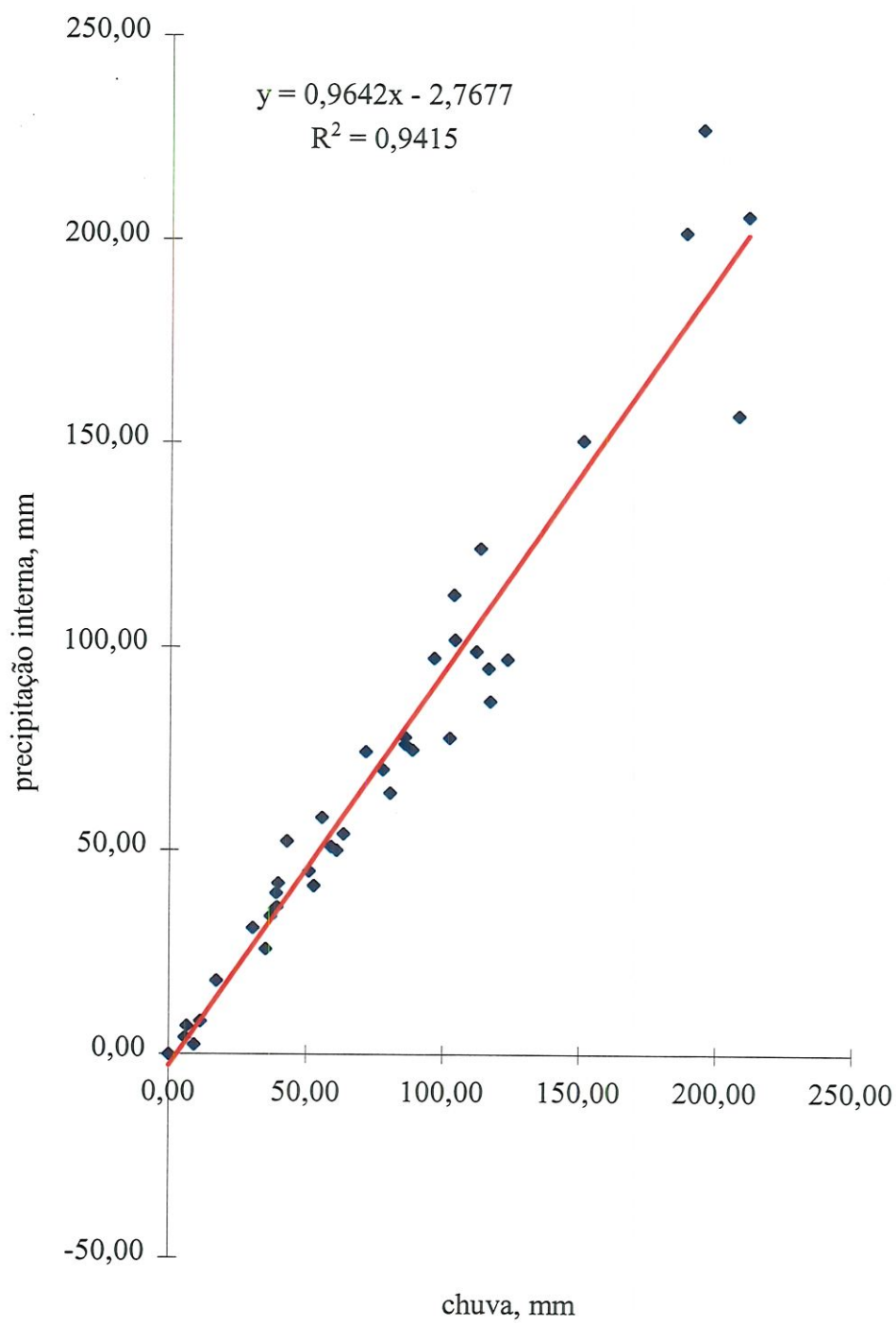


FIGURA 29 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco II.

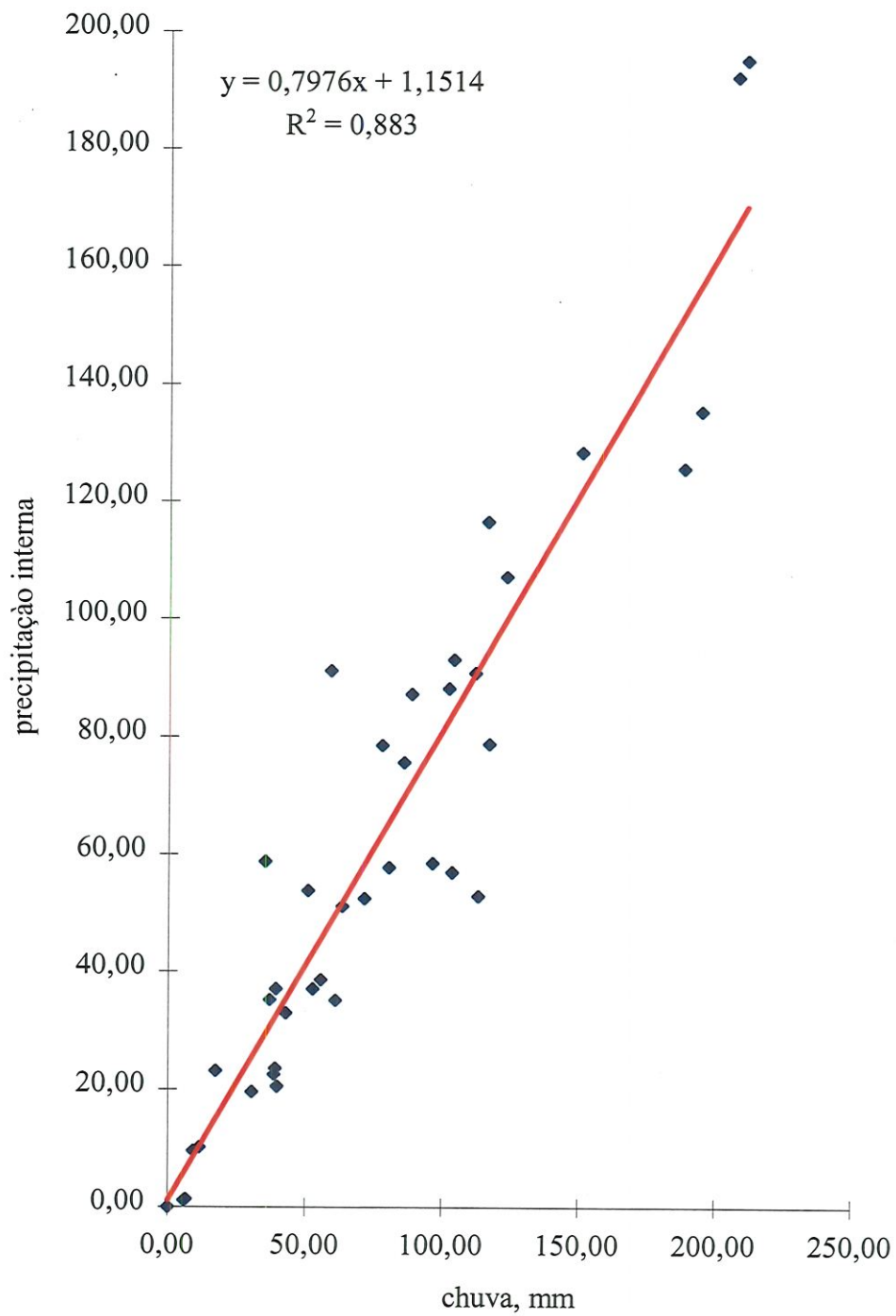


FIGURA 30 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle do bloco IV.

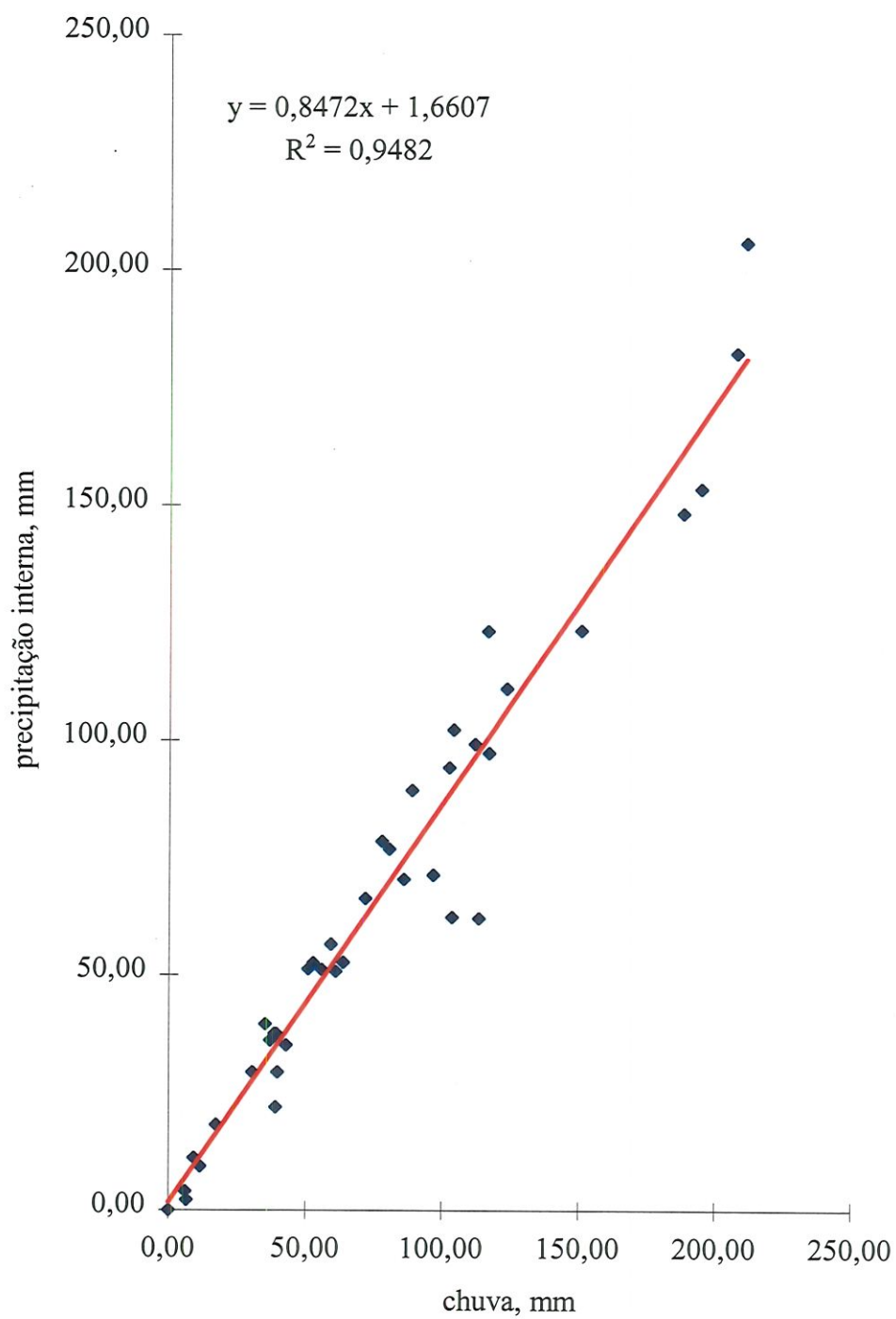


FIGURA 31 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo do bloco IV.

De acordo com os resultados de precipitação interna e interceptação, para a área que foi estudada de floresta de terra firme na Amazônia Central, foi possível constatar que são variados, apresentando variação para a floresta intocada de 74,2 a 87,1 %, para a precipitação interna e de 12,9 a 25,8 %, para a interceptação. Era esperado que com a retirada de árvores a precipitação interna apresentasse valores mais elevados, porém o manejo do bloco II, que forneceu uma precipitação interna de 86,9 %, cujo valor é mais baixo do que o controle do bloco I. Assim, apesar das parcelas que sofreram manejo apresentarem valores de precipitação interna mais elevados do que suas respectivas parcelas controles, fica difícil afirmar que o manejo utilizado provocou alteração na entrada de água para o solo.

A tabela 32 apresenta todos os resultados de precipitação interna durante a segunda etapa, correspondendo a quatro parcelas do bloco IV, sendo duas controles, 1993 e 1987, e duas manejo, 1993 e 1987. A tabela 33 mostra os percentuais de precipitação interna e interceptação dessas parcelas. O valor mais baixo de precipitação interna, 72 %, foi fornecido pela parcela controle de 1987, e o valor mais alto, 89,5 %, pela parcela manejo de 1987. Consequentemente essas parcelas apresentaram respectivamente os valores mais alto de interceptação, 28%, e o mais baixo, 10,5%.

Analisando as tabelas 31 e 33 percebe-se que os resultados, tanto precipitação interna quanto de interceptação, das parcelas controle e manejo de 1993 praticamente forneceram os mesmos resultados para as duas etapas. Na primeira etapa o valor de precipitação interna para a parcela controle foi 81,2 %, enquanto que na segunda foi 81,1 %. Para a parcela manejo os valores foram, para a primeira etapa,

86,9 %, e para a segunda, 85,9%. Na primeira etapa as coletas foram, na sua maioria, semanais e contínuas, enquanto que na segunda as coletas foram diárias, mas em diferentes épocas do ano. Na segunda etapa a parcela manejada em 1987 forneceu o valor mais elevado de precipitação interna, 89,5 %, e a sua parcela controle, 72 %, o valor mais baixo. A parcela manejada de 1987 encontrava-se coberta por vegetação secundária e mesmo assim apresentou o valor mais elevado de precipitação interna, enquanto que sua parcela controle apresentou o valor mais baixo de precipitação interna, sendo que essas parcelas são as que estão mais próximas, em relação às demais. Mais uma vez é possível verificar a grande variabilidade dos dados de precipitação interna para área de floresta de terra firme na Amazônia, devido a estrutura florestal.

TABELA 32 - Chuva e precipitação interna, expressas em mm (campanhas intensivas).

	Chuva	contole 93	manejo 93	controle 87	manejo 87
21/02/95	35,42	34,36	32,56	23,51	28,12
21/02/95	39,01	22,39	33,62	27,83	29,87
22/02/95	15,47	13,21	13,48	12,56	12,46
22/02/95	19,14	16,94	18,67	19,58	18,47
04/05/95	2,53	1,50	2,07	1,80	2,65
13/07/95	8,06	6,79	6,31	5,44	5,09
11/10/95	25,90	20,45	23,67	20,40	23,16
12/10/95	12,83	6,12	8,95	6,79	9,40
11/01/96	30,55	19,97	21,68	19,02	27,96
15/01/96	80,34	77,42	69,18	56,85	83,01
17/01/96	3,45	1,97	4,05	2,53	3,82
total	272,70	221,13	234,24	196,30	244,02
PI (%)		81	86	72	89
I (%)		19	14	28	11

As figuras 32, 33 34 e 35 exibem as regressões e os coeficientes R^2 dos dados de chuva relacionados com os de precipitação interna obtidos durante as campanhas intensivas. Essas regressões não foram significativas ao nível de 5 %. Observa-se que durante as campanhas intensivas o R^2 (0,9503) foi mais elevado do que durante as coletas semanais (0,883). Na primeira parte do trabalho, percebe-se que as parcelas controles, com exceção da do bloco I, apresentaram maior variabilidade dos dados, ou seja, os R^2 mais baixos. Nas duas partes do trabalho as parcelas manejadas forneceram os R^2 mais elevados, indicando que a floresta intacta fornece resultados mais variados.

TABELA 33 - Chuva, precipitação interna e interceptação, expressas em mm (campanhas intensivas).

	Chuva	contole 93	manejo 93	controle 87	manejo 87
total	272,70	221,13	234,24	196,30	244,02
PI (%)		81,1	85,9	72,0	89,5
I (%)		18,9	14,1	28,0	10,5

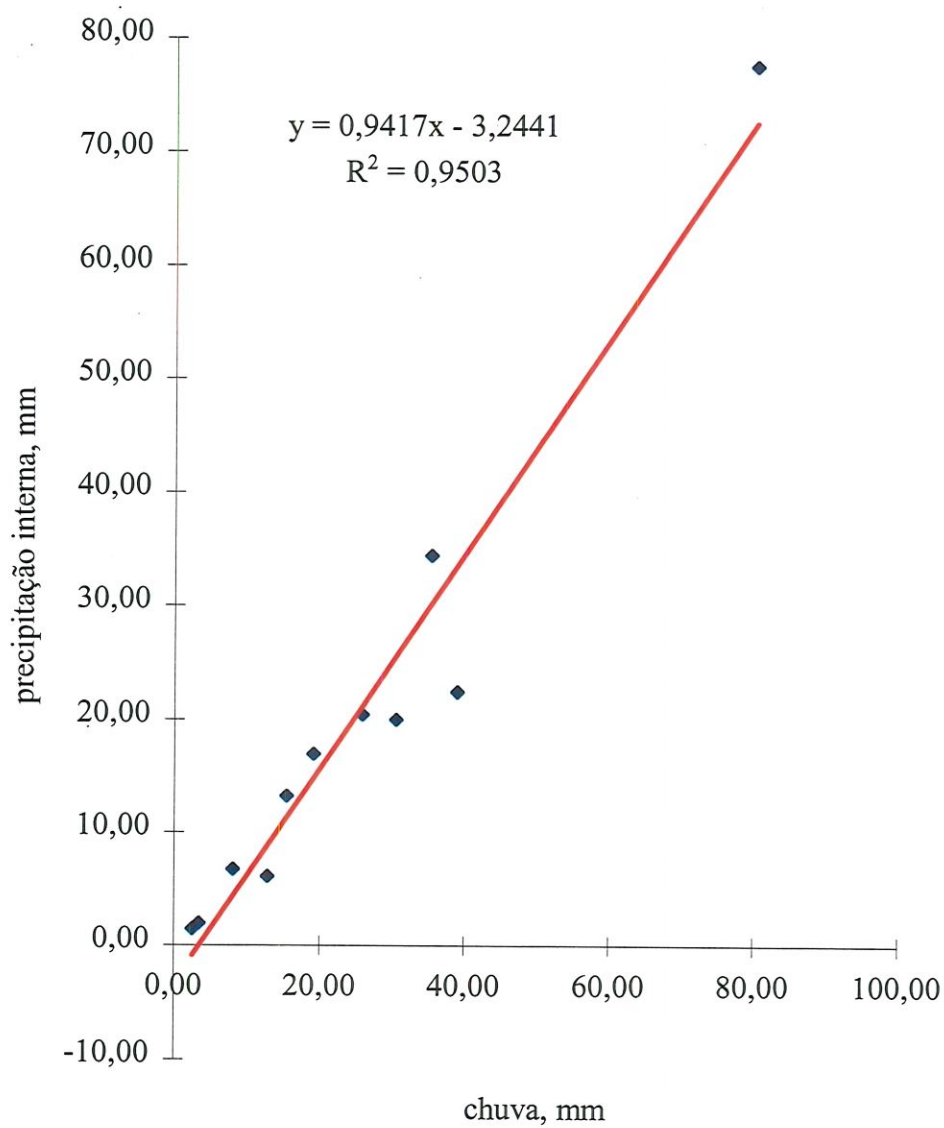


FIGURA 32 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle (93) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.

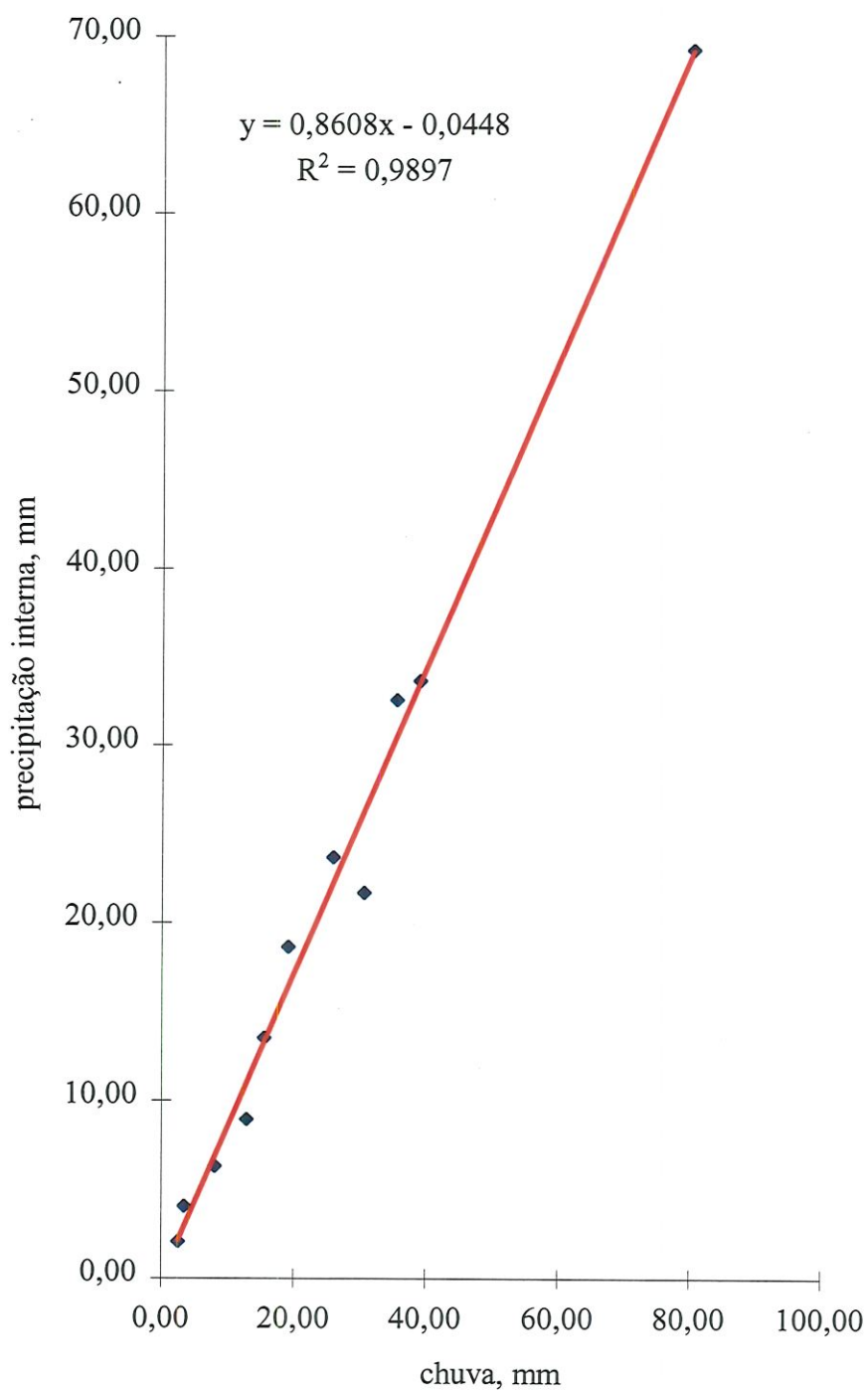


FIGURA 33 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo (93) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.

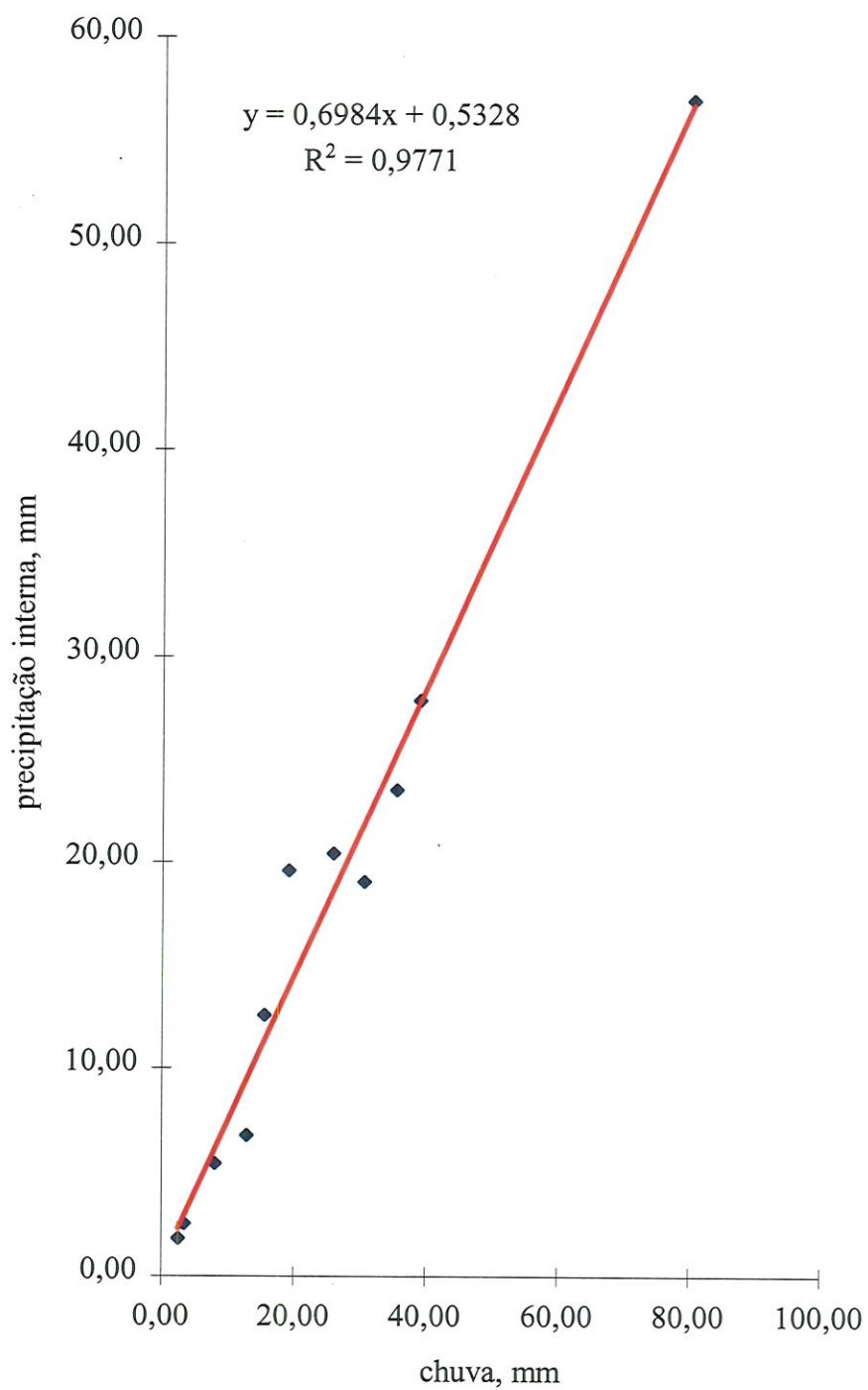


FIGURA 34 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do controle (87) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.

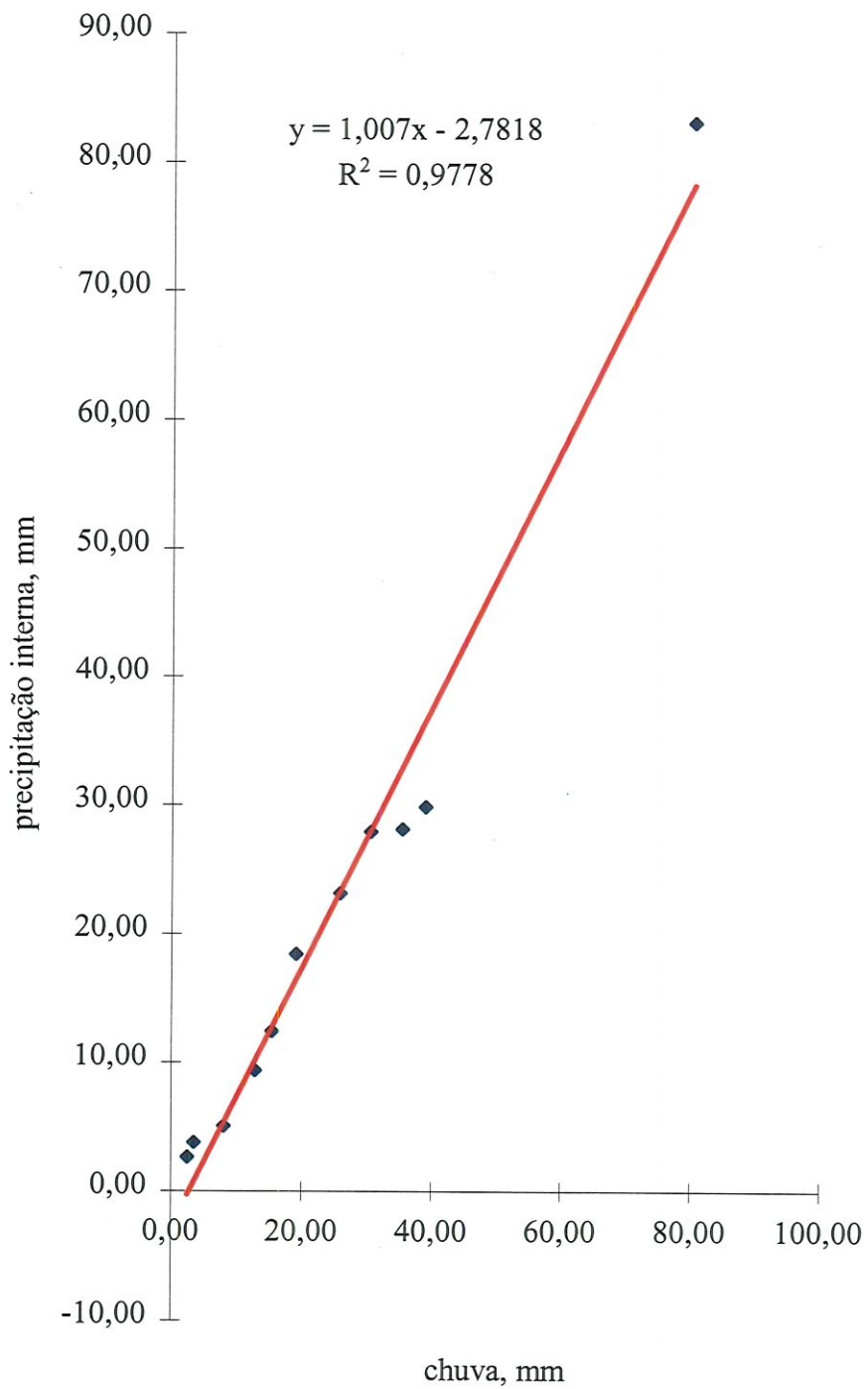


FIGURA 35 - Regressão entre a chuva e a precipitação interna do manejo (87) do bloco IV, durante as campanhas intensivas.

4.6 Nutrientes na chuva e precipitação interna (cálcio, magnésio, potássio, sódio, amônio e nitrato).

As concentrações de cálcio na chuva e precipitação interna são apresentados na tabela 34. Os valores estão expressos em kg/ha e muitos correspondem à acumulação de vários eventos de chuva e precipitação interna. O valor médio variou entre 0,337 e 0,636 kg/ha, sendo que a chuva forneceu o valor médio mais baixo. Os controles dos blocos I e IV tiveram médias de cálcio maiores do que suas parcelas manejo, mas a parcela manejo e controle do bloco II apresentaram respectivamente valores médios iguais a 0,467 e 0,632 kg/ha, sendo o valor da parcela manejada mais elevado do que a parcela controle. Verificou-se que o teor de cálcio na chuva nem sempre foi mais baixo do que na precipitação interna, mas, em média, a contribuição da lixiviação da folhagem chegou a atingir 1,9 vezes o valor médio da chuva.

Os dados de cálcio da precipitação interna, para a análise estatística (tabela 35), foram divididos em três diferentes períodos: a primeira de janeiro a junho/94, a segunda de julho a novembro e a terceira de dezembro a fevereiro. Análise estatística indicou que não houve diferença significativa entre controle e manejo para as três épocas.

Tabela 34 - Cálculo na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	Chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/01/94	0,000	0,185	0,288	0,182	0,247	0,418	NM
02/02/94	NM	0,452	0,194	0,155	0,446	2,235	0,589
10/02/94	0,119	0,319	0,925	0,238	0,822	0,183	0,190
24/02/94	0,221	0,893	0,591	0,185	0,752	0,645	0,650
01/03/94	NM	0,219	0,129	0,862	0,137	0,153	0,145
09/03/94	2,873	4,155	5,998	2,959	5,496	4,769	5,188
23/03/94	0,173	0,175	0,165	0,157	0,337	0,262	0,213
06/04/94	0,395	0,724	0,869	0,453	0,642	1,485	0,749
13/04/94	0,407	0,470	0,572	0,272	0,440	0,557	0,759
19/04/94	0,275	0,160	0,139	0,111	0,222	0,535	0,238
27/04/94	0,747	0,968	1,039	0,624	1,177	0,848	1,537
18/05/94	0,970	1,479	1,828	1,127	2,996	1,318	1,542
25/05/94	NM	0,125	0,077	0,651	0,933	0,195	0,122
09/06/94	0,287	0,292	0,148	0,168	0,239	NM	NM
15/06/94	0,472	0,391	0,103	0,723	0,064	0,547	0,495
29/06/94	0,430	0,282	0,302	0,312	0,392	0,415	0,257
06/07/94	0,196	0,722	0,064	0,148	0,872	0,773	0,856
20/07/94	0,139	0,734	0,042	0,546	0,619	0,289	0,984
03/08/94	0,104	0,518	0,045	0,216	0,716	0,876	0,746
17/08/94	0,510	1,241	1,220	0,924	1,252	0,216	0,260
26/08/94	0,052	0,442	0,057	0,478	0,463	0,622	0,566
08/09/94	1,020	0,654	0,059	0,431	0,426	0,153	0,876
14/09/94	0,217	0,467	0,321	0,399	0,437	0,346	0,544
30/09/94	0,025	0,164	0,161	0,182	0,133	0,617	0,833
06/10/94	0,073	0,224	0,027	0,383	0,437	0,326	0,576
26/10/94	0,419	0,649	0,271	0,359	0,471	0,464	0,560
03/11/94	0,015	0,277	0,023	0,300	0,239	0,618	0,190
09/11/94	0,046	0,114	0,289	0,269	0,189	0,945	0,169
22/11/94	0,000	0,192	0,424	0,219	0,534	0,234	0,329
29/11/94	0,253	0,196	0,247	0,596	0,273	0,286	0,261
06/12/94	0,049	0,126	0,136	0,164	0,153	0,915	0,178
19/12/94	0,046	0,228	0,222	0,293	0,170	0,127	0,173
28/12/94	0,390	0,487	0,475	0,440	0,312	0,355	0,645
11/01/95	0,487	0,259	0,225	0,196	0,250	0,193	0,337
18/01/95	0,148	0,179	0,216	0,178	0,214	0,113	0,154
24/01/95	0,064	0,133	0,203	0,731	0,234	0,125	0,174
31/01/95	0,155	0,176	0,122	0,990	0,124	0,187	0,113
13/02/95	0,013	NM	0,119	0,144	0,158	0,197	0,111
média	0,337	0,526	0,483	0,467	0,632	0,636	0,620

NM. Não medido.

TABELA 35 - Análise de Variância para as concentrações de cálcio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0,572	0,572	0,40 ^{NS}
Blocos	2	0,601	0,301	0,21
Resíduo	89	126,668	1,423	
Total	92			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,00666	0,00666	0,08 ^{NS}
Blocos	2	0,39223	0,19611	2,37
Resíduo	80	6,61128	0,08264	
Total	83			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,08006	0,08006	2,03 ^{NS}
Blocos	2	0,04240	0,02120	0,54
Resíduo	43	1,69899	0,03951	
Total	46			

NS. Não significativo ao nível de 5 %.

A tabela 36 mostra os dados de magnésio na chuva e precipitação interna. O valor médio mais elevado foi fornecido pela parcela controle do bloco IV, 0,383 kg/ha, e a chuva apresentou o valor médio mais baixo, 0,064 kg/ha. Em relação ao cálcio, o magnésio apresentou, em média, uma contribuição maior da lixiviação da folhagem, que chegou a mais de 5 vezes. A tabela 37 apresenta os resultados da análise estatística. Esses resultados indicaram que as médias de magnésio não diferiram entre as do controle e as do manejo para as três épocas.

Tabela 36 - Magnésio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	Chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/1/94	0,009	0,124	0,365	0,113	0,270	0,313	NM
2/2/94	NM	0,131	0,168	0,183	0,768	0,224	0,199
10/2/94	0,019	0,232	0,400	0,232	0,453	0,122	0,124
24/2/94	0,041	0,642	0,721	0,160	0,490	0,438	0,535
1/3/94	NM	0,942	0,122	0,996	0,131	0,123	0,159
9/3/94	0,189	0,289	0,526	0,485	0,494	0,446	0,450
23/3/94	0,035	0,377	0,284	0,140	0,244	0,534	0,390
6/4/94	0,114	0,986	0,844	0,546	0,983	0,958	0,683
13/4/94	0,043	0,452	0,443	0,262	0,489	0,359	0,572
19/4/94	1,075	0,164	0,178	0,145	0,184	0,365	0,192
27/4/94	0,106	0,383	0,703	0,346	0,522	0,543	0,560
18/5/94	0,028	0,877	0,397	0,614	0,844	0,628	0,524
25/5/94	NM	0,839	0,096	0,645	0,943	0,147	0,132
9/6/94	0,033	0,159	0,141	0,170	0,355	NM	NM
15/6/94	0,024	0,413	0,055	0,359	0,077	0,397	0,628
29/6/94	0,043	0,422	0,275	0,426	0,413	0,192	0,344
6/7/94	0,019	0,132	0,102	0,147	0,178	0,748	0,117
20/7/94	0,030	0,814	0,041	0,133	0,854	0,239	0,175
3/8/94	0,022	0,387	0,044	0,578	0,635	0,817	0,715
17/8/94	0,045	0,257	0,463	0,386	0,448	0,227	0,269
26/8/94	0,005	0,312	0,032	0,284	0,242	0,254	0,328
8/9/94	0,057	0,159	0,100	0,559	0,875	0,246	0,121
14/9/94	0,010	0,269	0,224	0,426	0,284	0,276	0,296
30/9/94	0,021	0,189	0,202	0,227	0,158	0,125	0,696
6/10/94	0,005	0,113	0,021	0,165	0,355	0,497	0,792
26/10/94	0,052	0,293	0,245	0,125	0,277	0,963	0,375
3/11/94	0,008	0,139	0,009	0,128	0,148	0,658	0,124
9/11/94	0,015	0,246	0,290	0,298	0,188	0,125	0,164
22/11/94	0,031	0,266	0,619	0,534	0,242	0,266	0,261
29/11/94	0,013	0,194	0,381	0,370	0,412	0,332	0,282
6/12/94	0,021	0,126	0,148	0,130	0,117	0,881	0,134
19/12/94	0,008	0,178	0,152	0,296	0,188	0,139	0,118
28/12/94	0,026	0,452	0,530	0,366	0,425	0,462	0,520
11/1/95	0,021	0,197	0,131	0,177	0,171	0,143	0,243
18/1/95	0,019	0,237	0,272	0,218	0,253	0,142	0,225
24/1/95	0,009	0,215	0,202	0,114	0,233	0,146	0,172
31/1/95	0,025	0,212	0,213	0,118	0,236	0,220	0,253
13/Fev	0,015	NM	0,093	0,113	0,129	0,461	0,735
médias	0,064	0,346	0,269	0,308	0,387	0,383	0,350

NM. Não medido.

TABELA 37 - Análise de Variância para as concentrações de magnésio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0,00050	0,00050	0,01 ^{NS}
Blocos	2	0,01632	0,00816	0,13
Resíduo	89	5,71530	0,06422	
Total	92			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,01491	0,01491	0,32 ^{NS}
Blocos	2	0,30888	0,15444	3,29
Resíduo	80	3,75249	0,04691	
Total	83			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,00012	0,00012	0,00 ^{NS}
Blocos	2	0,10367	0,05184	1,94
Resíduo	43	1,14933	0,02673	
Total	46			

NS. Não significativo ao nível de 5 %.

Os resultados das concentrações de potássio são apresentados pela tabela 38, e em média, variaram de 0,113 (chuva) a 0,591 kg/ha (parcela manejo do bloco II). Para o potássio verifica-se que a lixiviação da folhagem contribui com nutrientes para o solo, e essa contribuição chega a mais de 5 vezes. Estatisticamente não houve diferença significativa entre as parcelas controles e manejos, como demonstra a análise apresentada pela tabela 39.

Tabela 38 - Potássio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/1/94	0,034	0,536	0,299	0,196	1,986	0,717	NM
2/2/94	NM	0,222	0,157	0,213	0,736	0,252	0,322
10/2/94	0,187	0,252	0,544	0,372	0,995	0,147	0,136
24/2/94	0,408	0,491	0,609	0,232	0,758	0,748	0,787
9/3/94	0,317	0,876	1,379	0,493	1,113	1,320	1,247
23/3/94	NM	ND	0,249	0,133	0,280	0,343	ND
6/4/94	0,416	1,288	1,238	0,547	0,857	1,516	2,249
13/4/94	0,247	0,269	0,460	0,243	0,343	0,425	0,720
19/4/94	0,000	0,179	0,199	0,155	0,218	0,376	0,284
4/5/94	0,000	0,267	0,256	0,268	0,337	0,220	0,281
18/5/94	0,000	1,613	1,351	0,628	1,254	0,459	1,551
25/5/94	0,074	0,113	0,083	0,599	0,138	0,113	0,173
9/6/94	0,254	0,393	0,226	0,261	0,517	NM	NM
15/6/94	0,142	0,517	0,044	0,473	0,106	0,884	0,971
29/6/94	0,229	0,634	0,428	0,545	0,856	0,448	0,348
6/7/94	0,077	0,157	0,116	0,132	0,140	0,976	0,143
20/7/94	0,102	0,125	0,047	0,141	0,868	0,354	0,178
3/8/94	0,050	0,617	0,052	0,744	0,863	0,889	0,537
17/8/94	0,283	2,139	2,114	1,635	1,847	0,836	0,719
26/8/94	0,023	0,271	0,043	0,513	0,379	0,254	0,491
8/9/94	0,150	0,113	0,081	0,530	0,700	0,218	0,628
14/9/94	0,028	0,222	0,112	0,193	0,216	0,276	0,317
6/10/94	0,013	0,256	0,028	0,213	0,377	0,583	0,679
26/10/94	0,201	0,833	0,555	0,855	1,116	0,793	1,127
3/11/94	0,030	0,618	0,021	0,772	0,116	0,495	0,154
9/11/94	0,095	0,220	0,342	0,282	0,562	0,215	0,374
22/11/94	0,000	0,333	0,360	0,386	0,649	0,232	0,364
29/11/94	0,043	0,271	0,386	0,683	0,575	0,289	0,372
6/12/94	0,033	0,133	0,350	0,829	0,187	0,345	0,818
19/12/94	0,040	0,174	0,181	0,117	0,223	0,562	0,145
28/12/94	0,104	0,689	0,659	0,636	0,769	0,544	0,767
11/1/95	0,068	0,154	0,161	0,149	0,191	0,216	0,253
18/1/95	0,092	0,169	0,232	0,536	0,362	0,195	0,232
24/1/95	0,000	0,222	0,208	0,183	0,272	0,117	0,134
31/1/95	0,043	0,198	0,249	0,230	0,233	0,214	0,175
13/Fev	0,052	NM	0,144	0,156	0,125	0,325	0,127
médias	0,113	0,458	0,388	0,424	0,591	0,483	0,540

NM. Não medido.

TABELA 39 - Análise de Variância para as concentrações de potássio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0,5608	0,5608	2,66 ^{NS}
Blocos	2	0,3394	0,1697	0,81
Resíduo	74	17,0469	0,2105	
Total	77			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,0108	0,0108	0,06 ^{NS}
Blocos	2	0,4970	0,2485	1,30
Resíduo	80	14,1975	0,1919	
Total	83			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,00053	0,00053	0,01 ^{NS}
Blocos	2	0,03951	0,01976	0,42
Resíduo	43	2,02831	0,04717	
Total	46			

NS. Não significativo ao nível de 5 %.

As concentrações de sódio são apresentados pela tabela 40. As concentrações médias variaram de 0,649 a 1,029 kg/ha. A parcela controle do bloco II apresentou o valor médio mais baixo e a parcela manejo do bloco o valor médio mais elevado. A lixiviação da folhagem para o sódio, em relação ao cálcio e ao magnésio e potássio, mostrou pouca importância, porém, a quantidade proveniente da chuva é mais expressiva do que desses nutrientes. As médias das concentrações de sódio não mostraram diferença significativa, como se vê na tabela 41, para as parcelas controles e manejo, para os três períodos.

TABELA 40 - Sódio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/1/94	0,433	0,424	0,309	0,125	0,493	0,368	NM
2/2/94	NM	0,399	0,292	0,274	0,812	0,558	0,640
10/2/94	0,399	0,715	1,709	0,427	1,673	0,313	0,262
24/2/94	0,507	0,984	1,180	0,278	0,844	1,387	1,333
9/3/94	1,099	2,351	2,843	1,248	2,509	2,739	2,935
23/3/94	NM	NM	0,419	0,166	0,292	0,459	NM
6/4/94	0,935	1,838	2,248	0,818	1,639	2,279	3,945
13/4/94	0,555	0,573	0,822	0,533	0,667	0,789	1,248
19/4/94	0,295	0,148	0,187	0,115	0,212	0,544	0,227
4/5/94	0,569	0,343	0,351	0,259	0,752	0,346	0,734
18/5/94	0,188	1,363	1,642	0,715	2,127	0,486	1,297
25/5/94	0,578	0,338	0,230	0,793	0,353	0,275	0,338
9/6/94	1,385	0,920	0,636	0,445	1,016	NM	NM
15/6/94	0,438	0,597	0,121	0,655	0,172	1,752	2,777
29/6/94	1,289	1,213	1,094	1,444	1,445	1,613	1,246
6/7/94	0,654	0,334	0,352	0,324	0,324	0,189	0,371
20/7/94	0,655	0,286	0,098	0,188	0,194	0,973	0,469
3/8/94	0,349	0,765	0,093	0,718	0,185	0,120	0,986
17/8/94	2,713	4,247	5,251	3,965	4,613	1,292	1,224
26/8/94	0,092	0,193	0,046	0,536	0,298	0,263	0,568
8/9/94	1,104	0,695	0,052	0,259	0,334	0,142	0,749
14/9/94	0,107	0,442	0,351	0,368	0,478	0,318	0,383
6/10/94	0,191	0,866	0,015	0,118	0,217	0,637	0,113
26/10/94	1,690	1,880	1,225	1,362	1,435	1,398	2,194
3/11/94	0,089	0,789	0,012	0,136	0,762	0,628	0,157
9/11/94	0,842	0,627	0,507	0,439	0,488	0,274	0,462
22/11/94	0,000	0,289	0,368	0,462	0,447	0,254	0,189
29/11/94	0,344	0,650	0,934	1,814	0,537	0,645	0,589
6/12/94	0,167	0,193	0,168	0,156	0,152	0,591	0,919
19/12/94	0,139	0,179	0,161	0,133	0,133	0,571	0,976
28/12/94	2,546	2,968	2,798	2,363	2,671	2,324	3,765
11/1/95	0,957	0,398	0,388	0,377	0,418	0,345	0,682
24/1/95	0,115	0,313	0,230	0,193	0,219	0,276	0,146
31/1/95	0,206	0,314	0,209	0,387	0,213	0,424	0,268
13/Fev	0,029	NM	0,071	0,136	0,195	0,576	0,752
médias	0,656	0,868	0,783	0,649	0,838	0,769	1,029

NM. Não medido.

TABELA 41 - Análise de Variância para as concentrações de sódio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	2,0332	2,0332	3,34 ^{NS}
Blocos	2	2,5912	1,2956	2,13
Resíduo	81	49,3729	0,6095	
Total	84			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,042	0,042	0,04 ^{NS}
Blocos	2	0,806	0,403	0,40
Resíduo	74	75,259	1,017	
Total	77			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,0683	0,0683	0,08 ^{NS}
Blocos	2	0,9106	0,4553	0,50
Resíduo	37	33,5663	0,9072	
Total	40			

NS. Não significativa ao nível de 5 %.

A tabela 42 fornece os resultados de amônio. A chuva apresentou o valor mais, 0,152 kg/ha, e a parcela manejo do bloco IV o valor médio mais alto, 0,436 kg/ha. A contribuição da lixiviação chegou a 2,9 vezes, indicando que houve lixiviação da folhagem e assim com aumento desse nutriente para o solo. Também as concentrações do íon amônio não mostraram diferença significativa (tabela 43) entre as parcelas controles e manejo. Analisando a tabela 42 verifica-se que parte da concentração do íon amônio vindo com a chuva sofre absorção pela folhagem, como no dia 11/01/95.

Tabela 42 - Amônio na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/1/94	0,150	0,264	0,394	0,170	0,426	0,355	NM
2/2/94	NM	0,118	0,172	0,143	0,415	0,374	0,245
10/2/94	0,106	0,221	0,477	0,319	0,622	0,963	0,225
24/2/94	0,183	0,361	0,417	0,259	0,382	0,628	0,714
1/3/94	NM	0,125	0,100	0,118	0,178	0,837	0,864
9/3/94	0,479	0,687	0,794	0,422	1,197	0,675	0,974
23/3/94	0,125	0,159	0,217	0,245	0,275	0,228	0,266
6/4/94	1,100	1,693	1,375	0,733	1,353	1,797	2,254
13/4/94	0,315	0,336	0,481	0,664	0,377	0,450	0,439
19/4/94	0,013	0,221	0,193	0,141	0,165	0,341	0,174
27/4/94	0,436	0,493	0,558	0,238	0,553	0,342	0,296
4/5/94	0,060	0,232	0,232	0,352	0,212	0,246	0,365
18/5/94	NM	0,899	0,843	0,682	0,991	0,580	0,489
25/5/94	0,066	0,112	0,070	0,478	0,927	0,135	0,144
15/6/94	0,108	0,594	0,088	0,581	0,095	0,512	0,522
29/6/94	0,286	0,374	0,280	0,416	0,363	0,343	0,249
6/7/94	0,145	0,952	0,075	0,666	0,972	0,595	0,924
20/7/94	0,177	0,818	0,054	0,119	0,594	0,270	0,133
3/8/94	0,091	0,452	0,042	0,330	0,698	0,562	0,522
17/8/94	0,000	0,527	0,773	0,513	0,631	0,243	0,134
26/8/94	0,001	0,244	0,047	0,338	0,371	0,484	0,378
8/9/94	0,016	0,674	0,086	0,588	0,826	0,172	0,198
30/9/94	0,165	0,185	0,143	0,185	0,219	0,864	0,686
6/10/94	0,003	0,199	0,022	0,278	0,293	0,485	0,877
26/10/94	0,084	0,380	0,225	0,385	0,300	0,251	0,499
3/11/94	0,017	0,167	0,012	0,172	0,136	0,345	0,154
9/11/94	0,023	0,253	0,182	0,259	0,263	0,148	0,240
22/11/94	0,012	0,513	0,362	0,453	0,541	0,222	0,275
29/11/94	0,122	0,156	0,234	0,416	0,216	0,354	0,198
6/12/94	0,039	0,167	0,145	0,735	0,136	0,833	0,115
19/12/94	0,200	0,870	0,175	0,834	0,122	0,422	0,780
28/12/94	0,041	0,343	0,314	0,283	0,345	0,296	0,497
11/1/95	0,198	0,120	0,102	0,945	0,143	0,126	0,126
18/1/95	0,160	0,176	0,224	0,143	0,150	0,161	0,243
24/1/95	0,041	0,215	0,208	0,132	0,174	0,165	0,164
31/1/95	0,041	0,189	0,187	0,129	0,166	0,148	0,224
13/Fev	NM	NM	0,124	0,165	0,115	0,723	0,125
médias	0,152	0,402	0,282	0,379	0,431	0,451	0,436

NM. Não medido.

TABELA 43 - Análise de Variância para as concentrações de amônio na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0,0574	0,0574	0,38 ^{NS}
Blocos	2	0,2721	0,1360	0,91
Resíduo	94	13,6526	0,1500	
Total	97			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,03627	0,03627	0,61 ^{NS}
Blocos	2	0,19418	0,09709	1,64
Resíduo	80	4,38102	0,05920	
Total	83			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,25408	0,25408	4,64 ^{NS}
Blocos	2	0,05040	0,02520	0,46
Resíduo	43	2,35522	0,05477	
Total	46			

NS. Não significativa ao nível de 5 %.

As concentrações de nitrato são apresentadas pela tabela 44. As concentrações variaram, em média, de 0,045 a 0,365 Kg/ha, sendo o valor mais baixo fornecido pela chuva e o mais elevado pelas parcelas manejo do bloco II e controle do bloco IV. Os resultados mostram que a folhagem tem muita importância para o aumento desse nutriente para o solo, chegando a proporcionar um aumento, em média, mais de 8 vezes. O nitrato foi o íon que apresentou a maior contribuição da folhagem. A análise estatística, apresentada pela tabela 45, também revelou que não houve diferença significativa entre as parcelas, para todos os períodos.

TABELA 44 - Nitrato na chuva e na precipitação interna nas parcelas controles (C) e que sofreram Manejo (M). Resultados expressos em Kg/ha.

	chuva	bloco I C	bloco I M	bloco II C	bloco II M	bloco IV C	bloco IV M
26/1/94	0,060	0,347	0,476	0,159	0,245	0,273	NM
2/2/94	NM	0,399	0,217	0,264	0,399	0,423	0,554
10/2/94	0,008	0,443	0,692	0,239	0,622	0,312	0,256
24/2/94	0,015	0,331	0,266	0,230	0,356	0,364	0,454
1/3/94	NM	0,163	0,152	0,129	0,262	0,167	0,144
9/3/94	0,025	0,597	0,863	0,336	0,538	0,523	0,665
23/3/94	0,036	0,272	0,391	0,168	0,377	0,135	0,346
6/4/94	0,008	0,557	1,310	0,356	0,689	0,469	0,647
13/4/94	0,004	0,579	0,727	0,135	0,518	0,614	0,572
19/4/94	0,060	0,185	0,200	0,113	0,200	0,438	0,223
27/4/94	0,000	0,935	0,585	0,719	0,788	0,783	0,400
4/5/94	0,047	0,328	0,239	0,224	0,275	0,284	0,258
18/5/94	0,006	0,648	0,357	0,337	0,728	0,419	0,633
25/5/94	0,005	0,122	0,079	0,264	NM	1,000	0,189
9/6/94	0,000	0,229	0,146	0,212	0,348	NM	NM
15/6/94	0,002	0,889	0,062	0,643	0,089	0,237	0,353
29/6/94	0,000	0,245	0,285	0,325	0,272	0,134	0,139
6/7/94	0,003	0,117	0,153	0,821	0,164	0,137	0,154
20/7/94	0,000	0,645	0,080	0,827	0,117	0,238	0,199
3/8/94	0,002	0,575	0,072	0,431	0,671	0,524	0,613
17/8/94	0,211	0,358	0,299	0,272	0,387	0,156	0,227
26/8/94	0,017	0,334	0,020	0,361	0,282	0,313	0,221
8/9/94	0,210	0,113	0,094	0,845	0,755	0,220	0,152
14/9/94	0,045	0,278	0,156	0,148	0,149	0,165	0,157
30/9/94	0,087	0,123	0,214	0,119	0,173	0,176	0,715
6/10/94	0,024	0,263	0,032	0,254	0,188	0,572	0,112
26/10/94	0,000	0,240	0,232	0,178	0,253	0,328	0,317
3/11/94	0,009	0,229	0,023	0,261	0,159	0,347	0,158
9/11/94	0,079	0,324	0,230	0,336	0,295	0,211	0,289
22/11/94	0,088	0,299	0,706	0,493	0,444	0,286	0,215
29/11/94	0,033	0,316	0,129	0,515	0,415	0,312	0,396
6/12/94	0,006	0,155	0,200	0,177	0,881	0,875	0,148
19/12/94	0,003	0,136	0,203	0,189	0,136	0,815	0,132
28/12/94	0,183	0,222	0,244	0,187	0,336	0,193	0,193
11/1/95	0,181	0,118	0,251	0,189	0,215	0,157	0,186
18/1/95	0,117	0,257	0,296	0,317	0,332	0,196	0,313
24/1/95	0,090	0,228	0,113	0,599	0,266	0,113	0,128
31/1/95	0,000	0,224	0,000	NM	0,427	NM	NM
13/Fev	0,008	NM	0,148	0,700	0,126	0,596	0,121
médias	0,045	0,337	0,281	0,344	0,365	0,365	0,305

TABELA 45 - Análise de Variância para as concentrações de nitrato na precipitação interna, considerando três períodos climáticos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0,02745	0,02745	0,49 ^{NS}
Blocos	2	0,08707	0,04353	0,78
Resíduo	94	5,21846	0,05552	
Total	97			
Segundo Período				
Tratamentos	1	0,12520	0,12520	3,64 ^{NS}
Blocos	2	0,24691	0,12345	3,59
Resíduo	80	2,75388	0,03442	
Total	83			
Terceiro Período				
Tratamentos	1	0,07164	0,07164	1,78 ^{NS}
Blocos	2	0,18364	0,09182	2,28
Resíduo	40	1,60776	0,04019	
Total	43			

NS. Não significativa ao nível de 5 %.

A entrada de nutrientes pela chuva teve, em média, a seguinte sequência: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$; e para a precipitação interna foram: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$.

Desses nutrientes investigados, o nitrato foi o que mais sofreu contribuição por parte do dossel, seguido do magnésio e potássio; e o sódio que menos recebeu. FORTI & MOREIRA-NORDEMANN (1991) nos seus estudos realizados na Amazônia Central, verificaram que a maior transferência dos nutrientes do dossel para a precipitação interna foram Mg^{2+} e K^+ (90%). Não apresentaram resultado de nitrato; mas em relação ao magnésio e potássio, foi

observada essa alta contribuição. Mas esses autores informam que o sódio recebeu 70% de contribuição do dossel, e isto não foi observado neste estudo.

De acordo com o resultado da análise de variância feita para o cálcio e magnésio, potássio, sódio, amônio e nitrato, pode-se verificar que o corte seletivo de árvore não provocou alterações na ciclagem desses nutrientes em relação à precipitação interna.

4.7 Nutrientes na solução do solo (cálcio, magnésio, potássio, sódio, amônia e nitrato).

Os resultados destes nutrientes são apresentados em tabelas, que contém os dados por bloco com os tratamentos: controle, centro da clareira (CC), borda da clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Foram feitos testes estatísticos considerando dois períodos chuvosos e um seco.

As tabelas 46, 47 e 48 mostram os resultados de cálcio, respectivamente aos blocos I, II e IV. Os valores de cálcio variaram, em média, de 1,612 (controle do bloco I) a 4,454 kg/ha (borda da clareira do bloco IV). Foi registrado o valor de 18,956 kg/ha no período chuvoso na borda da clareira do bloco IV. Este valor foi praticamente a metade do cálcio registrado no solo do controle 87 do bloco IV no período chuvoso, que foi para a camada 0-10 cm 40 mg/dm^3 , que corresponde a 40 kg/ha. Porém, em relação ao valor médio, para o controle do bloco IV que forneceu o valor de 1,805 kg/ha, o valor no solo é 22 vezes maior. Como a

concentração no período seco o valor de cálcio diminui chegando a 4 kg/ha no solo para a camada 0-10, a proporção diminui também, chegando a ser 2,2 vezes apenas. As médias mais elevadas foram obtidas nos tratamentos centro da clareira e borda da clareira em todos os blocos. Possivelmente nos demais tratamentos a assimilação do cálcio pela vegetação foi mais eficiente, considerando que o centro da clareira e a borda da clareira tendem a ter uma drenagem mais elevada, pois nesses tratamentos a chuva tem menos resistência para atingir o solo e assim o cálcio tende a ser lixiviado mais intensamente.

A análise estatística mostrou que para o primeiro e o segundo períodos as médias de cálcio diferiram entre os tratamentos. Para o primeiro período o controle forneceu o valor médio mais baixo, 1,978 kg/ha, e a borda da clareira o mais elevado, 4,513 kg/ha. No segundo período, a média para o controle, valor mais baixo, foi 1,887 kg/ha, e o mais elevado, centro da clareira, foi 3,907 kg/ha. No terceiro período também houve diferença significativa entre os tratamentos. Na tabela 49 constam os resultados da análise de variância e na tabela 50 o teste de Tukey. Conforme este teste, verifica-se que houve diferença entre as médias, e que os tratamentos floresta remanescente e borda da floresta remanescente tiveram o mesmo comportamento ao controle.

TABELA 46 - Cálcio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,712	5,856	3,672	1,298	1,602
10/02/94	1,981	4,960	3,550	2,763	NM
24/02/94	2,937	4,298	3,290	2,659	4,971
08/03/94	2,463	3,532	3,143	2,173	1,880
23/03/94	0,970	2,334	2,187	1,513	1,286
06/04/94	0,205	1,602	1,411	0,655	0,512
12/04/94	2,569	NM	3,636	2,766	1,874
04/05/94	2,778	5,422	4,302	2,328	3,478
25/05/94	1,935	3,623	3,738	1,937	2,551
09/06/94	1,979	NM	3,661	NM	2,158
15/06/94	2,624	4,724	5,765	3,227	3,221
29/06/94	1,475	3,053	4,027	1,712	1,527
06/07/94	1,735	3,088	3,985	1,667	NM
20/07/94	3,055	2,037	NM	NM	NM
17/08/94	2,007	3,264	3,169	NM	NM
26/08/94	1,800	3,208	2,384	NM	2,620
08/09/94	1,231	4,082	3,039	NM	2,911
14/09/94	0,952	NM	NM	NM	NM
30/09/94	1,937	3,432	4,611	NM	2,899
06/10/94	0,923	NM	NM	NM	2,388
26/10/94	0,744	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	0,993	NM	NM	NM
29/11/94	0,632	1,582	1,356	NM	0,906
06/12/94	0,603	1,422	NM	NM	0,883
19/12/94	1,738	2,089	3,208	3,184	2,430
28/12/94	1,215	1,346	1,708	1,482	1,158
10/01/95	0,980	NM	NM	NM	NM
18/01/95	0,764	0,991	1,727	NM	NM
24/01/95	1,201	2,622	1,873	2,142	NM
médias	1,612	3,024	3,157	2,100	2,171

NM. Não medido.

TABELA 47 - Cálcio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,034	NM	NM	2,852	4,377
10/02/94	1,205	2,765	2,439	1,918	2,544
24/02/94	1,371	4,871	3,362	2,818	4,870
08/03/94	2,850	6,813	4,484	5,788	4,212
23/03/94	2,080	4,049	5,714	3,770	3,282
06/04/94	0,854	2,626	2,052	2,375	2,724
12/04/94	1,469	0,719	0,520	2,379	3,822
19/04/94	2,938	6,183	12,558	3,159	3,946
25/05/94	3,671	4,814	3,516	3,284	5,991
09/06/94	1,838	4,697	3,145	2,869	3,883
15/06/94	1,935	4,611	2,532	3,166	3,115
29/06/94	2,932	6,230	3,678	3,550	4,575
06/07/94	1,804	6,066	1,628	3,174	3,829
20/07/94	3,676	5,354	6,641	3,410	3,733
17/08/94	5,219	NM	NM	NM	NM
26/08/94	1,733	6,574	2,235	NM	3,221
08/09/94	2,074	NM	NM	1,875	5,480
14/09/94	NM	3,450	4,673	4,666	1,852
30/09/94	2,668	6,300	2,883	NM	3,325
06/10/94	2,217	5,763	4,015	NM	2,857
26/10/94	1,805	4,851	NM	NM	NM
03/11/94	1,666	2,844	NM	NM	NM
09/11/94	NM	3,233	NM	NM	NM
29/11/94	0,602	1,649	1,278	1,395	0,651
06/12/94	0,809	1,996	1,406	1,364	0,891
19/12/94	0,916	2,368	1,514	1,533	2,196
28/12/94	1,432	3,998	2,303	3,281	0,529
10/01/95	1,534	2,163	NM	1,974	1,683
18/01/95	1,403	2,452	1,914	2,244	1,530
24/01/95	0,806	2,245	NM	1,959	0,766
31/01/95	1,181	2,071	1,464	2,257	1,539
13/02/95	2,034	NM	NM	1,932	2,072
médias	1,925	3,991	3,302	2,760	2,982

NM. Não medido.

TABELA 48 - Cálcio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,769	4,937	4,798	0,832	2,469
10/02/94	1,893	8,497	6,623	4,731	NM
24/02/94	1,707	NM	18,956	2,747	NM
08/03/94	2,651	6,649	8,164	3,568	3,469
23/03/94	1,133	4,833	4,295	2,026	3,734
06/04/94	1,614	1,577	8,658	1,953	3,356
12/04/94	1,327	0,726	0,389	0,280	1,388
19/04/94	2,746	5,397	3,893	2,901	3,483
25/05/94	2,456	4,920	4,350	3,201	3,902
15/06/94	1,964	3,466	3,743	2,945	1,931
29/06/94	2,167	4,847	3,196	2,106	4,538
06/07/94	1,735	4,711	3,545	3,106	4,347
20/07/94	1,973	4,765	4,008	3,667	4,213
17/08/94	2,271	NM	NM	NM	NM
26/08/94	1,587	5,883	NM	3,779	NM
08/09/94	1,821	5,621	1,977	0,612	2,879
14/09/94	2,098	5,570	NM	3,569	2,475
30/09/94	3,022	5,980	NM	NM	NM
06/10/94	3,765	1,245	1,594	1,921	2,438
26/10/94	1,807	4,267	NM	NM	NM
03/11/94	0,840	3,223	NM	NM	NM
09/11/94	0,424	2,450	NM	NM	NM
29/11/94	0,557	1,812	0,897	0,558	NM
06/12/94	0,590	2,181	NM	NM	NM
19/12/94	1,830	3,410	3,036	2,826	2,531
28/12/94	1,987	2,899	2,465	2,425	2,093
10/01/95	1,301	1,975	2,158	1,863	2,331
18/01/95	1,186	2,775	6,459	NM	3,297
24/01/95	0,943	9,364	1,328	5,187	4,474
31/01/95	1,221	1,774	3,460	1,857	1,643
13/02/95	3,570	NM	NM	7,625	5,952
médias	1,805	4,134	4,454	2,762	3,188

NM. Não medido.

TABELA 49 - Análise de Variância para o cálcio na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	160,627	40,157	11,27*
Blocos	2	25,931	12,966	3,64
Resíduo	159	566,446	3,563	
Total	165			
Segundo Período				
Tratamentos	4	62,613	15,653	9,08*
Blocos	2	16,909	8,455	4,90
Resíduo	103	177,596	1,724	
Total	109			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	24,385	6,096	3,97*
Blocos	2	31,322	15,661	10,20
Resíduo	84	128,946	1,535	
Total	90			

*Significante ao nível de 5 %.

TABELA 50 - Teste de Tukey para as médias de cálcio na solução do solo, considerando três períodos.

	1º período	2º período	3º período
controle	1,987 ^a	1,887 ^a	1,329 ^a
CC	4,311 ^{bc}	3,907 ^b	2,639 ^b
BC	4,513 ^c	2,995 ^b	2,402 ^{ab}
BFR	2,596 ^a	2,569 ^{ab}	2,655 ^b
FR	3,146 ^{ab}	2,946 ^{ab}	2,111 ^{ab}

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

As concentrações de magnésio são apresentadas nas tabelas 51, 52 e 53. No bloco IV foram registrados os valores médios de magnésio mais baixo (0,336 kg/ha, floresta remanescente) e o mais alto (2,175 kg/ha, centro da clareira). No início das medidas no centro da clareira do bloco IV foi registrado o valor 11,701 kg/ha, que foi o valor absoluto mais elevado. Após um ano, no mesmo período, concentrações da mesma ordem de grandeza não foi registrado. É possível observar que nos meses de janeiro e fevereiro de 1994, período chuvoso logo após o manejo, foram obtidos os valores mais altos no centro da clareira e borda da clareira. A matéria orgânica deixada pelo manejo e falta de árvores na clareira talvez sejam os responsáveis pelos índices altos de magnésio na solução do solo. A matéria orgânica pela liberação desse nutriente com a decomposição e a falta de árvore que não o retira do solo. Nos tratamentos controle, borda da floresta remanescente e floresta remanescente, os níveis de magnésio não sofrem grandes flutuações sazonais.

Os tratamentos mostraram diferença significativa com relação ao magnésio (tabela 54). O controle, a floresta remanescente e a borda da floresta remanescente foram os tratamentos que apresentaram as médias mais baixas em todos os períodos. A Tabela 55 fornece os resultados do teste de Tukey, sendo possível constatar que o centro da clareira e borda da clareira tiveram as médias mais elevadas. Isto indica que o manejo, com a formação de clareira, causou alteração na ciclagem do magnésio na solução do solo.

TABELA 51 - Magnésio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,635	NM	1,145	0,299	NM
10/02/94	0,332	3,117	1,269	0,345	NM
24/02/94	0,480	2,551	1,257	0,500	1,724
08/03/94	0,561	2,739	1,523	0,919	0,699
23/03/94	0,367	0,981	0,872	0,507	0,456
06/04/94	0,179	0,537	0,500	0,345	0,116
12/04/94	0,413	NM	1,124	0,526	0,377
04/05/94	0,466	1,557	1,212	0,719	0,959
25/05/94	0,373	1,147	0,892	0,521	0,576
09/06/94	0,391	0,993	0,954	NM	0,534
15/06/94	0,432	1,272	1,221	0,533	0,519
29/06/94	0,346	1,008	0,934	0,402	0,434
06/07/94	0,430	1,012	0,833	0,404	NM
20/07/94	0,831	NM	1,186	NM	NM
17/08/94	0,435	1,061	1,350	NM	NM
26/08/94	0,241	0,850	0,511	NM	0,771
08/09/94	0,113	NM	NM	NM	0,762
14/09/94	0,266	NM	NM	NM	NM
30/09/94	0,431	1,302	0,566	NM	0,607
06/10/94	0,194	NM	NM	NM	0,335
26/10/94	0,221	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	1,388	NM	NM	NM
29/11/94	0,350	1,213	1,126	NM	0,939
06/12/94	0,316	0,689	NM	NM	0,613
19/12/94	0,319	0,498	1,210	1,370	0,738
28/12/94	0,333	0,631	1,113	0,988	0,448
10/01/95	0,197	NM	NM	NM	NM
18/01/95	0,308	1,137	1,266	NM	NM
24/01/95	0,527	1,365	1,462	1,593	NM
médias	0,374	1,288	1,069	0,665	0,645

NM. Não medido.

TABELA 52 - Magnésio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,700	NM	NM	2,813	NM
10/02/94	0,518	2,580	4,909	1,374	1,162
24/02/94	0,378	3,571	2,052	0,875	2,350
08/03/94	0,562	3,154	1,981	0,861	1,385
23/03/94	0,463	NM	NM	0,880	1,590
06/04/94	0,356	1,259	1,212	0,743	1,066
12/04/94	0,386	0,203	0,109	0,709	1,922
19/04/94	0,495	NM	0,915	0,585	0,878
25/05/94	0,625	1,415	1,362	0,608	1,605
09/06/94	0,326	1,308	1,036	0,593	1,289
15/06/94	0,406	1,965	0,770	0,518	1,025
29/06/94	0,479	1,725	0,943	0,487	1,288
06/07/94	0,448	1,624	0,655	0,660	0,910
20/07/94	0,561	1,182	1,164	0,499	1,059
17/08/94	0,522	NM	NM	NM	NM
26/08/94	0,440	2,251	0,645	NM	1,362
08/09/94	0,347	NM	NM	0,489	1,567
14/09/94	NM	0,745	1,645	1,228	0,251
30/09/94	0,469	1,141	0,803	NM	0,309
06/10/94	0,409	1,339	1,035	NM	1,062
26/10/94	0,434	1,984	NM	NM	NM
03/11/94	0,450	2,017	NM	NM	NM
09/11/94	NM	1,543	NM	NM	NM
29/11/94	0,308	1,225	1,345	0,540	1,271
06/12/94	0,409	1,171	1,112	0,593	0,907
19/12/94	0,421	1,296	1,079	0,513	1,013
28/12/94	0,376	1,743	NM	0,553	1,309
10/01/95	0,451	0,871	1,307	1,477	1,242
18/01/95	0,525	1,145	0,800	1,156	0,292
24/01/95	0,426	1,429	NM	0,585	0,165
31/01/95	0,488	1,010	1,171	0,761	1,696
13/02/95	0,436	1,410	NM	0,209	1,210
médias	0,454	1,567	1,275	0,812	1,155

NM. Não medido.

TABELA 53 - Magnésio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,123	9,884	4,216	NM	NM
10/02/94	1,088	11,701	3,011	1,587	NM
24/02/94	0,356	0,782	3,773	0,882	0,468
08/03/94	0,428	2,392	5,008	0,768	0,327
23/03/94	0,325	2,646	3,569	0,687	0,645
06/04/94	0,384	1,157	0,718	0,555	0,518
12/04/94	0,406	NM	0,178	0,062	0,254
19/04/94	0,449	1,282	1,734	0,457	0,376
25/05/94	0,493	1,304	1,231	0,641	0,438
15/06/94	0,400	0,811	0,992	0,550	NM
29/06/94	0,348	0,945	0,724	NM	NM
06/07/94	0,381	0,861	0,853	0,366	0,358
20/07/94	0,441	1,468	1,175	0,677	0,460
17/08/94	0,534	NM	NM	NM	NM
26/08/94	0,374	1,951	NM	NM	NM
08/09/94	0,293	1,747	0,194	0,172	NM
14/09/94	0,328	2,087	NM	0,667	0,175
30/09/94	0,455	1,510	NM	NM	NM
06/10/94	1,261	0,262	0,432	NM	NM
26/10/94	0,413	2,033	NM	NM	NM
03/11/94	0,411	3,057	NM	NM	NM
09/11/94	0,288	1,470	NM	NM	NM
29/11/94	0,434	1,996	2,179	NM	NM
06/12/94	0,514	1,875	NM	0,774	0,197
19/12/94	0,434	1,148	0,966	0,327	0,188
28/12/94	0,539	1,095	0,969	0,383	0,208
10/01/95	0,385	0,992	1,115	0,216	0,223
18/01/95	0,455	1,434	NM	NM	NM
24/01/95	0,796	NM	0,879	0,661	0,301
31/01/95	0,713	0,834	2,291	1,060	0,434
13/02/95	0,615	NM	0,518	0,305	0,142
médias	0,512	2,175	1,669	0,590	0,336

NM. Não medido.

TABELA 54 - Análise de Variância para o magnésio na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	66,915	16,729	10,60*
Blocos	2	11,234	5,617	3,56
Resíduo	150	236,679	1,578	
Total	156			
Segundo Período				
Tratamentos	4	17,9077	4,4769	26,34*
Blocos	2	0,7508	0,3754	2,21
Resíduo	96	16,3189	0,1700	
Total	102			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	7,2968	1,8242	13,54*
Blocos	2	0,5531	0,2765	2,05
Resíduo	85	11,4547	0,1348	
Total	91			

*Significante ao nível de 5 %.

TABELA 55 - Teste de Tukey para as médias de magnésio na solução do solo, considerando três períodos

	1º período	2º período	3º período
controle	0,471 ^a	0,422 ^a	0,454 ^a
CC	2,275 ^c	1,193 ^c	1,146 ^b
BC	1,617 ^{bc}	0,983 ^b	1,151 ^b
BFR	0,714 ^a	0,570 ^a	0,751 ^a
FR	0,892 ^{ab}	0,762 ^{ab}	0,630 ^a

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

Nas tabelas 56, 57 e 58 constam os resultados de potássio. As médias variaram de 0,302 (controle do bloco IV) a 2,488 kg/ha (centro da clareira do bloco II). Com exceção do bloco I onde a borda da floresta remanescente apresentou o valor médio mais elevado (1,866 kg/ha), nos demais blocos para os tratamentos centro da clareira e borda da clareira foram os valores médios registrados mais elevados, e o controle, florestas remanescente e borda da floresta remanescente os mais baixos. Isto também indica que onde há maior concentração de árvores, os níveis de potássio são mais baixos. O bloco I apresentou o valor médio mais baixo, 0,818 kg/ha e o bloco II o mais elevado, 1,344 kg/ha.

As tabelas 59 e 60 mostram as análises estatísticas para o potássio. No primeiro período (chuvoso) houve diferença significativa entre os tratamentos. No segundo período, seco, também houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o controle forneceu o valor médio mais baixo, seguido da floresta remanescente e borda da floresta remanescente, que respectivamente, foram 0,381, 0,437 e 0,574 kg/ha. No terceiro período, chuvoso, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 56 - Potássio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,508	4,290	0,838	NM	NM
10/02/94	0,339	2,920	0,665	0,984	0,863
24/02/94	0,310	2,213	0,856	0,739	0,524
08/03/94	0,387	1,390	0,559	0,628	0,483
23/03/94	0,598	1,882	1,029	0,710	0,479
06/04/94	0,335	1,148	0,467	0,837	0,600
12/04/94	0,188	1,082	0,517	0,558	0,300
19/04/94	0,053	0,702	0,100	0,100	0,054
04/05/94	0,558	1,668	0,730	0,644	0,598
25/05/94	0,594	1,263	0,978	1,042	0,887
09/06/94	0,606	1,720	0,741	NM	0,975
15/06/94	0,463	0,895	0,743	0,505	0,482
29/06/94	0,537	0,769	0,627	0,940	0,541
06/07/94	0,513	1,147	0,976	1,339	0,796
20/07/94	0,435	0,862	0,621	NM	NM
17/08/94	0,203	1,080	2,298	0,603	NM
26/08/94	0,211	0,454	0,219	0,321	0,254
08/09/94	0,566	NM	NM	NM	NM
30/09/94	0,582	1,931	1,045	NM	0,799
06/10/94	0,951	0,694	NM	NM	NM
26/10/94	0,496	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	4,705	NM	NM	NM
22/11/94	NM	NM	2,042	NM	NM
29/11/94	0,182	0,459	0,967	0,499	0,624
06/12/94	0,124	0,618	NM	0,260	0,204
19/12/94	0,333	0,575	1,521	0,627	0,631
28/12/94	0,257	0,449	2,113	9,247	0,463
10/01/95	0,441	0,374	0,579	NM	0,391
18/01/95	0,110	0,173	2,931	15,748	0,965
24/01/95	0,307	3,764	1,333	0,987	0,357
31/01/95	0,249	NM	NM	NM	NM
médias	0,394	1,453	1,020	1,866	0,558

NM. Não medido.

TABELA 57 - Potássio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,300	5,951	3,569	0,636	1,233
10/02/94	0,449	2,331	1,841	1,105	1,466
24/02/94	0,475	3,986	1,919	0,875	1,050
08/03/94	0,448	2,915	1,703	1,334	0,766
23/03/94	0,371	2,170	1,086	0,769	0,665
06/04/94	0,500	2,406	1,171	0,460	1,173
12/04/94	0,427	2,763	0,988	0,764	0,651
19/04/94	0,414	2,678	0,696	0,258	0,494
04/05/94	0,053	2,005	0,483	0,062	0,117
25/05/94	0,577	3,643	1,584	0,829	1,074
09/06/94	0,676	3,169	1,452	0,948	0,911
15/06/94	0,815	3,371	2,021	1,188	1,088
29/06/94	0,481	3,306	1,153	0,576	0,546
06/07/94	0,510	3,337	1,078	0,708	0,815
20/07/94	0,523	3,330	1,575	1,134	0,743
17/08/94	0,401	4,580	1,495	NM	NM
26/08/94	0,388	2,040	0,472	NM	0,084
08/09/94	0,176	1,717	0,515	0,239	0,256
14/09/94	NM	1,284	0,655	0,307	0,260
06/10/94	0,469	3,530	0,726	NM	0,471
26/10/94	0,745	2,965	1,051	NM	NM
03/11/94	0,129	1,576	NM	NM	NM
09/11/94	NM	1,374	0,266	NM	NM
29/11/94	0,517	1,350	0,401	0,323	0,308
06/12/94	1,087	1,854	0,587	0,609	0,578
19/12/94	0,695	NM	0,608	0,296	0,360
28/12/94	0,245	1,860	0,982	0,325	0,374
10/01/95	0,203	0,962	0,577	0,249	0,327
18/01/95	0,882	1,238	0,897	0,482	0,765
24/01/95	0,118	1,338	0,213	0,160	0,150
31/01/95	0,349	1,224	0,553	0,478	0,475
13/02/95	0,283	0,873	2,753	0,870	0,514
médias	0,457	2,488	1,131	0,615	0,633

NM. Não medido.

TABELA 58 - Potássio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,434	2,233	0,983	NM	NM
10/02/94	0,433	2,652	3,247	1,329	NM
24/02/94	0,425	1,955	2,799	0,723	NM
08/03/94	0,312	1,780	1,911	0,583	0,522
23/03/94	0,309	1,287	1,210	0,564	0,769
06/04/94	0,451	1,335	0,897	0,639	0,823
12/04/94	0,176	1,008	0,648	0,548	0,479
19/04/94	0,170	0,928	0,500	0,341	0,300
04/05/94	0,051	0,883	0,576	0,218	0,000
25/05/94	0,516	1,786	1,356	0,852	0,924
15/06/94	0,775	1,777	1,748	0,958	1,421
29/06/94	0,408	1,659	0,528	0,305	0,663
06/07/94	0,452	1,789	0,913	0,732	0,425
20/07/94	0,486	1,738	1,082	0,842	0,806
17/08/94	0,309	NM	NM	NM	NM
26/08/94	0,125	NM	0,278	NM	0,000
08/09/94	0,180	1,257	0,869	0,259	0,243
14/09/94	0,233	0,893	0,369	0,296	0,304
06/10/94	0,227	1,210	0,254	NM	0,248
26/10/94	0,334	0,763	NM	NM	NM
03/11/94	0,278	0,416	NM	NM	NM
09/11/94	0,271	0,471	NM	NM	NM
22/11/94	NM	0,680	NM	NM	NM
29/11/94	0,160	0,359	0,501	0,439	NM
06/12/94	0,156	0,535	NM	NM	NM
19/12/94	0,279	0,632	0,597	0,709	0,504
28/12/94	0,196	0,456	0,310	0,410	0,317
10/01/95	0,148	0,719	0,941	0,902	0,586
18/01/95	0,338	0,767	1,318	NM	1,019
24/01/95	0,165	1,084	0,196	0,639	0,484
31/01/95	0,318	0,311	0,688	0,512	0,677
13/02/95	0,257	0,389	0,468	0,534	0,504
médias	0,302	1,125	0,969	0,606	0,546

NM. Não medido.

TABELA 59 - Análise de Variância para o potássio na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	71,316	17,829	46,59*
Blocos	2	10,264	5,132	13,41
Resíduo	176	67,347	0,383	
Total	182			
Segundo Período				
Tratamentos	4	28,4930	7,1232	15,90*
Blocos	2	4,9247	2,4623	5,50
Resíduo	106	47,4908	0,4480	
Total	112			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	27,408	6,852	2,35 ^{NS*}
Blocos	2	21,506	10,753	3,68
Resíduo	97	283,380	2,921	
Total	103			

*Significante ao nível de 5 %. NS- Não significativa ao nível de 5 %.

TABELA 60 - Teste de Tukey para as médias de potássio na solução do solo, considerando três períodos

	1º período	2º período	3º período
controle	0,419 ^a	0,381 ^a	0,328 ^a
CC	2,155 ^c	1,655 ^c	0,962 ^{ab}
BC	1,182 ^b	0,861 ^b	1,008 ^{ab}
BFR	0,701 ^a	0,574 ^{ab}	1,792 ^b
FR	0,704 ^a	0,437 ^{ab}	0,507 ^{ab}

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.



As concentrações da solução de sódio no solo são fornecidas pelas tabelas 61, 62 e 63. Considerando os três períodos investigados, os valores médios variaram de 2,417 (controle do bloco I) a 5,353 kg/ha (centro da clareira do bloco II). O sódio foi o íon, em médias, mais expressivo na solução do solo. Os valores mais elevados foram registrados no período seco, com valor máximo de 19,073 kg/ha (centro da clareira do bloco IV), registrado no mês de julho. Os valores médios mais baixos foram fornecidos pelo controle, floresta remanescente e borda da floresta; os mais elevados pelo centro da clareira e borda da clareira.

De acordo com a análise de variância os blocos em média não mostraram diferença significativa para os três períodos. Para os tratamentos a estatística informa que a média foi diferente para os dois primeiros períodos, e para o último não houve diferença.

TABELA 61 - Sódio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,781	NM	NM	NM	NM
10/02/94	0,945	3,115	1,694	1,986	1,523
24/02/94	1,294	3,350	2,576	2,661	1,988
08/03/94	0,980	2,433	1,397	1,486	1,333
23/03/94	1,389	2,755	1,968	1,778	1,192
06/04/94	0,938	1,607	1,308	0,987	1,557
12/04/94	1,314	2,017	1,757	2,094	1,288
19/04/94	1,150	2,216	1,732	1,858	1,763
04/05/94	3,639	7,021	NM	4,331	NM
25/05/94	3,448	4,778	5,881	4,487	4,706
09/06/94	3,439	5,712	4,555	NM	4,531
15/06/94	3,301	5,234	5,431	4,667	4,375
29/06/94	3,237	3,638	4,577	3,442	3,142
06/07/94	3,169	4,375	5,850	4,571	NM
20/07/94	5,074	8,094	9,857	NM	NM
17/08/94	2,552	3,481	5,032	NM	NM
26/08/94	1,338	2,237	NM	NM	1,838
08/09/94	1,224	NM	NM	NM	1,647
30/09/94	5,681	8,840	9,585	NM	NM
06/10/94	5,180	NM	NM	NM	6,294
26/10/94	1,488	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	7,457	NM	NM	NM
29/11/94	1,342	2,914	3,759	NM	NM
06/12/94	0,930	2,605	NM	NM	1,962
19/12/94	5,387	7,138	11,062	8,195	6,981
28/12/94	3,375	5,741	8,679	9,291	5,518
18/01/95	0,372	0,795	1,844	0,262	NM
24/01/95	1,302	3,221	4,709	2,856	NM
médias	2,417	4,199	4,663	3,435	3,038

NM. Não medido.

TABELA 62 - Sódio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,408	NM	5,273	1,988	3,082
10/02/94	1,115	3,460	5,332	2,237	3,714
24/02/94	1,435	2,884	3,182	2,566	2,368
08/03/94	1,468	3,284	3,527	3,256	2,196
23/03/94	0,996	2,540	2,005	1,453	1,585
06/04/94	1,499	2,303	2,342	1,379	3,112
12/04/94	1,460	2,606	1,663	1,964	1,791
19/04/94	1,559	2,678	2,034	1,722	1,701
04/05/94	1,220	2,356	2,252	1,970	2,128
25/05/94	4,107	NM	6,652	5,473	6,083
09/06/94	4,234	6,683	5,858	5,151	4,644
15/06/94	4,438	6,965	5,984	5,415	5,860
29/06/94	4,424	7,128	6,393	4,764	4,913
06/07/94	3,626	6,877	5,200	4,087	4,617
20/07/94	4,173	7,026	7,132	5,857	3,980
17/08/94	7,215	12,115	NM	NM	NM
26/08/94	2,081	NM	2,552	NM	4,072
08/09/94	1,580	NM	2,177	1,241	2,861
14/09/94	NM	1,735	2,791	2,238	1,154
06/10/94	6,351	12,002	8,974	NM	7,064
26/10/94	4,360	8,667	NM	NM	NM
03/11/94	0,965	5,278	NM	NM	NM
09/11/94	NM	6,179	NM	NM	NM
29/11/94	3,234	5,352	6,363	5,034	3,504
06/12/94	2,466	2,159	3,398	2,623	2,594
19/12/94	2,409	NM	3,545	2,735	4,320
28/12/94	5,012	11,235	NM	4,962	5,395
10/01/95	5,395	8,580	NM	7,756	7,310
24/01/95	0,856	1,784	NM	2,072	0,977
31/01/95	1,254	2,833	2,337	3,027	2,198
13/02/95	1,480	4,463	NM	6,313	6,004
médias	2,821	5,353	4,216	3,491	3,675

NM. Não medido.

TABELA 63 - Sódio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	Controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	1,599	3,275	3,159	NM	NM
10/02/94	1,558	6,297	6,627	NM	NM
24/02/94	1,375	2,770	3,238	1,922	2,157
08/03/94	1,349	3,345	4,034	1,778	2,127
23/03/94	0,928	2,014	2,168	1,338	1,735
06/04/94	1,163	2,086	1,958	1,339	NM
12/04/94	0,989	2,874	2,647	1,937	1,944
19/04/94	1,237	2,108	1,949	1,510	1,563
04/05/94	1,053	2,099	2,518	NM	NM
25/05/94	3,143	5,521	6,833	4,635	4,566
15/06/94	3,775	4,721	7,775	NM	NM
29/06/94	3,521	6,587	4,824	NM	NM
06/07/94	2,877	19,073	4,974	4,284	2,716
20/07/94	3,105	6,443	6,092	6,062	4,306
17/08/94	6,091	NM	NM	NM	NM
26/08/94	1,575	3,284	2,459	NM	NM
08/09/94	1,388	2,923	1,642	1,165	NM
14/09/94	1,530	2,769	2,374	1,431	NM
06/10/94	4,533	9,932	5,970	NM	NM
26/10/94	4,484	7,224	NM	NM	NM
03/11/94	1,628	6,135	NM	NM	NM
09/11/94	3,753	4,256	NM	NM	NM
29/11/94	2,018	4,106	6,762	NM	NM
06/12/94	1,369	2,492	NM	2,828	2,484
19/12/94	4,559	7,237	7,391	6,458	5,149
28/12/94	5,630	9,223	7,520	6,737	5,604
10/01/95	5,177	8,598	8,023	NM	6,969
24/01/95	0,507	1,453	1,360	1,959	0,867
31/01/95	1,989	2,169	3,446	4,938	3,195
13/02/95	4,713	7,021	6,473	5,797	6,455
médias	2,621	5,105	4,489	3,301	3,456

NM. Não medido.

TABELA 64 - Análise de Variância para o sódio na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	75,257	18,814	7,74*
Blocos	2	6,923	5,012	2,06
Resíduo	163	396,354	2,432	
Total	169			
Segundo Período				
Tratamentos	4	178,603	44,651	6,28*
Blocos	2	4,9247	3,462	0,49
Resíduo	89	632,450	7,106	
Total	95			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	61,100	15,275	2,25 ^{NS*}
Blocos	2	7,733	3,866	0,57
Resíduo	77	523,740	6,802	
Total	83			

*Significante ao nível de 5 %. NS- Não significativa ao nível de 5 %.

TABELA 65 - Teste de Tukey para as médias de sódio na solução do solo, considerando três períodos

	1º período	2º período	3º período
controle	2,050 ^a	3,228 ^a	2,852 ^a
CC	3,727 ^b	6,491 ^c	4,930 ^b
BC	3,697 ^b	5,239 ^{bc}	5,368 ^b
BFR	2,696 ^a	3,597 ^{ab}	4,636 ^{ab}
FR	2,822 ^{ab}	3,671 ^{ab}	4,352 ^{ab}

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

O íon amônio apresentou pouca diferença entre as médias dos tratamentos. No controle dos três blocos foram registradas as médias mais baixas, e no controle do bloco IV a mais baixa, 0,289 kg/ha. A média mais elevada foi fornecida pela borda da floresta remanescente do bloco I, que foi 1,180 kg/ha. As tabelas 66, 67 e 68 mostram os resultados de amônio, respectivamente aos blocos I, II e IV. Em algumas medidas não foi possível registrar a concentração de amônio, porque estava abaixo do limite de detecção do método (10 µg/l).

Nos três primeiros períodos os tratamentos, em média, não indicaram diferença significativa. No primeiro período o bloco I mostrou uma variação muito alta, de 0,139 a 6,999 kg/ha, enquanto que os bloco II e IV, respectivamente, < 10 µg/l a 0,894 kg/ha e 0,084 a 2,977 kg/ha.

Foi possível observar que as concentrações mais altas de N-amônio foram mais elevadas no período chuvoso, podendo estar relacionada com a mineralização da matéria orgânica, pois, a produção de liteira se dá na época seca e a sua decomposição na época chuvosa.

TABELA 66 - Amônio na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,374	0,293	0,182	0,272	0,253
10/02/94	0,393	0,043	0,090	0,190	0,096
24/02/94	0,382	0,045	0,040	0,050	0,248
08/03/94	0,569	0,488	0,043	0,216	0,208
23/03/94	1,619	0,575	0,099	0,099	0,043
06/04/94	0,460	0,000	0,000	0,683	1,035
12/04/94	0,041	0,043	0,016	0,009	0,589
19/04/94	0,209	0,026	0,017	0,015	0,036
04/05/94	0,653	0,876	0,656	1,065	0,692
09/06/94	0,611	0,789	0,948	4,999	0,805
15/06/94	0,771	0,956	1,204	0,900	0,919
29/06/94	0,540	0,733	1,219	0,662	0,678
06/07/94	0,560	0,946	0,852	1,081	NM
17/08/94	0,173	0,005	0,933	NM	NM
26/08/94	0,062	0,000	0,016	NM	NM
14/09/94	0,104	NM	NM	NM	NM
30/09/94	0,080	0,496	0,206	NM	0,030
06/10/94	0,582	NM	NM	0,020	0,462
26/10/94	0,249	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	1,367	NM	NM	NM
29/11/94	0,210	0,309	0,908	NM	NM
06/12/94	0,320	0,745	NM	NM	4,214
19/12/94	0,373	0,358	6,885	0,641	0,320
28/12/94	0,644	0,559	3,587	6,999	0,446
10/01/95	0,293	NM	NM	NM	NM
18/01/95	0,201	0,139	4,432	NM	NM
24/01/95	0,247	6,939	0,587	2,156	NM
médias	0,412	0,727	1,091	1,180	0,651

NM. Não medido.

TABELA 67 - Amônio na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,314	0,035	0,041	0,032	0,476
10/02/94	0,343	0,391	0,238	0,039	0,660
24/02/94	0,527	0,175	0,162	0,018	0,307
08/03/94	0,330	0,028	0,049	0,264	0,152
23/03/94	0,504	0,290	0,211	0,101	0,022
06/04/94	0,657	0,119	0,000	0,000	0,403
12/04/94	0,537	0,386	0,000	0,274	0,013
19/04/94	0,098	0,024	0,008	0,000	0,157
04/05/94	0,213	0,109	0,030	0,000	0,063
25/05/94	0,592	1,033	0,956	0,722	0,789
15/06/94	0,675	1,222	1,343	1,112	0,988
29/06/94	0,835	1,321	1,288	1,089	1,217
06/07/94	0,563	1,189	0,985	0,999	0,990
20/07/94	0,686	1,094	1,061	1,716	0,661
26/08/94	0,082	0,025	0,022	NM	0,068
08/09/94	0,111	NM	0,016	0,023	0,012
30/09/94	0,185	0,157	0,056	NM	0,024
06/10/94	0,213	0,113	0,005	NM	0,092
26/10/94	0,193	0,055	NM	NM	NM
03/11/94	0,000	0,002	NM	NM	NM
09/11/94	NM	0,458	NM	NM	NM
29/11/94	0,267	0,287	2,025	0,574	0,248
06/12/94	0,328	0,829	0,342	0,308	0,325
19/12/94	0,665	0,451	0,406	0,352	0,391
28/12/94	0,168	0,403	NM	0,259	0,475
10/01/95	0,404	0,472	0,894	0,722	0,542
18/01/95	0,563	0,457	0,495	0,476	0,388
24/01/95	0,282	0,219	NM	0,120	0,260
31/01/95	0,176	0,094	0,191	0,124	0,243
13/02/95	0,055	0,000	NM	0,000	0,158
médias	0,364	0,394	0,451	0,388	0,375

NM. Não medido.

TABELA 68 - Amônio na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,343	0,228	0,094	NM	NM
10/02/94	0,440	2,845	0,349	0,049	NM
24/02/94	0,403	0,160	0,328	0,274	0,114
08/03/94	0,296	0,049	0,032	0,055	0,022
23/03/94	0,307	0,094	0,016	0,086	0,077
06/04/94	0,708	0,000	1,196	0,402	NM
12/04/94	0,171	0,028	0,121	0,268	0,285
19/04/94	0,038	0,000	0,000	0,000	0,398
04/05/94	0,120	0,002	0,000	0,000	0,000
25/05/94	0,777	0,820	1,349	0,679	0,696
15/06/94	0,496	1,175	1,489	0,844	0,682
29/06/94	0,535	1,033	1,107	NM	NM
06/07/94	0,471	1,466	1,542	0,634	0,490
20/07/94	0,566	1,456	1,207	0,840	0,529
26/08/94	0,038	0,000	NM	NM	NM
08/09/94	0,043	0,084	0,030	0,020	NM
30/09/94	0,065	0,000	NM	NM	NM
06/10/94	0,028	0,100	NM	NM	NM
26/10/94	0,628	0,852	NM	NM	NM
03/11/94	0,089	0,000	NM	NM	NM
09/11/94	0,000	0,001	NM	NM	NM
29/11/94	0,229	0,276	0,399	NM	NM
06/12/94	0,161	0,301	NM	2,977	0,486
19/12/94	0,265	0,391	0,459	0,370	0,393
28/12/94	0,162	0,354	0,381	0,175	0,195
10/01/95	0,402	0,711	0,876	0,546	0,478
18/01/95	0,191	0,405	NM	NM	NM
24/01/95	0,395	0,489	0,089	0,084	0,164
31/01/95	0,187	0,111	0,120	0,200	0,270
13/02/95	0,106	0,524	0,234	0,389	0,535
médias	0,289	0,465	0,519	0,445	0,342

NM. Não medido.

TABELA 69 - Análise de Variância para o amônio na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	0,1060	0,0265	0,08 ^{NS}
Blocos	2	0,4737	0,2368	0,74
Resíduo	167	53,5330	0,3206	
Total	173			
Segundo Período				
Tratamentos	4	2,2603	0,5651	2,60 ^{NS}
Blocos	2	0,0023	0,0012	0,01
Resíduo	81	17,5710	0,2169	
Total	87			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	11,678	2,920	2,12 ^{NS*}
Blocos	2	41,590	20,795	15,09
Resíduo	87	119,892	1,378	
Total	93			

NS. Não significativa ao nível de 5 %.

TABELA 70 - Teste de Tukey para as médias de N-amônio na solução do solo, considerando três períodos

	1º período	2º período	3º período
controle	0,469 ^a	0,240 ^a	0,299 ^a
CC	0,456 ^a	0,429 ^a	0,712 ^a
BC	0,414 ^a	0,641 ^a	1,332 ^a
BFR	0,455 ^a	0,656 ^a	0,939 ^a
FR	0,410 ^a	0,328 ^a	0,571 ^a

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

O nitrato foi o único ânion investigado e os seus resultados são apresentados pelas tabelas 71, 72 e 73. O valor mais elevado foi registrado no centro da clareira do bloco IV no período seco, 24,556 kg/ha. Assim como para a amônia, alguns dados estão abaixo do limite de detecção do método (10 µg/l).

A análise estatística revelou que as médias de nitrato na solução do solo para o primeiro período apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Para o segundo e terceiro períodos constatou-se que as médias não mostraram diferença. Não foi possível observar um padrão no comportamento do nitrato na solução, verificou-se que os tratamentos controle e floresta remanescente apresentaram valores médios discrepantes. No bloco I o valor médio de nitrato foi 0,692 kg/ha, enquanto que na floresta remanescente foi 0,195 kg/ha. No controle foram instaladas duas baterias de extratores, enquanto que na floresta remanescente apenas uma. A partir de julho, começo da estação seca, os números de dados dos controles foram mais elevados do que nos demais tratamentos, o que possivelmente tenha contribuído para essa diferença entre os dados. Com base nos dados de nitrato na solução do solo não foi possível observar impacto da extração seletiva de madeira.

TABELA 71 - Nitrato na solução do solo no bloco I, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,425	3,024	0,032	0,094	0,089
10/02/94	0,316	0,254	0,019	0,007	0,038
24/02/94	1,394	0,568	0,032	0,021	0,025
08/03/94	0,594	0,229	0,019	0,020	0,045
23/03/94	0,948	0,386	0,016	0,062	0,006
06/04/94	0,290	0,154	0,013	0,065	0,017
12/04/94	0,554	0,366	0,180	0,267	0,163
19/04/94	0,638	0,364	0,066	0,135	0,086
04/05/94	0,603	0,271	0,000	0,018	0,176
25/05/94	0,547	0,222	0,497	0,162	0,005
09/06/94	0,567	0,516	0,541	NM	0,132
15/06/94	0,573	0,426	0,911	0,025	0,080
29/06/94	0,503	0,359	1,222	0,052	0,064
06/07/94	0,525	0,542	0,705	0,069	NM
20/07/94	1,446	0,798	0,926	NM	NM
17/08/94	1,286	0,826	2,364	NM	NM
26/08/94	0,588	0,476	0,746	NM	0,364
08/09/94	0,352	0,849	0,701	NM	0,287
14/09/94	0,667	NM	NM	NM	NM
30/09/94	1,185	0,654	2,099	NM	0,412
06/10/94	0,331	NM	NM	NM	0,462
26/10/94	0,261	NM	NM	NM	NM
03/11/94	NM	0,885	NM	NM	NM
29/11/94	0,501	0,128	0,291	NM	NM
06/12/94	0,614	0,152	NM	NM	0,048
19/12/94	0,622	0,509	0,594	1,322	0,424
28/12/94	0,902	0,334	1,063	0,252	0,968
10/01/95	0,766	NM	NM	NM	NM
18/01/95	0,766	0,340	0,846	NM	NM
24/01/95	0,731	1,260	0,654	NM	NM
médias	0,672	0,573	0,606	0,171	0,195

NM. Não medido.

TABELA 72 - Nitrato na solução do solo no bloco II, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,505	1,199	0,032	0,000	0,023
10/02/94	0,535	0,357	0,258	0,011	0,054
24/02/94	0,577	0,016	0,042	0,018	0,016
08/03/94	1,255	0,259	0,039	0,035	0,026
23/03/94	0,550	0,082	0,083	0,035	0,023
06/04/94	0,644	0,450	0,043	0,022	0,019
12/04/94	0,075	0,223	0,042	0,024	0,028
19/04/94	0,535	0,383	0,216	0,201	0,167
04/05/94	0,677	0,262	0,121	0,082	0,119
25/05/94	0,761	0,265	0,035	0,000	0,025
09/06/94	0,760	0,413	0,082	0,003	0,053
15/06/94	0,720	0,793	0,210	0,015	0,105
29/06/94	0,894	0,990	0,215	0,012	0,077
06/07/94	0,704	3,929	0,370	0,162	0,136
20/07/94	0,763	1,168	0,369	0,013	0,000
17/08/94	1,077	1,135	NM	NM	NM
26/08/94	1,155	0,953	0,644	NM	0,483
08/09/94	1,240	NM	NM	0,359	0,222
14/09/94	NM	1,538	0,633	0,566	0,627
30/09/94	0,863	2,883	0,589	NM	0,385
06/10/94	1,704	2,453	2,267	NM	0,520
26/10/94	0,244	0,166	NM	NM	NM
03/11/94	0,061	0,241	NM	NM	NM
09/11/94	NM	NM	NM	NM	NM
29/11/94	0,529	0,604	1,100	1,249	0,052
06/12/94	0,554	0,389	0,921	0,308	0,073
19/12/94	0,726	0,797	0,619	1,550	0,674
28/12/94	0,728	0,936	NM	1,263	0,371
10/01/95	0,846	0,749	1,351	1,166	0,456
18/01/95	1,476	1,017	1,023	1,677	0,340
24/01/95	1,202	1,051	NM	9,098	0,684
31/01/95	0,200	0,043	0,107	3,789	0,043
13/02/95	0,522	0,889	NM	3,233	0,275
médias	0,745	0,859	0,457	0,957	0,210

NM. Não medido.

TABELA 73 - Nitrato na solução do solo no bloco IV, referente aos tratamentos controle, centro da clareira (CC), borda clareira (BC), borda da floresta remanescente (BFR) e floresta remanescente (FR). Resultados expressos em Kg/ha.

	controle	CC	BC	BFR	FR
02/02/94	0,820	3,781	0,192	0,016	NM
10/02/94	0,739	3,867	0,316	0,065	NM
24/02/94	1,412	4,025	0,194	0,020	0,040
08/03/94	1,203	1,921	0,127	0,199	0,043
23/03/94	0,344	1,067	0,178	0,022	0,040
06/04/94	0,379	0,730	0,126	0,049	0,021
12/04/94	0,329	0,690	0,086	0,035	0,034
19/04/94	0,602	0,980	0,235	0,203	0,199
04/05/94	0,625	0,260	0,102	0,061	0,078
25/05/94	0,757	0,358	0,006	0,000	0,001
15/06/94	0,686	0,353	0,021	0,051	0,024
29/06/94	0,720	0,660	0,052	NM	NM
06/07/94	0,740	0,820	0,121	0,124	0,240
20/07/94	0,718	0,620	0,050	0,133	0,001
17/08/94	1,027	NM	NM	NM	NM
26/08/94	0,998	3,279	0,409	NM	NM
08/09/94	1,232	0,527	0,365	0,014	NM
14/09/94	1,081	24,556	0,499	0,325	0,379
30/09/94	0,889	2,195	NM	NM	NM
06/10/94	0,886	15,089	0,392	NM	NM
26/10/94	0,322	1,385	NM	NM	NM
03/11/94	0,751	1,610	NM	NM	NM
09/11/94	1,380	2,092	NM	NM	NM
29/11/94	1,425	2,961	0,054	NM	NM
06/12/94	1,110	1,910	NM	0,068	0,181
19/12/94	1,749	2,636	0,735	0,669	0,656
28/12/94	1,275	1,290	0,679	0,392	0,512
10/01/95	1,390	1,199	0,575	0,430	NM
18/01/95	1,380	2,225	NM	NM	NM
24/01/95	2,208	NM	0,626	0,445	0,750
31/01/95	1,807	1,124	3,306	1,195	1,301
13/02/95	1,066	1,298	0,324	0,530	NM
médias	1,001	2,850	0,391	0,229	0,265

NM. Não medido.

TABELA 74 - Análise de Variância para o nitrato na solução do solo, considerando três períodos.

Primeiro Período				
CV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	19,1305	4,7826	18,93*
Blocos	2	2,1839	1,0920	4,32
Resíduo	178	44,9716	0,2526	
Total	184			
Segundo Período				
Tratamentos	4	80,838	20,210	2,88 ^{NS}
Blocos	2	24,459	12,230	1,74
Resíduo	100	701,098	7,011	
Total	106			
Terceiro Período				
Tratamentos	4	10,095	2,524	2,17 ^{NS*}
Blocos	2	2,609	1,305	1,12
Resíduo	83	96,503	1,163	
Total	89			

*Significante ao nível de 5 %. NS- Não significativa ao nível de 5 %.

TABELA 75 - Teste de Tukey para as médias de N-nitrato na solução do solo, considerando três períodos.

	1º período	2º período	3º período
controle	0,659 ^a	0,842 ^a	1,029 ^{ab}
CC	0,830 ^a	2,599 ^a	1,007 ^{ab}
BC	0,174 ^b	0,747 ^a	0,895 ^{ab}
BFR	0,058 ^b	0,301 ^a	1,611 ^b
FR	0,061 ^b	0,305 ^a	0,485 ^a

Médias com mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

Há poucos registros de dados de solução de solo na região Amazônica. PICCOLO et al (1994) estudaram a composição mineral da solução do

solo durante 16 meses, abrangendo uma estação seca e dois períodos chuvosos, em dois locais próximos à área deste estudo, sendo um floresta natural e o outro sofreu desmatamento e queimada da vegetação. Observaram que, para o primeiro período úmido, os fluxos totais dos íons mais abundantes (Si^{4+} , NH_4^+ , NO_3^- , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} , que investigaram foram maiores sob floresta queimada do que sob floresta natural. Porém, observaram para os dois períodos seguintes, um seco e outro chuvoso, que os nutrientes foram mais elevados na floresta natural. A contínua entrada de liteira, que chega à superfície do solo em floresta natural, e não em áreas que sofreram derruba e queima, possa ser crítica para regular a concentração da maioria desses nutrientes na solução do solo.

Outros experimentos realizados sobre a dinâmica de nutrientes na Amazônia Central, utilizaram o sistema de bacia hidrográfica. Na Reserva Ducke, ao norte de Manaus, SCHUBART et al. (1984) no balanço que fizeram, constataram que a água de drenagem da bacia contém os mais baixos teores de Cl^- , NH_4^+ , PO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , em relação às entradas pela chuva e precipitação interna.

FRANKEN et al. (1985) também observaram que os nutrientes na água de escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, denominada Bacia Modelo, ao norte de Manaus, revelam a pobreza dos solos dessa bacia de drenagem de floresta de terra firme. Os dados registrados, expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, de cloreto (3,94), amônia (0,39), fosfato (0,003), sódio (0,75) e potássio (0,75), em amostras de água de escoamento.

No período chuvoso, devido aos altos índices pluviométricos, alto conteúdo de umidade do solo, as clareiras estão mais sujeitas à perda de nutrientes

por lixiviação, porque o fluxo de água é dependente da umidade do solo, e o fluxo de nutrientes é dependente do fluxo de água, pelo processo de convecção. As clareiras que em média apresentaram os valores mais elevados de cálcio, magnésio sódio, potássio, nitrato e amônio, devido ao seu pequeno tamanho, continuam a receber a entrada de matéria orgânica, principalmente de folhas. Segundo LUIZÃO & LUIZÃO (1991) a produção de serapilheira fina, de decomposição mais rápida, não incluindo galhos grossos e troncos, tem sido estudada na Amazônia brasileira. As proporções de folhas secas, que representam 70 % do total da serapilheira, são claramente sazonais, com valores mais elevados na estação chuvosa. Estes autores citam LUIZÃO (1989), que informa que a quantidade de serapilheira produzida cada ano, para o solo de uma floresta de platô sobre latossolo amarelo na região de Manaus, proporciona uma entrada de 3880 kg de carbono, 151 kg de nitrogênio, 3 kg de fósforo, 16 kg de enxofre, 15 kg de potássio, 37 kg de cálcio, 14 magnésio e 9 kg de sódio.

Os valores observados para a concentração dos nutrientes, principalmente para o cálcio, magnésio, potássio e sódio, que apresentaram valores médios mais baixos nos controles, floresta remanescente e borda da floresta, em relação ao centro da clareira e borda da clareira, confirmam a eficiência da floresta na ciclagem de nutrientes.

4.8 Análise química do solo

4.8.1. pH

A tabela 76 apresenta os resultados da análise química do solo feita nas parcelas manejada e controle de 1987, durante o período chuvoso. Os resultados de pH constataram a acidez dos perfis e foi possível notar que há uma tendência do pH em H₂O e em KCl aumentar com a profundidade. Estes dados são semelhantes aos resultados de pH fornecidos por CHAUVEL (1982) para a mesma área. As tabelas 77 e 78 mostram os dados de pH em H₂O e em KCl, respectivamente. Na segunda coleta de amostras de solo realizada no início do período seco, foram adicionadas as parcelas controle e manejada de 1993 e duas trilhas de trator, sendo uma de 1987 e outra de 1993. Todas as coletas foram feitas no bloco IV. Não foi possível constatar alterações com os dados de pH H₂O e em KCl. Para os dois períodos, chuvoso e início do período seco praticamente os valores de pH foram iguais indicando que o manejo de 1987 e 1993 não provocaram alterações com respeito ao pH.

TABELA 76 - Resultados de pH em água, pH em solução de KCl, fósforo assimilável e alumínio nas parcelas manejo e controle do bloco IV. Amostras coletadas no período chuvosa.

Local	prof. (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
Bloco IV manejo 87	0-10	4,25	3,72
	10-20	4,64	4,05
	20-40	4,76	4,11
	40-60	4,88	4,2
	60-80	5,07	4,24
	80-100	4,95	4,26
Bloco IV controle 87	0-10	4,01	3,67
	10-20	4,33	3,97
	20-40	4,7	4,13
	40-60	4,88	4,2
	60-80	4,9	4,22
	80-100	4,84	4,28

TABELA 77 - Resultados de pH em água das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	4,29	4,63	4,06	4,50	4,09	4,20
10-20	4,41	4,72	4,32	4,52	4,23	4,35
20-30	4,17	4,09	4,42	4,28	4,31	4,33
30-40	4,56	4,40	4,51	4,50	4,50	4,43
40-60	4,66	4,31	4,70	4,60	4,55	4,51

TABELA 78 - Resultados de pH em KCl das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	3,86	4,17	3,86	4,12	3,78	3,90
10-20	3,97	4,19	3,97	4,16	3,99	3,98
20-30	3,60	3,68	3,60	3,89	4,08	4,00
30-40	4,16	3,83	4,16	4,05	4,16	4,09
40-60	4,23	4,00	4,23	4,10	4,20	4,14

4.8.2. Fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio.

Os resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio, expressos em (mg/dm^{-3}) referentes às parcelas manejo e controle de 1987 do bloco IV, são apresentados pela tabela 79. Na superfície do solo o alumínio apresenta-se em maior proporção, seguido pelo potássio, cálcio, magnésio e fósforo. O fósforo foi quem apresentou as concentrações mais baixas e praticamente não houve diferença entre as parcelas controle e manejo de 1987, sendo o valor mais elevado registrado na superfície ($2 \text{ g}/\text{dm}^{-3}$) e diminuindo com a profundidade. CHAUVEL (1982) também registrou o mesmo comportamento para o latossolo, que constatou que a unidade pedológica considerada (os latossolos amarelo argilosos) é homogênea. Em trabalho feito na região de várzea próximo a Manaus, FERREIRA et al. (1996) registraram o valor mais baixo de fósforo assimilável de $9,2 \text{ mg}/\text{dm}^{-3}$, em amostra cujo proporção de argila era de 12 %. Comparando com os dados deste trabalho, verifica-se que a terra firme dispõe de pouco fósforo para ser reciclado.

As tabelas 80, 81, 82, 83 e 84 apresentam respectivamente os resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio de amostras coletadas no início do período seco, referentes às trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV.

Comparando os teores de fósforo assimilável para os dois períodos para as parcelas controle e manejada de 1987, observa-se que houve uma diminuição na sua concentração para a camada de solo 0-10 cm. LUIZÃO & SCHUBART (1987) observaram que a produção de liteira na terra firme se dá no período menos

chuvoso, de junho a outubro e a decomposição ocorre durante a estação chuvosa. Para o fósforo assimilável foi possível constatar isso, mas apenas para a camada de 0-10 cm. Verificou-se ainda que o comportamento dos perfis para os locais investigados não apresentaram grandes alterações na segunda amostragem.

TABELA 79 - Resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio parcelas manejo e controle do bloco IV. Amostras coletadas no período chuvoso.

Local	prof.(cm)	P (mg/dm ⁻³)	K (mg/dm ⁻³)	Ca (mg/dm ⁻³)	Mg (mg/dm ⁻³)	Al (mg/dm ⁻³)
Bbloco IV	0-10	2	56	34	18	150
manejo 87	10-20	0,5	31	60	14	87
	20-40	0,5	32	68	14	80
	40-60	0,3	33	68	14	65
	60-80	0,3	19	68	13	59
	80-100	0,3	20	82	13	62
Bloco IV controle 87	0-10	2	57	40	32	184
	10-20	1	24	38	17	132
	20-40	0,5	11	70	19	77
	40-60	0,3	16	130	16	62
	60-80	0,4	18	86	14	50
	80-100	0,3	15	86	13	42

As concentrações de Potássio e magnésio apresentam valores mais altos na superfície e tendem a diminuir com a profundidade. O mesmo não ocorreu com a concentração de cálcio, pois os dados mostram que há um aumento com a profundidade, possivelmente o aumento de pH com a profundidade seja influenciado pelo cálcio e também pelo alumínio. As concentrações de cálcio no solo, comparando os dois períodos para a parcela controle e manejo de 1987, foi a que mais diminuiu, chegando a mais de 30 vezes. A parcela manejo 1987 encontrava-se com cobertura de floresta secundária, e esta possivelmente esteja retirando mais cálcio do solo do que floresta primária das parcelas controles de 1987 e 1993. Na parcela manejo e a trilha de 1993 houve diminuição nas concentrações de cálcio, mas não tão elevadas como nas demais parcelas, possivelmente a matéria orgânica deixada no local ainda esteja mantendo os níveis de cálcio mais elevados. Na parcela manejo 1993 a precipitação foi mais elevada do que na parcela controle 1993. Assim acredita-se que a lixiviação seja muito baixa.

A concentração de potássio mais elevado foi obtida na camada de 0-10 cm no período chuvoso, que foi 57 mg/dm^3 . Na amostragem no início do período seco, notou-se que em todos os locais amostrados houve uma diminuição na primeira camada, 0-10 cm. O perfil de solo do manejo de 1993 apresentou os valores mais altos de potássio, principalmente até a profundidade de 40 cm, indicando um baixo fluxo desse nutriente, o que era esperado e também por causa do aumento de matéria orgânica produzido pelo manejo. O comportamento da trilha de 1987 é similar à sua área de manejo. O mesmo ocorreu com a trilha de 1993 e a sua área manejada. Comparando os diversos locais amostrados não é possível afirmar que o corte

seletivo provocou alterações no perfil de solo em relação ao teor de potássio até a profundidade de 60 cm. O que foi possível constatar foi uma diminuição de seus teores para a 0-10cm quando comparada a amostragem feita no período chuvoso com a do início do período seco.

Considerando a primeira amostragem de dois perfis de solo intacto (controle) e manejado, observou-se que as concentrações de alumínio e magnésio estavam mais elevadas nas primeiras camadas da parcela controle do que na parcela manejada. Acredita-se que o papel do alumínio em solos amazônicos deva ser melhor estudado, pois aqui verificou-se que na floresta virgem seu teor é mais elevado. LUIZÃO (comunicação pessoal) sugere que a falta de Al (junto com pouca matéria orgânica) pode ser responsável pela falta de tamponamento da acidez, fazendo com que um pH baixo, por volta de 4, com a acidez trocável amplamente dominada pelos íons H^+ , possa ser tóxica para muitas espécies de plantas, impedindo seu estabelecimento.

No período chuvoso a Concentração de magnésio variou de 32 a 13 mg/dm^3 , e no início do período seco variou de 26 a 5 mg/dm^3 . Também as concentrações de magnésio no solo sofreram diminuição da estação chuvosa para a estação seca, e a parcela manejo e a trilha do trator de 1993 mantiveram os valores e os níveis de magnésio mais elevados.

Na parcela controle de 1987, para a camada de 0-10 cm, na primeira coleta de amostras de solo (estação chuvosa), foi registrado o valor de 180 mg/dm^3 de alumínio. Para a mesma parcela e mesma camada de solo, para a segunda coleta, o

valor registrado foi 92 mg/dm^{-3} . Para o alumínio também ocorreu diminuição nos seus teores da estação chuvosa para a seca.

Os resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio mostraram que os seus teores no solo são mais altos no período chuvoso e diminuem no período seco. Na parcela manejada em 1993, as concentrações elementos químicos são mais elevados em relação às parcelas controles de 1987 e 1993.

As parcelas controle e manejo de 1987 revelaram o perfil de solo, quanto à quantidade dos elementos estudados, para o período chuvoso $\text{Al} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$, e para o início do período seco $\text{Al} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Ca}$.

TABELA 80 - P assimilável. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm^{-3}) .

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	1,00	0,85	0,83	0,70	0,93	0,87
10-20	0,45	0,80	0,53	0,60	0,57	0,60
20-30	0,40	0,45	0,40	0,53	0,67	0,43
30-40	0,25	0,30	0,37	0,33	0,30	0,50
40-60	0,20	0,30	0,23	0,30	0,43	0,33

TABELA 81 - Potássio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm³).

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	30	46	27	47	36	35
10-20	16	26	16	31	23	20
20-30	12	20	12	31	20	13
30-40	8	14	9	19	16	13
40-60	8	16	9	15	19	12

TABELA 82 - Cálcio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm³).

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	4	27	2	23	4	4
10-20	5	24	2	25	3	28
20-30	5	29	2	24	4	27
30-40	3	87	3	25	19	19
40-60	5	5	3	29	7	17

TABELA 83. Magnésio. Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm³).

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	15	26	12	18	20	14
10-20	8	14	8	11	12	12
20-30	7	8	7	10	11	10
30-40	5	10	6	9	11	10
40-60	7	6	7	10	10	11

TABELA 84. Resultados de alumínio das trilhas do trator de 87 e 93, parcela manejo 87, parcela manejo 93, parcela controle 87 e parcela controle 93 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco. Resultados expressos em (mg/dm³).

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	200	38	81	90	92	71
10-20	79	43	53	51	53	80
20-30	72	70	47	50	36	44
30-40	101	29	59	54	27	41
40-60	70	25	21	33	27	30

4.8.3. Matéria orgânica do solo

São apresentados na tabela 85 os resultados de matéria orgânica do início do período seco. O valor mais elevado, 7,14 %, foi fornecido pela parcela controle de 1987. Todos os locais investigados mostraram o mesmo padrão de comportamento, com os valores mais elevados registrados na camada mais superficial do solo (0-10 cm) e diminuem com a profundidade. Os resultados obtidos por CHAUVEL (1982) também mostram esse padrão e o valor mais elevado, registrado na superfície do solo (0-10 cm) para a floresta primária foi 5,0 %. Como não foram feitas medidas da matéria orgânica no período chuvoso, este fato dificultou uma melhor investigação desse componente do solo. Segundo VIEIRA & SANTOS (1987) a capacidade de troca iônica nos horizontes superficiais é significativamente dominada pela matéria orgânica, pois esta chega alcançar, em média, 82% da capacidade de troca catiônica total. Isto também é afirmado por ANDERSON & SPENCER (1990), os produtos de decomposição da matéria

orgânica favorecem as interações com a matriz do solo, principalmente com as argilas; e em solos ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica é importante para a retenção de nutrientes. Com exceção do cálcio, os demais nutrientes apresentaram a tendência de diminuírem as suas concentrações com a profundidade.

De acordo com resultados de matéria orgânica mostrados na tabela 85 o corte seletivo não provocou alterações no perfil de solo das parcelas manejadas em 1987 e 1993.

TABELA 85 - Resultados de matéria orgânica (%). Trilhas do trator de 1987 e 1993, parcela manejo 1987, parcela manejo 1993, parcela controle 1987 e parcela controle 1993 do bloco IV. Amostras coletadas no início do período seco.

prof. (cm)	Local					
	trilha 87	trilha 93	manejo 87	manejo 93	controle 87	controle 93
0-10	6,68	4,48	4,26	4,22	7,14	4,24
10-20	3,31	2,34	3,19	3,98	3,23	2,82
20-30	2,03	1,84	2,47	2,16	2,50	2,04
30-40	1,21	1,47	2,00	1,70	1,97	1,88
40-60	0,93	1,27	1,51	1,51	1,54	2,23

Apesar dos resultados da análise química do solo de parcelas manejadas e parcelas controles não revelarem diferenças de padrão de comportamento dos elementos investigados entre essas parcelas, notou-se que os elementos químicos sofrem variações sazonais e para uma melhor caracterização é recomendado que sejam feitas amostragens do solo várias vezes durante o ano.

5 CONCLUSÕES

Este estudo nos permitiu concluir que:

1. Os resultados dos nutrientes investigados mostraram que o corte seletivo de árvore não provocou alterações na ciclagem desses nutrientes em relação à precipitação interna. Os nutrientes que vêm na água da chuva, após percolar a folhagem sofrem aumento. Os resultados da concentração de nitrato na água de precipitação interna informam que a folhagem tem muita importância para o aumento desse nutriente para o solo, chegando a proporcionar um aumento, em média, mais de 8 vezes. O nitrato foi o íon que apresentou a maior contribuição da folhagem. A entrada de nutrientes pela chuva teve, em média, a seguinte sequência: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$, e para a precipitação interna $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$. Isto mostra que as árvores proporcionam, além do aumento das concentrações dos nutrientes investigados, também na ordem de entrada destes para o solo. Assim, quanto à entrada dos nutrientes investigados, o manejo florestal, com a retirada de árvores, e conseqüentemente da exportação de nutrientes do sistema, não foi suficiente para comprometer na ciclagem destes.
2. Quanto às concentrações dos nutrientes na solução do solo, constatou-se que o manejo proporcionou alterações quando estas concentrações foram comparadas entre

os tratamentos. As concentrações de cálcio, magnésio, potássio, sódio mostraram diferença significativa entre os tratamentos. As concentrações dos íons amônio e nitrato foram os menos afetados. Para o cálcio, potássio, e amônio, foi possível verificar que ocorreu variabilidade, para apenas um período amostrado. Nos tratamentos centro da clareira e borda da clareira, na maioria dos resultados, os nutrientes tiveram, em média, os valores mais elevados. A concentração média de sódio na solução do solo foi a mais elevada, chegando a mais de 5 kg/ha, no centro da clareira dos blocos II e IV. Praticamente é o dobro da encontrada nas suas respectivas parcelas controles. Conforme essas informações, não foi possível verificar a lixiviação nas clareiras, e pelos resultados de matéria orgânica no solo, que não mostrou grande diferença entre o controle e a área manejada, há indicação de que esses nutrientes estejam sendo mais reciclados nas áreas com vegetação.

3. O armazenamento de água no solo revelou que nos três períodos (chuvoso, seco e chuvoso) os tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 5 %. Constatou-se que o manejo provocou diferença no armazenamento de água, principalmente no clareira, onde o perfil de 70 cm reteve mais água do os demais tratamentos. Esses resultados confirmam que a floresta perde mais água para a atmosfera do que áreas sem vegetação.

4. Foi possível verificar que o comportamento das curvas de retenção da água do solo da camada mais superficial (0-10 cm) dos solos estudados apresentaram valores mais elevados de porosidade e tendem a dispor de mais água às plantas. Esse comportamento não é apresentado pelas camadas mais profundas. Os resultados de densidade global e AD não mostraram diferenças nos seus valores em relação às

parcelas estudadas, tanto de controle como as manejadas, que possam indicar alterações nessas propriedades físicas do solo. Devido às atividades de manejo era esperado uma compactação dessas áreas, provocando maior densidade global e a diminuição de sua porosidade.

5. De acordo com os resultados de AD esses solos revelaram que do total de seu volume, em média, podem armazenar em torno de 60 %, isto é, quando saturado, parte dessa água armazenada, próximo de 30 % da água as plantas não podem retirar, pois são retidas em potenciais a partir de -1500 kPa; em torno de 20% pode ser perdida pela ação da gravidade e somente cerca de 11 a 18 % desses solos podem dispor de água às plantas, considerando um perfil de 1 m de profundidade.

6. Os dados de temperatura do solo para as profundidades 5 cm e 10 cm mostraram para os tratamentos nas três estações que houve diferença significativa. Portanto os tratamentos não tiveram, em média, o mesmo comportamento. A temperatura, na profundidade 10 cm, foram considerados apenas dois tratamentos: controle e centro da clareira. O manejo proporcionou temperaturas mais elevadas no solo das clareiras.

7. Os resultados de infiltração básica ou condutividade hidráulica saturada variaram, em média, de 11,31 mm/h a 42,mm/h, esses valores são considerados elevados. Verifica-se que os desvios padrão correspondentes a essas médias, indicam alta variabilidade espacial do solo.

8. De acordo com os resultados de precipitação interna e interceptação, para a área que foi estudada de floresta de terra firme na Amazônia Central, observou-se variações que, para a floresta intocada foram de 74,2 a 87,1 % para a precipitação interna e de 12,9 a 25,8 % para a interceptação. Era esperado que com a retirada de

árvores a precipitação interna apresentasse valores mais elevados, porém o manejo do bloco II, que forneceu uma precipitação interna de 86,9 %, cujo valor é mais baixo do que o controle do bloco I. Assim, apesar das parcelas que sofreram manejo apresentarem valores de precipitação interna mais elevados do que suas respectivas parcelas controles, fica difícil afirmar que o manejo utilizado provocou alteração na entrada de água para o solo.

9. As parcelas controles, com exceção da do bloco I, apresentaram maior variabilidade dos dados, ou seja, os R^2 mais baixos da regressão entre a chuva e a precipitação interna. Durante as medidas contínuas e em campanhas intensivas, as parcelas manejadas forneceram os R^2 mais elevados, indicando que a floresta intacta fornece resultados mais variados.

10. Os resultados de pH no solo constataram a acidez dos perfis e foi possível notar que há uma tendência do pH em H_2O e em KCl aumentar com a profundidade. Para os dois períodos, chuvoso e início do período seco praticamente os valores de pH foram iguais indicando que o manejo de 1987 e 1993 não provocaram alterações com respeito ao pH.

11. Os resultados de fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio mostraram que os seus teores no solo são mais altos no período chuvoso do que no período seco. As parcelas controle e manejo de 1987 revelaram para o perfil de solo, quanto à quantidade dos elementos estudados, foram para o período chuvoso $Al > Ca > K > Mg$, e para o início do período seco $Al > K > Mg > Ca$. Isto está de acordo de que no período seco há produção de serapilheira e no chuvoso a sua decomposição, que libera nutrientes.

12. A matéria orgânica do solo na camada 0-10 cm foi mais baixa nas clareiras e nas trilhas de trator do que na floresta controle, e mais baixa na clareira mais recente, feita em 1993. As pequenas diferenças encontradas entre as classes de dano (clareiras e trilhas de trator) e o controle indicam um baixo impacto da extração seletiva de madeira, na intensidade em que esta foi feita, sobre os nutrientes no perfil do solo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M.; SPENCER, T. (1991). *Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance*. Paris, UNESCO. 95p
- BRINKMANN, W. L. F.; RIBEIRO, M. N. G. (1971). Air temperature in central Amazon. Parte III. *Acta Amazonica*, v. 2, n. 3 p. 25-29.
- BRUIJNEEL, L.A. (1990). *Hydrology of moist tropical forest and effects of conversion: a state of knowledge review*. UNESCO/ International Association for Hydrological Science, Amsterdam, 224p
- BRUIJNEEL, L.A. (1991). Nutrient input-output budgets of tropical forest ecosystems: a review. *Journal of Tropical Ecology*, v. 7, p. 1-24.
- CAMARGO, M. N. e RODRIGUES, P. E. (1979). *Guia de excursão*. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Manaus. EMBRAPA, 72p.
- CERRI, C. C.; VOLKOF, B.; ANDREAUX, F. (1991). Nature and behaviour of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management*, v. 38, p. 247-257.
- CHAUVEL, A. (1982). Os latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta Amazonica*, v. 12, n. 3, p. 47-60.
- CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; TESSIER, D. (1991). Changes in soil pore-space distribution following deforestation and revegetation: an example from the Central Amazon Basin, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 38, p. 259-271.
- CHAUVEL, A.; VITAL, A. R. T.; LUCAS, Y.; DESJARDINS, T.; FRANKEN, W.; LUIZÃO, F. J.; A-ARAGUÁS, L.; ROZANSKI, K. e BEDMAR, A. P. (1992). O papel das raízes no ciclo hidrológico da floresta Amazônica. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. São Paulo. Anais. p. 29-37.

- CORRÊA, J. C. (1984). Características físico-hídricas dos solos latossolo amarelo, podzólico vermelho-amarelo e podzol hidromórfico do Estado do Amazonas. *Pesq. agropec. Bras*, Brasília, v.19, n. 3, p. 347-360.
- CRESTANA, S.; POSADAS, A. N. D. (1998). 2-D and 3-D fingering in unsaturated soils investigated by fractal analysis, invasion percolation modeling and non-destructive image processing. In: BAVEYE, J.-Y P.; STEWART, B. A. *Fractals in soil science*. Florida, CRC Press. p. 293-332.
- DIAS, A.C.C.P.; NORTICLIFF, S.(1985). Effects of two lands clearing methods on the physical properties of an Oxisol in the Brazilian Amazon. *Trop. Agri*. v. 62, n. 3, p. 207 - 212.
- DOURADO-NETO, D.; LIER, Q.DE J. V.; BOTREL, T. A. e LIBARDI, P. L. (1990). Programa para confecção da curva de retenção da água no solo utilizando o modelo de Genuchten. *Eng. Rural*, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 94-11.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D.; HOPMANS, J. W.; PARLANGE, M.B. *Programa SWRC (versão 2.00p): curva de retenção*. Piracicaba, 1996 /Disquete/.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (1994). *Atlas do meio ambiente do Brasil*. Brasília, Terra Viva. 130p.
- FERREIRA, S. J. F. (1993). *Caracterização de sedimentos e solos de dois lagos de várzea na Amazônia Central*. Piracicaba. 111p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, S. J. F.; REICHARDT, K.; MIRANDA, S. Á. F.; MURAOKA, T. (1997). Estudo de características químicas de sedimentos e solos de dois lagos de várzea na amazônia Central. *Anais do I Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária*. São Carlos. p. 240-249.
- FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. (1998). Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta amazonica*, v. 28, n. 2, p. 101-126, jun.
- FORTI, M. C.; MOREIRA-NORDEMANN, L.M. (1991). Rainwater and throughfall chemistry in a "terra firme" rain forest: Central Amazonia. *Journal of Geophysical Research*, v. 96, n. D4, p. 7415-7421, Apr.
- FORTI, M. C.; NEAL, C. (1992a). Hydrochemical cycles in tropical rainforest: an overview with emphasis on Central Amazonia. *Journal of Hydrology*, v. 134, p. 103-115.

- FORTI, M. C.; NEAL, C. (1992b). Spatial variability of throughfall chemistry in a tropical rainforest (Central Amazonia, Brazil). *The Science of the Total Environment*, v. 120, p. 245-259.
- FRANKEN, W; LEOPOLDO, P. R., MATSUI, E.; RIBEIRO, M. N. G. (1982a). Intercepção das precipitações em floresta amazônica de terra firme. *Acta Amazonica*, v. 12, p. 15-22, suplemento.
- FRANKEN, W; LEOPOLDO, P. R., MATSUI, E.; RIBEIRO, M. N. G. (1982b). Estudo da intercepção da água de chuva em cobertura florestal amazônica do tipo terra firme. *Acta Amazonica*, v. 12, n. 2, p. 327-331.
- FRANKEN, W; LEOPOLDO, P. R. e BERGAMIN FILHO, H. (1985). Fluxo de nutrientes através de águas naturais em floresta de terra firme na Amazônia Central. In: WORKSHOP ON BIOGEOCHEMISTRY OF TROPICAL RAIN FLOREST: PROBLEMS FOR RESEARCH. Proceedings. Piracicaba, p. 29-37.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. e OHNSTAD, M. A. M. (1978). *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. 2. Ed., Oxford, Blackwell. (IBP, 8). 213p.
- GUILLAUMET, J. L. (1987). Some Structural and floristic aspect of the forest. *Experientia*, v. 43, n. 3, p. 241-251.
- HODNETT, M. G.; SILVA, L. P.; ROCHA, H. R.; SENNA, R. C. (1995). Seasonal soil water storage changes beneath central Amazonian rainforest and pasture. *Journal of Hydrology*, v. 170, p. 233-254, Nov.
- HODNETT, M. G.; OYAMA, M. D.; TOMASELLA, J.; MARQUES FILHO, A. O. (1996). Comparisons of long-term soil water storage behaviour under pasture and forest in three areas of amazonia. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L, eds. *Amazonian deforestation and climate*. Chichester, John Willey, p. 57-77.
- HOUGHTON, R. (1990) The global effects of tropical deforestation. *Environ. Sci. Technol.*, v. 24, n. 4, p. 414-421.
- HUMMEL, A. C.; BENEVIDES, M. R. G.; SAID NETO, T.; CHAGAS, V. R.; GUITTON, T. L. (1994). *Diagnóstico do subsetor madeireiro do Estado do Amazonas*. Manaus, SEBRAE/IMA. 76p.
- JARDIM, F. C. S; HOSOKAWA, R. T. (1986/87). Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. *Acta Amazonica*, v. 16, n. 17, p. 411-508.
- JORDAN, C. F.; HEUVELDOP, J. (1981). The water budget of an Amazonian rainforest. *Acta amazonica*, v. 11, p. 87-92.

- KRONBERG, B.; BENCHIMOL, R. (1993). A história climática de uma região. *Ciência Hoje*, v. 16, n. 93, p. 44-47, ago.
- LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E. (1993). Reconstrução das condições hiorológicas do passado. *Ciência Hoje*, v. 16, n. 93, p. 40-43, ago.
- LEOPOLDO, P. R.; FRANKEN, W e SALATI, E. (1982). Balanço hídrico de pequena bacia hidrográfica em floresta Amazônica de terra firme. *Acta Amazonica*, v. 12, n. 2, p. 333-337.
- LEOPOLDO, P. R.; FRANKEN, W.; MATSUI, E. (1984). Hydrological aspects of the tropical rain forest in Central amazon. *Interciência*, v. 9, n. 3, p. 125-131. June.
- LEOPOLDO, P. R.; FRANKEN, W.; SALATI, E. RIBEIRO, M. N. (1987). Towards a water in the Central Amazonian region. *Experientia*, v. 43, n. 3, p. 222-233, Mar.
- LEOPOLDO, P. R.; CHAVES, J.G.; FRANKEN, W.K. (1993). Solar energy budgets in central Amazonian ecosystems: a comparison between natural forest end bare soil areas. *Forest Ecology and Management*, v. 59, p. 313-328.
- LISBOA, P. L. B. (1991). A anatomia da madeira. *Ciência Hoje*, v. 13, n. 74, p. 44-51.
- LLOYD, C. R.; MARQUES FILHO, A. O. (1988). Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in amazonian forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 42, p. 63-73.
- LUCAS, Y.; SOUBIÈS, F.; CHAUVEL, A. (1993). Estudos dos solos revelam alterações climáticas na Amazônia. *Ciência Hoje*, v. 16, n. 93, p. 36-39, ago.
- LUIZÃO, F. J.; SHUBART, H. O. R. (1987). Litter Production and decomposition in a terra-firme Forest of Central Amazonia. *Experientia*, v. 43, n. 3, p. 259-265.
- LUIZÃO, F. J. (1989). Litter production and mineral element input to the foret floor in a Central Amazonia forest. *GeoJournal*, v. 19, n. 4, p. 407-417.
- LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J. (1991). Liteira e biomassa microbiana do solo no ciclo da matéria orgânica e nutrientes em terra firme na Amazônia Central. In: VAL, A. L.; FIGLIOULO, R.; FELDBERG, E., eds. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. v. 1, p. 65-75.

- LUIZÃO, F.; LUIZÃO, R.; CHAUVEL, A. (1992). Premiers résultats sur la dynamique des biomasses racinaires et microbiennes dans un latosol d'Amazonie centrale (Brésil) sous forêt et sous pâturage. *Cah. Orstom*, v. 27, n. 1, p. 69-79. (Sér. Pédol.)
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. (1978). *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association Scientific Publication n. 36. 120p
- MARQUES, J.; SANTOS, J. M.; SALATI, E. (1979). O armazenamento atmosférico do vapor d'água sobre a região Amazônica. *Acta Amazonica*, v.7, n. 3, p. 715-721.
- MARTINS, P. F. S.; CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; ANDREUX, F.; CHAUVEL, A. (1991). Consequences of clearing and tillage on the soil of a natural Amazonian ecosystem. *Forest Ecology and Management*, v. 38, p. 273-202.
- MEDINA, B. F.; LEITE, J. A. (1985). Influência de três sistemas de manejo e duas coberturas vegetais na infiltração de água em um latossolo amarelo em Manaus-Am. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 20, n. 11, p. 1323-1331, nov.
- MELLO-IVO, W; FERREIRA, S; BIOT, Y E ROSS, S. (1996). Nutrients in soil solution following selective logging of a humid tropical "terra firme" forest north of Manaus, Brazil. *Environmental Geochemistry and Health*, v. 18, p. 69-75.
- NIMER, E. (1977). *Clima..* Rio de Janeiro, SERGRAF/IBGE, p.39-58.
- NOBRE, A. C.; GASH, J. (1997). Desmatamento muda clima da Amazônia. *Ciência Hoje*, v. 22, n. 128, p. 32-41.
- NORTICLIFF, S; DIAS, A.C.D.C.(1988) "The change in soil physical conditions resulting from forest clearance in the humid tropics". *Journal of Biogeography*, n. 15, pg 61 - 66.
- ODUM, E. P. (1988). *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.
- PICCOLO, M. C.; ANDREUX, F.; CERRI, C. C. (1994). Hydrochemistry of soil solution collected with tension-free lysimeters in native and cut-and-burned tropical rain forest in Central Amazônia. *Geochim. Brasil.*, v. 8, n. 1, p. 51-63.
- PUTZER, H. (1984). The geological evolution of the Amazon and its mineral resources. In: SIOLI, H., ED. *The Amazon limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*. Dordrecht, W. Junk Publishers. p. 15-46.

- RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. (1987). *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill. 170p.
- READ, R. G. (1977). Microclimate as background environment for ecological studies of insects in a tropical forest. *Journal of applied meteorology*, v. 16, p. 1282-1291.
- REICHARDT, K.; RAZANI, G.; FREITAS JR., E.; LIBARDI, P. L. (1980). Aspectos hídricos de alguns solos da Amazônia - Região do baixo rio Negro. *Acta amazonica*, v. 10, n. 1, p. 43-46.
- REICHARDT, K. (1988). Capacidade de Campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 12, p. 211-216.
- REICHARDT, K. (1990). *A água em sistema agrícolas*. São Paulo, Editora Manole. 188p.
- REICHARDT, K. (1996). *Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas*. 2. ed., Piracicaba, USP/ESALQ. 513p.
- REYNOLDS, W. D.; ELRICK, D. E. (1985). In situ measurement of field-saturated hydraulic conductivity, sorptivity, and the α -parameter using the Guelph permeameter. *Soil Science*, v. 140, n. 4, p. 292-302.
- REYNOLDS, W. D. (1993). Saturated hydraulic conductivity: field measurement. In: CARTER, M. R., ed. *Soil sampling and methods of analysis*. Canada, Lewis, p. 599-613.
- RIBEIRO, M. N. G. (1976). Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, v. 6, n. 2, p. 229-233.
- RIBEIRO, A. (1991). *Análise das variações climáticas observadas na região de Manaus (AM)*. Piracicaba. 131p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- RIBEIRO, A. (1996). *Mecanismos verticais de transferência da água na bacia amazônica: implicações no ciclo hidrológico*. Piracicaba. 82p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- SALATI, E.; DALL'OLIO, A.; MATSUI, E e GAT, J. R. (1979). Recycling of water in the Amazon Basin: an isotopic study. *Water Resources Research*, v. 15, n. 5, p. 1250-1258.

- SALATI, E. (1983). O clima atual depende da floresta. In: Salati, E.; Junk, W. J.; Schubart, H. O. R.; Oliveira, A., eds. *Amazônia, desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo, Brasiliense, p. 15-44.
- SALATI, E. (1984). Climatologia and hydrology of Amazonia. In: Prance, G. T.; LOVEJOY, T. M, Eds. *Amazonia*. Oxford, Pergamon Press, p. 267-276.
- SALATI, E.; RIBEIRO, M. N. G.; ABSY, M. L.; NELSON, B. W. (1991). Clima da Amazônia: presente, passado e futuro. . In: VAL, A. L.; FIGLIOULO, R.; FELDBERG, E., eds. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. v. 1, p. 21-34.
- SALOMÃO, R. P.; NEPSTAD, D. C.; VIEIRA, I. C. G. (1996). Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa? *Ciência Hoje*, v. 21, n. 122, p. 38-47.
- SCHUBART, H. O. R. (1983). Ecologia e utilização das florestas In: Salati, E.; Junk, W. J.; Schubart, H. O. R.; Oliveira, A., Eds. *Amazônia, desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo, Brasiliense, p. 101-143.
- SCHUBART, H. O. R.; FRANKEN, W. E LUIZÃO, F. J. (1984). Uma Floresta sobre Solos Pobres. *Ciência Hoje*, v. 2, n. 10, p 26-32.
- SHUKLA, J.; NOBRE, C.; SELLERS, P. (1990). Amazon Deforestation and climate change. *Science*, v. 247, p 1322-1325.
- SIOLI, H. (1984). The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses and river types. In: Sioli, H., ed. *The Amazon limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*. Dordrecht, W Junk. p. 127-165.
- SOUZA, J.R.S.; PINHEIRO, F. M. A.; ARAÚJO, R. L. C.; PINHEIRO Jr., H, S.; HODNETT, M. G. (1996). Temperature and moisture profiles in soil beneath forest and pasture areas in eastern Amazonia. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L, eds. *Amazonian deforestation and climate*. Chichester, John Willey. p. 125-137.
- TOMASELLA, J. e HODNETT, M. G. (1996) Soil Hydraulic Properties and van Genuchten Parameters for na oxisol under pasture in Central Amazonia. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L., eds. *Amazonian deforestation and climate*. Chichester, John Willey. p 101-124.
- TUCCI, C. E. M. (1993). Interceptação. In: TUCCI, C. E. M., org. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre, ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, EDUSP. p. 243-252.

- UBARANA, V. N. (1996). Observation and modelling of rainfall interception loss in two experimental sites in Amazonian forest. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L., eds. *Amazonian deforestation and climate*. Chichester, John Willey, p. 151-162.
- UHL, C.; KAUFFMAN, J. B.; SILVA, E. D. (1990). Os caminhos do fogo na Amazônia. *Ciência Hoje*, v. 11, n. 65, p. 24-32.
- UHL, C; ALMEIDA, O. (1996). O desafio da exploração sustentada na Amazônia. In ALMEIDA, O. T., ed. *A evolução da fronteira Amazônica: oportunidade para um desenvolvimento sustentável*. Belém, IMAZON. p. 1-6.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. (1987). *Amazônia seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo, Agronômica Ceres. 416p.
- VILLA NOVA, N. A.; REICHARDT, K. (1989). Evaporação e evapotranspiração. In: *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro, ABRH/ed. da UFRJ, p. 144-197.
- VAN GENUCHTEN, M. (1980) "A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of American Journal*, Madison. n. 44, p. 892-898.
- VICTÓRIA, R. L. BROWN, I.; MARTINELLI, L. A.; SALATI, E. (1991). A Amazônia brasileira e seu papel no aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. In: VAL, A. L.; FIGLIOULO, R.; FELDBERG, E., eds. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. v. 1, p. 9-20.
- VILLAGRA, M.M.; BACCHI, O. O. S.; TUON, R. L.; REICHARDT, K. (1995). Difficulties of estimating evapotranspiration from the water balance equation. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 72, p. 317-325.
- VILLA NOVA, N. A.; SALATI, E.; MATSUI, E. (1976). Estimativa da evapotranspiração na bacia Amazônica. *Acta amazonica*, v. 6, n. 2., p. 215-228.
- WALKER, I.; FRANKEN, W. (1983). Ecossistemas frágeis: A floresta da terra firme da Amazônia Central. *Ciencia Interamericana*. V. 23, p. 9-21.
- ZAGATTO, E. A. G. JACINTHO, A. O.; REIS, B. F.; KRUG, F. J.; BERGAMIN FILHO, H.; PESSENDA, L. C. R.; MORTATTI, J.; GINÉ, M. F. (1981). *Manual de análises de plantas e águas empregando sistema de injeção em fluxo*. Piracicaba, CENA/USP. 45p.