

ROBERVAL MONTEIRO BEZERRA DE LIMA

**CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* VOGEL NA
AMAZÔNIA, EM FUNÇÃO DE FATORES DE CLIMA E SOLO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa

CURITIBA

2004



PARECER

Defesa nº. 550

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Roberval Monteiro Bezerra de Lima* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "*Predição de crescimento do Sclerobium paniculatum Vogel em cinco sítios na Amazônia em função dos fatores de clima e solo*", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em SILVICULTURA.

Dr. Renato Antonio Dedecek
Embrapa/ Florestas
Primeiro examinador

Dr. Edilson Batista de Oliveira
Embrapa/Florestas
Segundo examinador

Dr. Ivan Crespo Silva
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Terceiro examinador

Dr. Carlos Bruno Reissmann
Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador

Dr. Antonio Riovei Higa
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 16 de março de 2004.

Franklin Galvão
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

*Sou eternamente grato à força e a luz que emana do Sol,
no qual eu busco como as árvores, o equilíbrio
e resistência para viver, crescer e auxiliar
àqueles que ainda dependem de mim, para que
possam caminhar por si próprios
com alegria e felicidade, como todo ser humano merece.*

*À minha querida e saudosa mãe Doralice;
Ao meu querido e saudoso pai Sebastião;
À Rosangela, minha companheira;
A Rosa Diamana e Edluz Gabriel, meus filhos;
Aos meus irmãos e irmãs;*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, por me aceitar como aluno deste curso;

À Embrapa Amazônia Ocidental, por me conceder a oportunidade de melhorar a minha formação acadêmica e profissional;

Às Unidades da Embrapa da Região Norte - Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima, Embrapa Amazônia Oriental, pelo apoio na coleta de dados;

À Embrapa Florestas pelo apoio dos serviços de biblioteca e RH;

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia - PPDG7, pelo financiamento do projeto em que se desenvolveu esta pesquisa;

Ao prof. Dr. Antônio Higa, pela idéia original do projeto, e por ter-me aceito como seu orientado e acreditado na minha capacidade de realizar este estudo;

Ao prof. Dr. Arno Rudi, pela co-orientação, ensinando-me um pouco mais sobre a Silvicultura;

Ao Dr. Wenceslau Teixeira, pela co-orientação, revisando criteriosamente o texto original;

Aos professores Adilson e Mário do departamento de estatística da UFPR pelas sugestões e revisão das análises estatísticas.

Aos Drs. componentes da Banca Examinadora, por ter me ajudado a melhorar este trabalho com suas críticas;

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Engenharia florestal;

À Dra. Aparecida pelo apoio concedido nos momentos em que foram necessários;

Aos coordenadores estaduais do Projeto Zoneamento - Sônia, Silas, Abadio, Dalton, Marcelo Rossi e Celso, pelo tempo e esforço que dedicaram ao projeto;

Aos pesquisadores e amigos da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo apoio durante a coleta de dados;

Ao Marnine Aguiar, pelo apoio logístico nas viagens para a Amazônia;

Às bibliotecárias da Embrapa Florestas e da Escola de Florestas;

Ao pessoal de Recursos Humanos da Embrapa Amazônia Ocidental e Embrapa Florestas, pelo apoio durante a permanência em Curitiba;

Aos funcionários da Secretaria de Pós-graduação em Engenharia Florestal/UFPR, Reinaldo Mendes de Souza e David Teixeira de Araújo;

Aos amigos Lucinda, Silas, Mariane, Daniele e Marcos Vinicius pela boa convivência e amizade;

À amiga Gláucia Macedo, há 20 anos atrás, por ter me encaminhado para Embrapa;

À minha irmã Marta Célia, pela valiosa ajuda nos momentos em que precisei;

Aos meus entes queridos Edluz Gabriel, Rosa Diamana, e Rosângela Lima, companheiros fraternos nesta vida, pelo feliz convívio na certeza de um amanhã melhor.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROBERVAL MONTEIRO BEZERRA DE LIMA, filho de Sebastião Bezerra de Lima (†) e Maria Doralice Monteiro Coelho (†), nasceu em Manaus, estado do Amazonas, Brasil, no dia 01 de março de 1960. Iniciou o curso Fundamental em 1968 no Instituto de Educação do Amazonas, concluindo em 1974 na Escola Polivalente de Manaus e o curso Médio em 1977 na Escola Técnica Federal do Amazonas.

Em 1978 iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Amazonas, sendo transferido em 1979 para a Universidade Federal do Paraná, aonde graduou-se em 1984 com o título de Engenheiro Florestal.

Em 1985 ingressou na Embrapa Amazônia Ocidental, antiga UEPAE de Manaus como estagiário, passando a ocupar o cargo de pesquisador em 1987 através de concurso público, onde exerce atividades de pesquisa na área de silvicultura e manejo de plantações florestais.

Iniciou em 1990, no Instituto de pesquisas da Amazônia (INPA) em convênio com a Universidade do Amazonas, o curso de pós-graduação em Ciências Biológicas, na área de concentração em Manejo Florestal, onde obteve o grau de Mestre em Ciências Biológicas no ano de 1994.

Em fevereiro de 2000, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, para obtenção no ano de 2004, do título de “Doutor em Ciências Florestais” na área de concentração em Silvicultura.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
LISTA DE SIGLAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 AMAZÔNIA	5
2.1.2 Clima da Amazônia	6
2.1.3 Solos da Amazônia	10
2.1.4 Solos degradados na Amazônia	14
2.2. PLANTAÇÕES FLORESTAIS	15
2.3. FATORES QUE DETERMINAM O CRESCIMENTO DAS ÁRVORES	21
2.4 COMBINAÇÃO SÍTIO E ESPÉCIE	23
2.5 QUALIDADE DO SÍTIO COM REFERÊNCIA À ALTURA	26
2.6 MÉTODOS PARA PREDIZER O CRESCIMENTO DE PLANTAS	27
2.7 A ESPÉCIE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> (TAXI-BRANCO)	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. SÍTIOS ESTUDADOS	36
3.2. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA ESPÉCIE	39
3.3. ESTABELECIMENTO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	40
3.3.1 Coleta de sementes e produção de mudas	40
3.3.2 Plantio da espécie	40
3.4 DELINEAMENTO E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	41
3.4.1. Análise de Variância	41
3.4.2 Verificação dos Pressupostos do Modelo da Análise de Variância	43

3.4.3 Identificação de dados discrepantes (<i>Outliers</i>)	45
3.4.4 Análises de correlação simples	45
3.4.5 Análise de regressão múltipla	45
3.5 MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES	49
3.5.1 Variáveis de Crescimento	49
3.6 ESTIMATIVA DA QUALIDADE DO SÍTIO	51
3.7 PROCESSAMENTO DOS DADOS	51
3.8. CARACTERIZAÇÃO EDÁFICA DOS SÍTIOS.....	51
3.8.1 Coleta das Amostras de Solo	51
3.8.2 Análises Químicas do Solo	52
3.8.3 Análises Físicas do Solo	54
3.8.4 Análise do Perfil do Solo	56
3.9 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DOS SÍTIOS	58
3.9.1 Variáveis de Clima	58
3.9.2 Avaliação das condições hídricas do solo.....	60
3.10 ANÁLISE DA PERFORMANCE DA ESPÉCIE <i>VERSUS</i> SÍTIOS.....	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i>	62
4.2 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 1 (0 A 20 cm)	66
4.3 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 2 (20 A 40 cm)	69
4.4 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 3 (40 A 80 cm).....	71
4.5 CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM FUNÇÃO DOS FATORES QUÍMICOS DE SOLO EM TRÊS NÍVEIS DE PROFUNDIDADE	73
4.6 CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM FUNÇÃO DOS FATORES FÍSICOS DE SOLO EM TRÊS NÍVEIS DE PROFUNDIDADE.....	86
4.7 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 1 (0-20 cm)	99
4.8 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 2 (20-40 cm)	102
4.9 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 3 (40-80 cm).....	106

4.10 CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM FUNÇÃO DOS FATORES DE CLIMA	110
4.11 CLASSIFICAÇÃO MULTIFATORIAL DE SÍTIO PARA O <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i>	118
4.12 PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> PELO PROGRAMA PLANTGRO®.....	120
5 CONCLUSÕES	131
6 RECOMENDAÇÕES	134
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICES	143

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM PLANTAÇÕES HOMOGÊNEAS NA AMAZÔNIA. AOS 24 MESES DE IDADE.....	35
FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DOS SÍTIOS ESTUDADOS NOS ESTADOS DE RONDÔNIA (SÍTIO 1), RORAIMA (SÍTIOS 2 E 3) E AMAZONAS (SÍTIOS 4, 5, E 6).....	37
FIGURA 3.2 - COLETA DAS AMOSTRAS INDEFORMADAS COM OS ANÉIS VOLUMÉTRICOS.....	54
FIGURA 3.3 - PERFIL DE SOLO PARA CARACTERIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS INDEFORMADAS.....	57
FIGURA 3.4 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES NO PLANTGRO.....	61
FIGURA 4.1 - ALTURA MÉDIA TOTAL (m) DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> NOS SÍTIOS 1=OURO PRETO-RO; 2=CONFIANÇA-RR; 4=KM-30-AM; 5=CALDEIRÃO-AM; E 6=DAS-AM, COM INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%. AOS 24 MESES DE IDADE.....	64
FIGURA 4.2 - TEOR DE ALUMÍNIO (Cmol.c/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	76
FIGURA 4.3 - SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (%) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	77
FIGURA 4.4 - TEOR DE SÓDIO (mg/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	78
FIGURA 4.5 - TEOR DE POTÁSSIO (mg/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	79
FIGURA 4.6 - TEOR DE FERRO (mg/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	80
FIGURA 4.7 - PROPORÇÃO Fe/P (ADIMENSIONAL) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	81
FIGURA 4.8 - TEOR DE FÓSFORO (mg/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	82
FIGURA 4.9 - TEOR DE CARBONO ORGÂNICO (g/Kg) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	83
FIGURA 4.10 - TEOR DE MAGNÉSIO (C.molc/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	84
FIGURA 4.11 - TEOR DE CÁLCIO (C.molc/dm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	85
FIGURA 4.12 - DENSIDADE REAL (g/cm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	89
FIGURA 4.13 - DENSIDADE DO SOLO OU APARENTE (g/cm ³) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	90
FIGURA 4.14 - MACROPOROSIDADE (%) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	91

FIGURA 4.15 - MICROPOROSIDADE (%) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)	92
FIGURA 4.16 - PROPORÇÃO ENTRE OS MICRO E MACROPOROS (%) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm).....	93
FIGURA 4.17 - ÁGUA DISPONÍVEL (mm) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)	94
FIGURA 4.18 - CURVAS DE TENSÕES DE UMIDADE PARA OS SOLOS DAS PARCELAS DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , NAS PROFUNDIDADES 0-5 cm E 40-45 cm.....	95
FIGURA 4.19 - TEOR DE SILTE (g/Kg) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)	97
FIGURA 4.20 - TEOR DE ARGILA (g/Kg) NAS PARCELAS DE <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)	98
FIGURA 4.21 - CURVA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DA DENSIDADE (g/cm ³) VERSUS SÓDIO (mg/dm ³) E ÁGUA DISPONÍVEL (mm) NO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P1 (0-20 cm).....	101
FIGURA 4.22 - INTERAÇÃO ÁGUA DISPONÍVEL (mm)*MACROPOROS (%) E SÓDIO (mg/dm ³)*C (g/Kg) NO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P2 (0-40 cm).....	104
FIGURA 4.23 - INTERAÇÃO ÁGUA DISPONÍVEL (mm) E SILTE (%) VERSUS SÓDIO (mg/dm ³) E C (g/Kg) NO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P2 (0-40 cm).....	105
FIGURA 4.24 - INTERAÇÃO SILTE (%) E MACROPOROS (%) VERSUS Fe (mg/dm ³) E MACROPOROS (%) NO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P3 (40-80 cm).....	108
FIGURA 4.25 - INTERAÇÃO SILTE (%) E ALUMÍNIO (cmolc/dm ³) NO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P3 (40-80 cm)	109
FIGURA 4.26 - VARIAÇÃO MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) NOS SÍTIOS 1=OURO PRETO-RO, 2=CONFIANÇA-RR, 4=KM-30-AM E 5=CALDEIRÃO-AM, NA AMAZÔNIA - 1988 - 2002.....	113
FIGURA 4.27 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO PARA O SÍTIO 1-OURO PRETO, NO ESTADO DE RONDÔNIA, PERÍODO DE 1982-2002	114
FIGURA 4.28 -BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 2- CONFIANÇA, NO ESTADO DE RORAIMA, PERÍODO DE 1998-2002.....	115
FIGURA 4.29 -BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 4-KM 30, NO ESTADO DO AMAZONAS, PERÍODO DE 1998-2002.....	116
FIGURA 4.30 -BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 5-CALDEIRÃO, NO ESTADO DO AMAZONAS,PERÍODO DE 1984 -1994.....	117
FIGURA 4.31 - RELAÇÕES ECO-FISIOLÓGICAS DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , GERADAS A PARTIR DO ARQUIVO PLANTGRO DE PLANTA EM CINCO SÍTIOS NA REGIÃO AMAZÔNICA	122
FIGURA 4.32. - PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA, INDICADA PELOS NÍVEIS DE DESEMPENHO (SR'S) DA ESPÉCIE.....	124
FIGURA 4.33 - RADIAÇÃO SOLAR (mj/m ² /dia) VERIFICADA EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA, ESTIMADA A PARTIR DA LATITUDE	130

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA VARIÁVEL DEPENDENTE ALTURA, AOS 24 MESES DE IDADE	63
TABELA 4.2 - ESTIMATIVA DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE SÍTIO PARA O <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, EM 5 REGIÕES NA AMAZÔNIA, INDICADA PELA ALTURA MÉDIA.....	65
TABELA 4.3 - VARIÁVEIS QUÍMICAS SELECIONADAS PELO, MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA PARA A CAMADA 1 (0 A 20 cm) DO SOLO.....	67
TABELA 4.4 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe + \beta_4 Zn$	67
TABELA 4.5 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe$	68
TABELA 4.6 - VARIÁVEIS QUÍMICAS SELECIONADAS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA O A CAMADA 2 (20 A 40 cm) DO SOLO	69
TABELA 4.7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe$	70
TABELA 4.8- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe$	70
TABELA 4.9 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 3 (40 A 80 cm)	71
TABELA 4.10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 FE + \beta_2 MG + \beta_3 CA$	72
TABELA 4.11- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 FE + \beta_2 MG + \beta_3 CA$	72
TABELA 4.12 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NOS ESTRATOS 1, 2 E 3	73
TABELA 4.13- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO DA EQUAÇÃO (4.11).....	74
TABELA 4.14 - EQUAÇÕES MÚLTIPLAS DE REGRESSÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO PARA A ALTURA MÉDIA DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA	75
TABELA 4.15. - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO NOS ESTRATOS 1, 2 E 3.....	87
TABELA 4.16 - EQUAÇÕES MÚLTIPLAS DE REGRESSÃO ESTIMADAS PARA A ALTURA DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , AOS 24 MESES DE IDADE, EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA.....	88
TABELA 4.17 - SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS NA CAMADA 0-20 cm DO SOLO PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA	100
TABELA 4.18 - SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA A INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO NA CAMADA 2.....	103
TABELA 4.19 - SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA A INTERAÇÃO DOS FATORES QUÍMICOS E FÍSICOS DE SOLO NA CAMADA 3, PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA	107
TABELA 4.20 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E A ALTURA DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , EM QUATRO SÍTIOS NA AMAZÔNIA - PERÍODO 1988-2002.....	111
TABELA 4.21 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA.....	112
TABELA 4.22 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 tempminm$	112

TABELA 4.23 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 1 - OURO PRETO D'OESTE - RO.....	125
TABELA 4.24 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 2- CONFIANÇA - RR.....	126
TABELA 4.25 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 3 - ÁGUA BOA - RR.....	126
TABELA 4.26- NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 4 - KM 30 - AM.....	127
TABELA 4.27 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 5 - CALDEIRÃO - AM.....	127
TABELA 4.28 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 6 - DAS - AM.....	128
TABELA 4.29- NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) VERIFICADOS NOS SOLOS DAS PARCELAS DO <i>SCLEROLOBIUM PANICULATUM</i> , EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA.....	128

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA, CONDIÇÕES DE CLIMA E SOLO DOS SÍTIOS ESTUDADOS	38
QUADRO 3.2 - QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM UM FATOR SIMPLES, MODELO PARA EFEITOS FIXOS.	42
QUADRO 3.3 - QUADRO DA ANOVA UTILIZADO PARA ANÁLISE DOS MODELOS DE REGRESSÃO.....	46

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	- Alumínio
Awcmm	- Água disponível no solo
C	- Carbono
Ca	- Cálcio
CAD	- Capacidade de água disponível
CTC	- Capacidade de troca catiônica
Cu	- Cobre
Etpt	- Evapotranspiração total
Evapt	- Evaporação total
Fe	- Ferro
GLR	- Nível de restrição geral
GLR _{solo}	- Nível de restrição geral do solo
Inst	- Insolação total
K	- Potássio
LR	- Nível de restrição, do inglês <i>limitation rating</i>
Mpa	- mega Pascal
Macropo	- macroporosidade
Micropo	- Microporosidade
Mj	- Mega Joule
Mg	- Magnésio
Mn	- Manganês
Prect	- Precipitação total
P	- Fósforo
pF	- p indica o caráter Logaritmo, F do inglês <i>free energy</i>
Tempm	- Temperatura média
Tempmin	- Temperatura mínima média
Tempmax	- Temperatura máxima média
Urm	- Umidade relativa do ar
Zn	- Zinco

LISTA DE SIGLAS

- ACIAR - Australian Centre for International Agricultural Research
- CNPS - Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê
- CSIRO - Commonwealth Scientific Industrial Research Organization
- DAP - Diâmetro à altura do peito (1,30 m)
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- FAO - Food and Agriculture Organization
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
Renováveis
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
- ITTO - International Tropical Timber Organization
- MMA - Ministério do Meio Ambiente
- OMM - Organização Meteorológica Mundial
- PPG7 - Programa piloto para proteção das florestas tropicais do Brasil
- SPVEA - Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia
- UEPAE - Unidade Estadual de Pesquisa de Âmbito Estadual

RESUMO

CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* VOGEL EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA EM FUNÇÃO DE FATORES DE CLIMA E SOLO - *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco), da família das Caesalpiniaceae (Leguminosae Caesalpinioideae), tem se destacado nos ensaios de competição, como espécie florestal promissora para produção de energia, com boa adaptação aos solos pobres e ácidos que ocorrem na Amazônia. A madeira do *S. paniculatum* é similar à do eucalipto, quanto ao rendimento de peso e volume e poder calorífico no processo de carbonização. Assim, a escolha desta espécie foi realizada com base na importância ecológica e econômica que a mesma representa para a região. O objetivo geral desta pesquisa foi determinar a influência dos fatores de sítio no crescimento do *S. paniculatum*, e adequar uma metodologia para predição do crescimento da espécie em plantios homogêneos na Amazônia. Este estudo foi desenvolvido no âmbito do projeto Zoneamento edafo-climático para plantios de espécies florestais na Amazônia, do programa piloto para proteção das florestas tropicais do Brasil - PPG7. Os plantios foram estabelecidos no período de 1998 a 1999 nos estados de Rondônia, Roraima e Amazonas. A partir de dados coletados aos 24 meses de idade, determinou-se com o uso das análises de regressão múltiplas, equações preditivas da altura da espécie em função de 23 variáveis de solo e oito de clima. As variáveis de solo incluíram fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), manganês (Mn), textura e água disponível. As de clima incluíram temperatura máxima e mínima, precipitação e radiação solar. A melhor combinação sítio-espécie foi também obtida pela predição do crescimento da espécie com uso do Plantgro[®], programa que usa o balanço hídrico, a luz e a temperatura como sub-modelos. Concluiu-se que para predizer o crescimento em plantios com *S. paniculatum*, deve-se fazer amostragens até a profundidade de 40 cm para caracterização química do solo e para a física, na camada de 40-80 cm. Os teores de alumínio (Al), sódio (Na), ferro (Fe), carbono (C), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) foram as variáveis químicas que apresentaram maior percentual para explicar a variação do crescimento do *S. paniculatum*. A espécie apresentou maior crescimento nos sítios com disponibilidade hídrica acima de 110 mm e em solos com textura argilosa a muito argilosa. Foi observada uma variação na estimativa do volume/ha de 380% entre os sítios mais e menos produtivo. O desempenho do *S. paniculatum* poderá ser predito para a região, com considerável grau de precisão, utilizando-se o Plantgro[®] combinado com as técnicas estatísticas clássicas (análise de variância, teste de médias, análise de correlação e regressão). Os métodos para predizer o crescimento de espécies florestais utilizados neste estudo, poderão ser usados na recomendação dos sítios mais adequados para plantações de *S. paniculatum* na região amazônica.

Palavras-chave: plantios florestais; crescimento; Plantgro[®]; *Sclerolobium paniculatum*.

ABSTRACT

GROWTH OF *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* VOGEL IN THE AMAZONIAN REGION AS A FUNCTION OF CLIMATE AND SOILS FACTORS - *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco), Caesalpinaceae (Leguminosae-Caesalpinioideae) family, has shown an outstanding growth when compared with other species for fuelwood production. It also shows good adaptation to poor and acid soils of the Amazonian region. The species was chosen based on its economical and ecological importance for the region. Its wood has similar characteristics to eucalypts in relation to calorific power, biomass and weight yield on the carbonization process. This research aimed to study the influence of site factors on *S. paniculatum* growth and to determine methods for growth prediction of the species in the Amazonian region. The experimental plantations were planted from 1998 to 1999 in Rondônia, Roraima and Amazonas. The study was developed under a PPG7 Program called "Species-site matching for forest tree plantation in the Amazonian region". Height was predicted based on data collected on a experimental net, using multiple regression analysis with 23 soil variables and eight climate variables. Soils variables included phosphorus (P), potassium (K), iron (Fe), manganese (Mn), texture and available water. Climate variables include maximum and minimum temperature, rainfall and solar radiation. Site-species matching was also determined using Plantgro[®], a software based on water balance, temperature and light condition. Based on data collected at two years of age it was concluded that *S. paniculatum* growth was affected by aluminum (Al), sodium (Na), iron (Fe), carbon (C), magnesium (Mg) and calcium (Ca), sampled up to 40 cm deep. The species showed best height growth on clay soils determined on samples collected from 40 to 80 cm deep and water availability up to 110 mm. It was observed volume/ha variation of 380% from the best to the worse site. Height growth can be predicted for the region with considerable precision using Plantgro[®] combined to classical statistical tools (ANOVA, correlation and regression analysis). Methods for growth prediction used in this study can be used for recommendations of *S. paniculatum* plantation on the Amazon region.

Key-words: forest plantation; growth; Plantgro[®]; *Sclerolobium paniculatum*.

1 INTRODUÇÃO

As causas e a dinâmica do desmatamento na Amazônia são problemas que têm preocupado a comunidade científica, o governo e os ambientalistas. Estimou-se que até agosto de 2001, existiam na Amazônia, 60 milhões de hectares desmatados (INPE, 2003). Na Amazônia `clássica (região Norte), estas áreas representavam 35 milhões de hectares, com um terço destas áreas degradadas ou em processo de degradação. O aproveitamento destas áreas pelo estabelecimento de plantações florestais, representaria um incremento de 200% no total da área de florestas plantadas no Brasil. Para isso é necessário identificar quais espécies plantar e em que condições de solo e clima estas espécies crescerão adequadamente de forma rentável.

Tecnologias devem ser geradas para superar dois grandes desafios no processo de ocupação da Amazônia: o de fazer uso de forma sustentável dos recursos naturais existentes e a recuperação das áreas já alteradas (ANDRADE, 2001, p. 236).

A região, que abriga mais de um terço dos recursos florestais do planeta, está caminhando para tornar-se a principal fonte de suprimento de madeiras em futuro bem próximo. O Brasil já aumentou recentemente de quatro para cinquenta o número de espécies arbóreas exportadas e, embora o país tenha conquistado larga experiência silvicultural em plantios subtropicais estabelecidos nas regiões sul e sudeste, esses avanços ainda não foram estendidos para as condições ambientais da Amazônia (LEÃO, 2000, p. 182-184).

Assim, foi instituído em junho de 1992, por intermédio do Decreto nº. 563, o Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG7 (BRASIL, 2004). O PPG7 tem o intuito de fortalecer e maximizar os benefícios ambientais das florestas tropicais brasileiras, de maneira compatível com o desenvolvimento do país. Sua execução compete ao governo brasileiro, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente, do Ministério da Justiça e do Ministério da Ciência e Tecnologia, com a participação do Banco Mundial, da Comunidade Européia e dos países membros do Grupo dos Sete.

Em 1995, por meio de edital de concorrência pública, a Embrapa Amazônia Ocidental (coordenadora do projeto), aprovou o Projeto Zoneamento edafo-climático para plantios de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia, integrando as seis unidades da região Norte (Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa-Acre, Embrapa-Amapá, Embrapa-Rondônia e Embrapa-Roraima) e instituições públicas e privadas da região. Este trabalho apresenta e discute parte dos resultados deste projeto.

Este estudo tem como foco o estabelecimento da espécie florestal *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco) na forma de plantios homogêneos em áreas alteradas na região Ocidental da Amazônia. A escolha do *S. paniculatum*, foi em função do potencial que o mesmo tem demonstrado nos ensaios comparativos de espécies com rápido crescimento (mais de 0,60 m/ano em altura) e uma forte demanda regional para lenha e carvão. Segundo MOCHIUTTI (1999, p. 2) com o plantio de um hectare de *S. paniculatum*, o agricultor poderá obter uma renda bruta de R\$ 6.800,00, estimando-se uma produção de 140 m³/ha de carvão, 8 anos após o plantio.

A maior limitação dos métodos para indicar espécies florestais para plantios, é que uma recomendação precisa só poderá ser realizada, para os locais onde a espécie foi testada. Como a Amazônia possui uma área muito extensa com considerável variação de solo e clima, o custo para condução dos experimentos é muito alto, principalmente quando se trata de espécies nativas menos conhecidas, em que não há interesse da iniciativa privada em aplicar recursos para pesquisa. A possível solução para este problema é desenvolver uma metodologia que possa predizer o crescimento das espécies florestais baseado em métodos de simulação empírica, embasado na influência dos fatores de solo e clima. Assim será possível indicar onde as espécies poderão crescer bem, mesmo em locais onde não tenha sido plantada anteriormente.

Não se dispõe atualmente de método para simulação de crescimento com espécies florestais nativas em plantios homogêneos na Amazônia, podendo o desenvolvimento desta metodologia servir de base para recomendação de plantações florestais na região.

No entanto, o uso de métodos para prever o crescimento de espécies florestais, tem sido utilizado em outros locais do mundo (CLUTTER et al., 1983; WEBB et al., 1984; JONES E KINIRY, 1986; BOTTH, 1991b; FAO, 1994). Estas metodologias se enquadram em 3 grandes grupos:

a) método factual, em que a predição é por analogia com os sítios de referência;

b) métodos correlativos, em que se estuda o efeito dos fatores sobre a produção; e

c) métodos de inferências, em que a predição é realizada sem os dados de produção.

Neste trabalho estudou-se a adequabilidade de uma metodologia que envolve métodos correlativos e de inferência. A utilização destes métodos poderá ser um instrumento eficiente na indicação do *S. paniculatum* para plantios em áreas alteradas da região amazônica.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi determinar a influência de fatores de sítio no crescimento do *S. paniculatum*, e adequar uma metodologia para predição do crescimento da espécie em plantios homogêneos na Amazônia.

Os objetivos específicos foram:

a) Identificar as variáveis ou fatores edáficos relacionados à variação do crescimento em altura da espécie;

b) determinar o nível de importância de fatores físicos e químicos do solo no crescimento em altura da espécie;

c) identificar as variáveis climáticas relacionadas à variação do crescimento em altura da espécie;

d) determinar qual a melhor combinação sítio-espécie, para o *S. paniculatum*;

e) estudar a adequação e acurácia do programa Plantgro[®], para predizer o desempenho do *S. paniculatum*, em plantios florestais na Amazônia;

f) estudar a adequação da técnica de análise de regressão múltipla para selecionar variáveis, como ferramenta de decisão na predição do crescimento da espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AMAZÔNIA

O Brasil possui 64,3% (5,44 milhões de km²) de seu território coberto por florestas. Desse total, 68% (3,7 milhões de km²) é formado pela Floresta Amazônica, enquanto o restante é composto pelas fitofisionomias da mata atlântica, caatinga (Nordeste), cerrado (Centro-Oeste) e ecossistemas associados na região Sul e Sudeste (BRAGA, 1979, p. 53; MMA, 2000, p.16; FAO, 2003, p. 146-147).

A região amazônica constitui uma província fitogeográfica bem individualizada, e é caracterizada pela fisionomia, isto é pela paisagem formada pela floresta tropical úmida de grande biomassa e heterogeneidade. Outra de suas características é a grande variação de local para local, devido às condições diferenciadas do meio ambiente, em particular daquelas relacionadas com o solo em termos de fertilidade natural, profundidade, drenagem, aeração e disponibilidade de água (BRAGA, 1979, p. 53). Além da diversidade de sua flora, fauna e demais recursos naturais, que formam ecossistemas bastante complexos, com grande interdependência de seus componentes. A região abriga o maior e mais importante ecossistema florestal do mundo, a Floresta Tropical Úmida Amazônica - com 370 milhões de hectares, um terço das reservas mundiais e cerca de 71 bilhões de m³ de volume de madeira (FAO, 2003, p. 146). A Amazônia polariza a atenção de especialistas, da comunidade em geral, de técnicos e do governo, todos preocupados com a sua preservação, conservação e com a necessidade de promover o seu desenvolvimento e desfrute em harmonia com o meio ambiente (CORPAM, 1991, p. 35; SERRÃO, 1992, p.263).

Em 1953, com a Lei 1.806 de 06.01.1953, que cria a SPVEA-Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia, foram incorporadas a Amazônia brasileira, partes do estado do Maranhão (oeste do meridiano 44°), de Goiás (Norte do paralelo 13° de latitude Sul – atualmente estado do Tocantins), e, do estado

de Mato Grosso (norte do paralelo 16° latitude Sul). Com esse dispositivo legal, a Amazônia Clássica (região Norte do Brasil) passou a ser chamada de Amazônia Legal, fruto de um conceito político e não de um imperativo geográfico, pela necessidade do governo em planejar e promover o desenvolvimento da região (AMAZÔNIA LEGAL, 2003).

Têm-se hoje, portanto, dois conceitos geográficos de Amazônia – Amazônia Legal e Amazônia Clássica.

Legalmente definida para objetivos de planejamento e políticas regionais, a Amazônia Legal tem uma área de 5,088 milhões de Km², que representa 59,8% da área do Brasil. A Amazônia Legal compreende sete Estados (Acre, Amapá, Amazonas, Tocantins, Pará, Rondônia e Roraima) e parte de outros dois (Mato Grosso e Maranhão). Por sua vez, a Amazônia Clássica, com uma área de 3,853 milhões de km² - 45,25% da área brasileira, compreende somente os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e é 1,235 milhões de Km² menor (MAHAR, 1989, p. 4-5; ALMANAQUE ABRIL, 2002, p. 305, 318).

Este trabalho tem como área de abrangência a Amazônia Clássica, pois estaremos focalizando a Amazônia Fitogeográfica, e não a Legal, de acordo com as similaridades de clima, solo e vegetação.

2.1.2 Clima da Amazônia

Nos estudos de viabilidade para a implantação de maciços florestais, o clima é normalmente o primeiro fator da aptidão ecológica a ser estudado. É o clima com seus múltiplos fatores que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie ou procedência, enquanto o solo regula o nível de produção (GOLFARI et al., 1978, p. 10).

Segundo MARTINS et al. (1992a, p. 265) os dados climáticos são de vital importância em estudos de classificação ecológica e/ou microclassificação do clima de uma determinada região, e a qualidade destes pode afetar fortemente os resultados

finais. O período de coleta de dados e a distribuição das estações meteorológicas são de grande importância para obtenção de classificações mais precisas (GOLFARI et al., 1978, p. 13; ASPIAZÚ et al., 1989, p.135).

A correta caracterização climática, portanto, é essencial para o desenvolvimento de pesquisas florestais, fornecendo informações para o estabelecimento de povoamentos florestais, de ensaios para melhoramento florestal e de classificação de sítios segundo sua produtividade potencial (POWELL e MACIVER, 1977 citado por MARTINS et al., 1992b, p.280).

As características climatológicas e hidrológicas da Amazônia estão fortemente ligadas com as condições geográficas e geomorfológicas da região (SALATI, 1985, p. 19).

Como resultado da posição entre as latitudes 5° N e 10° S, a Amazônia tem um comprimento de dia que varia pouco durante o ano. Teoricamente, a máxima variação de irradiação solar na latitude 5° N é de 11 horas e 50 minutos em dezembro e 12 horas e 24 minutos em junho; e na latitude 10° S, 12 horas e 42 minutos e 11 horas e 32 minutos, respectivamente. O que limita as horas de insolação e a energia disponível para as plantas é a cobertura das nuvens, que é relativamente alta na região embora seja variável durante o ano (SALATI, 1985, p. 21).

A temperatura é considerada um dos fatores importantes que exerce influência sobre o crescimento das plantas. As variações sazonais da temperatura do ar são determinadas em função da latitude e altitude. Em geral, as localidades situadas nas baixas latitudes, como é o caso da região Amazônica, não apresentam grandes variações estacionais durante o ano, caracterizando-se como uma região de pequena flutuação térmica (BASTOS et al., 1986 p. 25).

Se por um lado a variação anual da temperatura não é muito importante, o mesmo não acontece com as variações diurnas. Tomando por base a média das máximas e das mínimas diárias, verificamos que a média da amplitude térmica diurna

na região amazônica, durante o ano, varia entre 8° e 14° C (EDMON, 1979, p. 374).

De uma maneira geral, cada raça ou cultivar tem exigências próprias quanto às variações da temperatura, requerendo uma faixa ótima, dentro da qual o crescimento e o desenvolvimento ocorrem normalmente. Essa faixa situa-se dentro de outra mais ampla, chamada faixa de tolerância, cujos limites superior e inferior são críticos. Quando a temperatura do ar extrapola a faixa de tolerância (zona superior ou inferior) as atividades fisiológicas começam a ser comprometidas. A taxa de crescimento diminui, ou cessa por completo, em função do tempo de exposição e do afastamento em relação ao limite ótimo correspondente, refletindo-se na produção de biomassa. Uma exposição à temperatura maior que a máxima tolerável (crítica superior) ou menor que a mínima tolerável (crítica inferior) é muito prejudicial, os efeitos podem ser irreversíveis e, caso a exposição seja prolongada, pode levar a espécie à morte (VAREJÃO-SILVA, 2001, p. 96-97).

A precipitação pluviométrica é considerada um dos parâmetros meteorológicos mais importante, principalmente nas regiões tropicais, onde a maioria das atividades agrícolas está associada aos regimes de chuvas (MOLION, 1989, p.112).

Se em relação à temperatura, a Amazônia apresenta uma certa homogeneidade espacial e estacional, ou seja, pouca variação térmica ao longo de seu território, o mesmo não acontece em relação à pluviosidade (EDMON, 1979, p. 376).

Em virtude dos sistemas de “circulação perturbada”, a Amazônia constitui o domínio climático mais pluvioso do Brasil. Entretanto, essas precipitações não se repartem igualmente durante o ano. A média da “amplitude pluviométrica anual” (diferença entre o mês mais chuvoso e o menos chuvoso) é das maiores no Brasil, sendo mais notável no sul entre os estados do Amazonas e Pará (300 e 400 mm) e no litoral do Amapá e foz do rio Amazonas (500 a 660 mm). Apenas o setor Noroeste do Amazonas possui amplitude insignificante - 200 mm (EDMON, 1979, p. 376).

Também existem diferenças no regime pluviométrico, entre as diversas regiões da Amazônia, conforme explica EDMON (1979, p. 376-377):

Embora o período chuvoso na região Norte seja representado pelos meses do verão-outono, ao norte dos paralelos de 2 a 5° Lat. Sul, o máximo pluviométrico geralmente se dá no outono e o mínimo na primavera. Ao sul dos referidos paralelos, o máximo pluviométrico se dá no verão e o mínimo no inverno.

Por estar localizado no hemisfério norte, o estado de Roraima e o extremo setentrional do Amazonas, possuem regime de chuvas inverso do que ocorre na zona meridional da região Norte, ao sul daqueles referidos paralelos. O máximo pluviométrico se dá no inverno e o mínimo no verão. Entretanto, como se trata de áreas do hemisfério norte, essas estações correspondem ao verão e ao inverno boreal, respectivamente.

Segundo RANZANI (1979, p. 23), um aspecto particular do clima na Amazônia, é que na maior parte da região é registrada pouca ou nenhuma precipitação durante alguns meses do ano, caracterizando um período seco que ocorre principalmente nos meses de julho e agosto nas latitudes Sul.

Cabe esclarecer, contudo, que o período ou estação seca na Amazônia não se caracteriza por secas muito intensas. Pelo contrário, durante tais secas, normalmente ocorrem dias de chuva, algumas até relativamente intensas, porém não são suficientes para descaracterizar a existência de um curto período de estação seca. Isto é mais evidente nas áreas com um a dois meses de estiagem, existindo ainda, uma região no Leste de Roraima que apresenta uma seca muito forte, com quatro a cinco meses de estiagem (EDMON, 1979, p. 380).

Uma outra variável climática de importância fundamental é o vapor d'água atmosférico. O vapor d'água controla o balanço de energia, limita as taxas de evaporação e transpiração e determina o sistema predominante de nuvens na região. Para muitas áreas do mundo, o vapor secundário (advindo da transpiração e evaporação) é insignificante ou muito pequeno em comparação com o que vem do oceano (vapor primário). Em contraste, na Amazônia, o vapor secundário é da mesma magnitude do vapor primário (SALATI, 1985, p. 31)

Um estudo do balanço de água, realizado em uma bacia modelo, com 25 Km², com cobertura de floresta densa a 60 Km, ao norte de Manaus, demonstrou que anualmente 25,6% da precipitação é interceptada pela vegetação e retorna à atmosfera por evaporação direta, 45,5 % é transpirada pelas plantas e 25,9% é drenada para os igarapés (LEOPOLDO et al., 1982a, p. 26; 1982b, p.10).

EDMON (1979, p. 386) concluiu com relação às diferenças climáticas na Amazônia, levando-se em conta o regime de umidade (existência ou inexistência de seca) e o regime de duração dos períodos secos, que existem cinco áreas bem diferenciadas com três subdomínios climáticos: (i) *superúmido* sem seca (área ocidental da Amazônia e Belém-PA); (ii) *superúmido* com subseca (periferia dessas áreas); (iii) *úmido* com um a dois meses secos (maior parte do nordeste do Pará e do Amapá); (iv) *úmido* com três meses secos (amplo corredor que se estende de Roraima ao sul do Pará, além de Rondônia e leste do Acre); e (v) *semi-úmido* com quatro a cinco meses secos (Leste de Roraima).

2.1.3 Solos da Amazônia

A deficiência em fósforo (P) e a toxidez de alumínio (Al) são dois dos principais problemas que prejudicam o crescimento e adaptação dos cultivos na Amazônia.

Muitos dos solos da Amazônia têm um baixo potencial para o suprimento de nutrientes como fósforo, cálcio, potássio e magnésio para as plantas. Este baixo potencial é devido à lixiviação, além do histórico geológico da região (JORDAN, 1985, p. 83)

Os solos da Amazônia também têm uma baixa capacidade para reter nutrientes da decomposição da matéria orgânica. Esta baixa capacidade é devida parcialmente às altas concentrações de alumínio e hidrogênio que ocupam os postos de troca onde os nutrientes poderiam estar retidos. Uma alta porcentagem do alumínio provém dos minerais a partir dos quais o solo é formado. O hidrogênio resulta dos ácidos orgânicos formados na serrapilheira, que está depositada sobre o solo (JORDAN, 1985, p. 83).

Enquanto a intensa ação do tempo e lixiviação em milhões de anos tem resultado em solos com baixa concentração de nutrientes, as propriedades físicas resultantes são geralmente boas. Solos do planalto e das proximidades das terras

firmes são profundos, bem drenados, e têm excelente estrutura granular (JORDAN, 1985, p. 87).

Na Amazônia as principais classes de solo que ocorrem são os Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Neossolos e Gleissolos.

Os Latossolos constituem a unidade pedogenética que apresenta a maior distribuição geográfica da Amazônia, estimando-se em 70% a área ocupada por estes solos (FALESI, 1972, p. 20).

Tratam-se de solos envelhecidos, ácidos a fortemente ácidos em sua maioria (com exceção dos eutróficos) e de boa drenagem apesar e serem, muitas vezes, bastante argilosos (VIEIRA, 1988, p. 378).

O perfil apresenta uma seqüência de horizontes A, B e C com ausência de um A2, sendo profundo, fortemente desgastado, bem drenado, poroso, friável, fortemente ácido; possuindo B latossólico, com difícil diferenciação dos horizontes. A textura pode variar desde arenosa à muito argilosa, constituindo os solos de classes texturais leve e muito pesada, respectivamente. O conteúdo de silte é geralmente baixo, sendo menor que 8% ou menor que 15% para solos de Formação Barreiras. O horizonte B é amarelo ou avermelhado, sendo que a espessura desse horizonte está em torno de 160 cm e a textura é normalmente, um pouco mais pesada do que a encontrada no horizonte A subjacente. Os Latossolos possuem baixa fertilidade química, o que é consequência de sua gênese, pois na região amazônica derivam principalmente da evolução diagenética dos sedimentos argilo-arenosos caulínicos pertencentes ao terciário – Série Barreiras e Alter do chão (FALESI, 1972, p. 20; VIEIRA, 1988, p. 378).

Por serem solos que apresentam esta formação genética aliada a uma intensa lixiviação, como consequência das condições climáticas locais, possuem muito pequena reserva de minerais para o processo de meteorização. Os valores da soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação de bases são sempre baixos, como também o são os de fósforo assimilável. O teor de matéria orgânica varia de médio a alto no horizonte A, decrescendo os valores consideravelmente com a profundidade do

perfil (FALESI, 1972, p. 21). Ainda, segundo GONÇALVES (2002, p. 04), a capacidade de troca de cátions é inferior a $130 \text{ mmol}_c.\text{Kg}^{-1}$ (após correção para carbono); a fertilidade e os teores de minerais pouco resistentes ao intemperismo são baixos, e a composição granulométrica é mais fina do que areia franca (textura média a muito argilosa).

Os Argissolos possuem horizonte B textural, são profundos a pouco profundos, com ocorrência, em menor expressão, de solos rasos a pouco profundos. São bem a mal drenados, apresentando considerável iluviação de argila dos horizontes superficiais para o horizonte B, evidenciada pelo gradiente textural. São normalmente ácidos, com altos teores de alumínio trocável. Geralmente, são de média fertilidade natural, principalmente quando comparado com os solos Latossólicos. Os mais comuns são os Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos, que possuem menos de 50% de saturação de bases (SERRÃO, et al., 1978, p. 08; GONÇALVES, 2002, p. 04).

Os solos pouco desenvolvidos, como o Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico (Areia quartzosa na classificação antiga) e o Gleissolo, apresentam horizonte A sobrejacente à rocha ou ao horizonte C. As profundidades são diversas, desde rasos a muitos profundos. Em geral, o Neossolo Litólico e o Gleissolo possuem características físicas desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas, e principalmente à produção florestal. Geralmente, situam-se dentro de áreas de preservação permanente (GONÇALVES, 2002, p. 04).

Pesquisas realizadas no estado do Amazonas com o objetivo de recuperar pastagens degradadas em Latossolo Amarelo muito argiloso, mostraram ser o P o nutriente mais limitante da produtividade, e que a dose de 50 Kg de P_2O_5 por hectare, parece ser a mais viável na recuperação das pastagens em processo de degradação (EMBRAPA, 1981, p 121).

O problema com o P em muitos solos da Amazônia, não é a lixiviação mas a disponibilidade. Existe normalmente uma relativa quantidade de fósforo retida no solo, formando um complexo com ferro (Fe) e alumínio (Al). Contudo, em função da

estabilidade destes compostos em baixos níveis de pH, que normalmente se encontra nos solos da Amazônia, o P apresenta-se pouco disponível. Entretanto, quando a floresta é cortada e queimada, as hidroxilas diminuem a acidez do solo, que por sua vez, libera o P a partir dos compostos de Fe e Al. Conseqüentemente, as culturas têm um adequado fornecimento de P para os dois primeiros anos de cultivo. Nos anos subseqüentes, como os cátions são lixiviados pelas fortes chuvas, a acidez volta a crescer, e o P torna-se indisponível para ser assimilado (JORDAN, 1985, p. 91).

LEHMANN et al. (2001, p. 309), também afirmam que a fixação do P nos minerais de argila não é o maior obstáculo para o manejo do P nos solos de terra-firme da Amazônia central devido ao seu baixo conteúdo de Al e óxidos de Fe. A pequena quantidade total de P no solo é a principal responsável pela menor disponibilidade do mesmo.

Segundo PRIMAVESI (1982, p. 269), as espécies tropicais nativas perenes, em geral são adaptadas à condição de acidez e elevados teores de alumínio trocável, necessitando de aplicações de cálcio e magnésio apenas para suprir suas necessidades nutricionais. Sobre este tema, CASTRO (1983, p. 02) cita: *Cedrela odorata* (cedro), *Cordia goeldiana* (freijó), *Jacaranda copaia* (para-pará), *Swietenia macrophylla* (mogno) e *Vataireopsis speciosa* (fava amargosa), como espécies florestais nativas que desenvolvem-se bem nas condições naturais dos solos ácidos e com alta saturação de alumínio do Estado de Rondônia.

A produtividade do solo não depende somente da quantidade suficiente de nutrientes, mas também do sistema poroso adequado nas camadas onde se desenvolvem as raízes das plantas. Entretanto, a alteração do sistema poroso, através da compactação, poderá alterar a permeabilidade, a drenagem, a retenção de água, a alteração da concentração de CO₂ na zona radicial, a resistência do solo à penetração de raízes e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para as plantas (CORREA e REICHARDT, 1995, p. 111).

2.1.4 Solos degradados na Amazônia

Entende-se como *solo degradado* aquele que sofreu perda parcial ou total de sua capacidade de sustentar o crescimento de plantas e outros organismos. Para isso ocorre degradação de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, altamente interdependentes, pela ação adversa da atividade antrópica (GONÇALVES et al., 2002).

Segundo IBAMA (2002, p. 61), os processos de degradação estão associados a fatores edáficos, climáticos e antrópicos. A intensidade e a taxa de desenvolvimento desses processos são ampliadas pelo uso e manejo inadequados da terra (desmatamento indiscriminado, exploração acima da capacidade de suporte, uso intensivo de máquinas e implementos no preparo do solo, etc.), que expondo o solo aos fatores intempéricos induzem a destruição gradativa de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A perda da camada superficial do solo é a principal forma de expressão da degradação das terras no Brasil, sendo a erosão a sua causa maior.

Estimativas realizadas em 1997, indicaram que do total da área desflorestada na Amazônia Legal, 16,54 milhões de hectares foram abandonadas (MENEZES, 2001, p.114; ITTO, 2002, p.98). Na Amazônia Clássica (região Norte) as áreas desflorestadas e abandonadas foram estimadas em 9,38 milhões de hectares. A revitalização destas áreas através da reposição florestal, representaria um incremento de 200% no total da área de florestas plantadas no Brasil.

RANKIN (1979, p. 121) cita algumas vantagens para a recuperação de terras degradadas com o plantio de espécies perenes: i) a maioria está ao longo ou perto de vias de acesso principais, ou rios ou as rodovias; ii) a maioria está localizada perto de centros de concentrações de população humana com grandes demandas para alimentos e materiais de construções; iii) as áreas já estão desmatadas, reduzindo os custos de preparação do terreno para o plantio; iv) tais áreas podem fornecer lugar para cultivos intensivos para energia, celulose, matéria-prima para construções, alimentos, etc, sem desmatar mais florestas naturais.

Plantios de curta rotação podem resultar em mudanças no suprimento de nutrientes e nos processos de ciclagem, devido a fatores como a colheita da madeira, fertilização, erosão, lixiviação e modificação nos padrões do ciclo da matéria orgânica. Estes fatores podem afetar o armazenamento e fornecimento dos nutrientes do solo para o crescimento das árvores e conseqüentemente a sustentabilidade dos sistemas de plantios. Existem oportunidades para manipular a matéria orgânica do solo através de práticas silviculturais, porém estas devem ser tecnicamente praticáveis, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis (KOBAYASHI et al., 2001, p. 01).

Segundo ITTO (2002, p. 46), não há tecnologias adequadas na Amazônia para o reflorestamento das áreas de florestas nativas alteradas, e os investimentos necessários são arriscados e de longo prazo. Existem, entretanto, alguns poucos exemplos de plantios feitos por empresas instaladas na região, que têm demonstrado que isto pode ser realizado.

Ainda que haja necessidade de maior aprofundamento das pesquisas, os poucos conhecimentos básicos sobre as espécies florestais que existem, já podem subsidiar programas de desenvolvimento florestal. Por exemplo, adotando-se um programa sólido de fomento de plantios em pelo menos 10% da área de 400.000 ha que devem entrar em pousio por ano na região Norte, decorrente da agricultura migratória, seriam reflorestados anualmente 40.000 ha. Com isso estas áreas seriam reincorporadas ao processo produtivo com possibilidade de retorno econômico ao produtor (YARED e BRIENZA JR., 1989, p.63).

2.2. PLANTIOS FLORESTAIS

Este é o tema principal deste trabalho. Com o propósito de padronizar a linguagem empregada, adotou-se os seguintes termos e definições de acordo com FAO (2002, p. 24, 359):

Espécies arbóreas nativas: espécies arbóreas que têm evoluído na mesma zona, região ou biótopo, onde atualmente estão crescendo em povoamento e que se

adaptam às condições ecológicas específicas que predominam no momento do estabelecimento deste povoamento. Também se conhece como espécies autóctones.

Espécies de árvores introduzidas: espécies de árvores que se encontram fora da zona, área ou região natural de crescimento. Pode-se chamar também, não autóctones. Incluem-se os híbridos.

Florestamento: estabelecimento artificial de árvores em terras que anteriormente não estavam cobertas de floresta.

Reflorestamento: estabelecimento artificial de árvores em terras que anteriormente estavam cobertas de florestas.

Desflorestamento: conversão do uso da terra, que traz consigo a eliminação da cobertura vegetal, com redução da mesma a menos de dez por cento do original. As transformações dentro da classe florestal (por exemplo de floresta fechada para aberta) que afetam negativamente o sítio e, em especial, diminuem a capacidade de produção, se denomina *degradação florestal*.

Degradação das florestas: na maioria dos casos, a degradação não se manifesta em uma diminuição da superfície da vegetação florestal, e sim em uma diminuição gradual da biomassa, com mudanças na composição das espécies ou na degradação do solo. A exploração florestal para produzir toras (madeira roliça) para serrados ou lâminas, sem um adequado plano de manejo, pode contribuir com a degradação, se a extração de árvores maduras não é acompanhada de sua regeneração ou se o uso de máquinas pesadas causam a compactação do solo ou a perda da superfície florestal produtiva.

Plantios florestais: são aquelas formações florestais implantadas no contexto do processo de florestamento ou reflorestamento. Estas podem ser espécies introduzidas ou nativas, que cumprem com os requisitos de uma superfície mínima de 0,5 hectares; uma cobertura de copa de pelo menos 10% da área de terra ocupada, e uma altura total das árvores adultas acima de cinco metros.

Plantios florestais estão se expandindo em todo mundo, especialmente nos

trópicos e subtropicais. Esta expansão é devido a fatores que incluem a urgente necessidade para atender às demandas local e global por madeira oriunda de plantios florestais; pressão da comunidade para diminuir a dependência de florestas nativas para o fornecimento de madeira; e a possibilidade de aumentar a integração dos plantios florestais com outros usos do solo para diminuir o processo de degradação do mesmo (NAMBIAR, 1999, p. 01).

EVANS (1999, p. 35) concluiu que o desenvolvimento de plantios florestais bem sucedidos depende fundamentalmente da participação das pessoas do entorno do projeto. Se a comunidade local estiver comprometida, as florestas plantadas, terão grandes chances de sucesso. Por outro lado, os requisitos técnicos para o sucesso de plantios florestais nos trópicos devem estar firmemente fundamentados sobre uma silvicultura sólida, assim como ocorre com os plantios florestais de clima temperado. As florestas plantadas são um instrumento flexível de desenvolvimento sustentável, não sendo um substituto para as florestas de formação natural, mas um complemento das mesmas

Através da política de incentivos fiscais para o reflorestamento no Brasil foram implantados aproximadamente 6,9 milhões de hectares de plantios florestais. Das áreas consideradas atualmente como potencialmente produtivas (5,0 milhões de hectares), 59% são de *Eucalyptus*, 37% de *Pinus* e 4% de outras espécies. A maioria dos plantios está localizada nos estados de Minas Gerais (47,6%), São Paulo (39,4%), Paraná (39%) e Rio Grande do Sul (12%). Na Amazônia, dois estados aparecem nas estatísticas, Amapá e Pará com 6,4 e 3,1% dos plantios potencialmente produtivos, respectivamente (DELEPINASSE e BONSE, 2002, p. 50-51).

As florestas plantadas, com apenas 1,31% da área ocupada, contribuem em cerca de 17% da produção nacional de madeira, e esta contribuição tende a aumentar uma vez que existem áreas ainda não incorporadas ao processo produtivo (DELEPINASSE e BONSE, 2002, p. 197).

Existem relativamente poucos plantios de folhosas tropicais de alta

qualidade por uma variedade de razões, notadamente em função de alguns problemas como a *Hypsipyla* que causa a “broca do ponteiro”, causando dano às Meliaceas – mognos, khayas, e cedros tropicais - além de outros problemas que resultam do inadequado entendimento da ecologia das folhosas tropicais. Uma exceção é a *Tectona grandis*, que tem sido plantada com sucesso em muitos países tropicais com uma área acima de 2 milhões de hectares. Não há dúvida que o melhor entendimento de como crescem as espécies folhosas de qualidade é uma condição que ajudará a aliviar a pressão que resulta no desflorestamento tropical (EVANS, 1999, p. 29).

Um dos fatores básicos para o êxito do reflorestamento é utilizar espécies adequadas à ecologia das diferentes regiões. Desta forma, será possível obter rendimentos quantitativos e qualitativos satisfatórios de acordo com as condições potenciais do meio ambiente. Outro fator de importância é utilizar para cada espécie, nos diferentes locais, as procedências geográficas mais adaptadas, e um terceiro fator, também essencial, é usar sementes de boa qualidade (GOLFARI et al., 1978, p. 10).

Plantios florestais têm sido recentemente estabelecidas em muitas áreas tropicais, mas o conhecimento das técnicas de produção de mudas e plantio é limitado às espécies de rápido crescimento como as dos gêneros *Eucalyptus*, *Acacia* e *Pinus*, e algumas poucas outras espécies comerciais. Todavia, existem muitas espécies de árvores nativas, e algumas delas, possuem características apropriadas para serem utilizadas em plantios. O desenvolvimento de pesquisas sobre produção de mudas e métodos de plantios destas espécies pouco conhecidas é uma prioridade em muitos países tropicais (KOBAYASHI et al., 2001, p. 10). Além disto, é necessário conhecer as exigências e limitações destas espécies em relação aos fatores de clima e solo, para o sucesso dos plantios.

Outro desafio é como melhorar e manter a produtividade dos plantios florestais. Muitos desses plantios são estabelecidos sobre solos muito pobres em nutrientes em relevo acidentado, sujeito à erosão. Embora os plantios tenham um potencial para alta produtividade, podem apresentar baixos rendimentos e degradar o sítio se forem manejados inadequadamente. É necessário obter informações sobre os

fatores que controlam a produtividade dos plantios para uma larga faixa de solos e condições ambientais, e também sobre quais técnicas se manejará o sítio para manter a produtividade das sucessivas rotações em regime de produção sustentada (KOBAYASHI et al., 2001, p. 11).

Tem-se conhecimento que muitos plantios de espécies florestais são conservadores dos nutrientes do solo, mantendo a sua produtividade. Porém, onde a produtividade é alta, a demanda por nutrientes é também alta em alguns casos. *Eucalyptus* spp. tem geralmente uma alta relação nutriente versus eficiência de uso do solo, isto em função de que é uma espécie altamente produtiva, que demanda uma alta taxa de absorção de nutrientes do solo (GHOLZ e LIMA, 1997, p. 234).

As espécies que produzem madeira dura valiosa, com grande período de rotação e crescimento lento, têm propriedades tecnológicas, tais como a resistência, duração natural, dureza, processamento fácil, e aparência (grã, desenho, textura, cor e outras qualidades estéticas) que as fazem apropriadas para usos nobres, como para fabricação de móveis. Contudo, devido ao fato de que muitas espécies de madeira valiosa são difíceis de manejar, pelos seus requisitos ecofisiológicos ou a sua susceptibilidade aos insetos e enfermidades, tem-se dado ênfase às espécies mais fáceis de cultivar. Nos países tropicais, a teca (*Tectona grandis*); o mogno (*Swietenia* spp.) e o jacarandá (*Dalbergia* spp.) são as principais espécies de madeira dura provenientes de plantios (FAO, 2002, p. 33).

Na Amazônia, duas espécies nativas têm sido plantadas pela iniciativa privada em projetos de reflorestamento, o paricá (*Schizolobium amazonicum*) e a castanheira (*Bertholletia excelsa*). Entre as exóticas, plantios de teca (*Tectona grandis*); híbridos de *Eucalyptus* spp. e *Acacia mangium* são as mais importantes.

As projeções da oferta de madeira a partir dos plantios de madeira dura existentes indicam que, devido à distribuição das classes de idade e aos largos períodos de rotação, não haverá um aumento significativo na oferta nos próximos 20 anos (FAO, 2001 *apud* FAO, 2002, p. 34).

A promoção futura de madeiras duras de alta qualidade requer que se faça

ações firmes no sentido de selecionar espécies que tenham uma versatilidade de usos e o desenvolvimento necessário para manter os nichos de mercado, assim como padrão elevado e sustentável de produção para comercialização. A seleção cuidadosa dos sítios, o uso de germoplasma de origem genética superior e boas práticas silviculturais são todos elementos importantes. Além disso, pode ser necessário estabelecer incentivos a fim de estimular o investimento privado, devido aos largos períodos de rotação (FAO, 2002, p. 34).

De acordo com SILVA e UHL (1992, p. 259) o comportamento silvicultural de mais de uma centena de espécies nativas e algumas dezenas de espécies exóticas têm sido observadas em plantios experimentais na Amazônia em diferentes condições, tais como em plena abertura, sob vegetação matricial e em plantios agroflorestais.

Pelo menos duas centenas de espécies nativas devem ter sido testadas, porém poucas passaram para estudos mais detalhados sobre a produção de sementes, fornecimento de mudas e as técnicas de implantação e condução dos povoamentos. Apesar do progresso nos conhecimentos tecnológicos adquiridos, o processo de reposição das espécies não tem sido feito na escala devida (YARED, 1990, p.62).

O enfoque dado pela pesquisa à silvicultura de plantios na Amazônia não tem sido aquele de aconselhar a substituição da mata nativa, muito heterogênea em espécies, por plantios puros muito mais produtivos. Plantios são indicados em casos específicos onde a necessidade de material mais homogêneo (celulose) ou para fins energéticos, e onde a intenção seja aumentar o valor da terra pela introdução de espécies florestais de alto valor comercial em uma vegetação matricial normalmente de baixo valor econômico como as capoeiras. Em todos os casos, os plantios são preferencialmente indicados para áreas florestais já perturbadas, onde predominam florestas secundárias e/ou pastagens abandonadas (SILVA e UHL, 1992, p. 259).

Apesar de decorridos cerca de 40 anos em pesquisas silviculturais na Amazônia, persiste uma demanda muito elevada, por tecnologias que garantam uma produção auto-sustentada dos recursos naturais. É importante, portanto, que se

estudem todas as possíveis alternativas, para que no futuro se possa garantir o desenvolvimento florestal da região, de maneira auto-sustentável.

2.3. FATORES QUE DETERMINAM O CRESCIMENTO DAS ÁRVORES

Rendimento ou Produção é a quantidade de um determinado produto coletado ou coletável em um sistema de produção ao fim de um determinado período. Em muitas situações, o rendimento pode dividir-se em potencial, que representa toda a quantidade do produto possível, e real, que representa o produto extraído (FINEGAN, 1997, p. 67).

Crescimento é o aumento de tamanho que apresentam os organismos, conforme passa o tempo. A quantidade de crescimento determinada por duas medições, uma no início e outra no final deste período, se denomina *incremento*. O incremento determina o rendimento e pode visualizar-se como a taxa de acumulação de um produto e, em um sentido estreito das ciências florestais, é simplesmente a taxa de acumulação de rendimento (FINEGAN, p. 67). O crescimento se dá simultâneo e independentemente em diferentes partes de uma árvore e pode ser medido através de diversos parâmetros, tais como crescimento em diâmetro, em altura, em tamanho de copa, volume de fuste, etc (PHILIP, 1994, p. 89).

O crescimento e o rendimento florestal variam entre sítios em função do clima, tipo do solo, espécie e procedência – a primeira fonte de variação. O crescimento e rendimento alteram-se também em relação à densidade do plantio, dentro de um sítio determinado. No entanto, um fator comum para todas as classes de sítio e densidades, é que o incremento médio anual (IMA) depende do incremento corrente anual (ICA) e que este último é o produto das interações competitivas das árvores do povoamento (FINEGAN, 1997, p. 70).

A um nível mais prático, os estudos do crescimento e rendimento florestal se fundamentam na medição das dimensões da árvore como o diâmetro do fuste e altura, e o cálculo de outras variáveis derivadas destas, como a área basal e o volume.

Os incrementos e rendimentos derivados de tais estudos podem ser relacionados com fatores como estrutura, densidade do povoamento e a qualidade do sítio, para se ter um entendimento adequado em relação a muitos objetivos do manejo (FINEGAN, 1997, p. 68).

O crescimento de povoamentos puros e coetâneos é afetado pelos seguintes fatores: estágio de desenvolvimento, idade, qualidade do sítio, espécies, densidade em termos de área basal por número de árvores por hectare e tratamentos das parcelas. Na medida em que os fatores que influenciam o crescimento dos talhões são em geral interdependentes, os princípios inerentes ao crescimento, normalmente serão incrementados pelas interações destes fatores (DANIEL et al., 1979, p. 305)

Após o período de estabelecimento, e uma vez que o crescimento não seja prejudicado por deficiências, doenças ou outro dano, a quantidade de espaço para crescimento que uma árvore dispõe determinará o crescimento, o desenvolvimento e a produção do povoamento como um todo. O espaçamento inicial entre árvores, a escolha do tempo e a intensidade do desbaste determinam o "espaço de crescimento da árvore" que, depois da escolha da espécie, são provavelmente os elementos que exercem maior influência sobre as árvores (EVANS, 1992, p. 119).

As manipulações silviculturais do sítio relacionadas ao déficit hídrico devem ser consideradas em conformidade com duas fases: 1) estabelecimento do povoamento – a sobrevivência inicial e crescimento das árvores antes do início do fechamento do dossel e 2) crescimento do povoamento - o crescimento e desenvolvimento do talhão após o fechamento do dossel. Na fase de estabelecimento, a ênfase silvicultural é sobre as árvores individuais. As práticas são geralmente estabelecidas para maximizar as reservas de umidade do solo e a exploração dessas reservas pelas plântulas – com ou sem competição da vegetação. Após o fechamento do dossel, a ênfase dada aos indivíduos desloca-se para a produtividade do povoamento como um todo. Nesta fase, a sobrevivência dos indivíduos é de menor importância e, a mortalidade de algumas árvores é esperada (NEWTON et al., 1986, p. 38).

A distribuição e frequência dos diâmetros em um plantio florestal pode variar enormemente com a espécie cultivada, idade e o histórico das intervenções silviculturais. Plantios coetâneos que tem sido regularmente desbastados podem apresentar uma pequena variação do diâmetro em torno da média; em contraste, plantios que não tem sido desbastados podem apresentar uma maior variação diamétrica. Normalmente plantios de mesma idade têm a tendência a apresentar distribuições simples, normal ou levemente oblíqua, embora em alguns exemplos, o desbaste pode produzir uma distribuição bimodal (PHILIP, 1994, p. 111). Outros modelos de crescimento comumente relatados são a distribuição Beta e a distribuição Weibull.

As alturas dos plantios florestais, geralmente têm uma distribuição quase normal ou levemente oblíqua. A distribuição exata varia com a espécie, sítio ou histórico dos desbastes. Solos férteis, espécies tolerantes à sombra e plantios não desbastados, tendem a apresentar altos coeficientes de variação em relação a sítios menos férteis, e a espécies que demandam mais luz ou plantios que sofreram desbastes (PHILIP, 1994, p. 131).

2.4 COMBINAÇÃO SÍTIO E ESPÉCIE

Existem duas importantes questões na ciência florestal: quais árvores (espécies, procedências ou clones) irão crescer sob um sítio específico e quanto será a taxa desse crescimento?

Antes de realizar um plantio tem-se que indagar sobre as espécies e procedências que convém escolher para os sítios disponíveis, e sobre as necessidades, potenciais e possibilidades para o melhoramento genético. Bons resultados requerem uma cuidadosa combinação de espécies e procedências com o sítio (HEYBROEK, 1982, p. 01).

Um problema muito frequente que se apresenta é que se desconhece as necessidades fisiográficas, edáficas e climáticas da maioria das espécies florestais, as

quais são importantes no momento de plantar (TSCHINKEL, 1972 *apud* MARTINEZ, 1989, p. 33).

As características químicas dos solos dos plantios afetam o crescimento da árvore pela influência não somente do processo relacionado ao fornecimento de nutriente mas também outros processos do ecossistema como a decomposição da serrapilheira e atividades dos microorganismos (KHANA e ULRICH, 1984, p. 80).

Como na silvicultura de plantios florestais em regiões de clima temperado, a correta combinação espécie/sítio é um fator chave para o sucesso de um plantio florestal. O uso bem sucedido de florestas plantadas nos trópicos estará na dependência de uma seleção apropriada das procedências para um sítio específico, com desenvolvimento de raças locais e desenvolvimento de alguma estratégia de melhoramento genético florestal. Entre os “pinus tropicais” e eucaliptos, notáveis melhoramentos têm sido realizados como resultado da atenção dos geneticistas (EVANS, 1999, p. 29).

GOLFARI (1978, p. 10) afirma que nos estudos de viabilidade para a implantação de maciços florestais, o clima é normalmente o primeiro fator da aptidão ecológica a ser estudado, ou seja, é o clima com suas múltiplas variáveis (precipitação, umidade, temperatura máxima, temperatura mínima, radiação) que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie ou procedência, enquanto o solo regula o nível de produção.

A produtividade de terras florestais é largamente definida em termos de *qualidade de sítio*, que é medida como a máxima quantidade de madeira produzida (volume) em determinada área em um determinado período de tempo (DANIEL, 1979, p. 235).

Qualidade de sítio é a soma de vários fatores ambientais: profundidade e textura do solo, características do perfil, composição mineral, topografia do terreno, exposição, microclima, espécie, e outros. Estes fatores, por sua vez, são funções da história geológica, fisiografia, macroclima e desenvolvimento sucessional (DANIEL et al., 1979, p. 235).

No contexto do manejo para a produção de madeira, a qualidade de sítio pode ser definida como "a produção potencial de madeira de um sítio para uma particular espécie ou tipologia florestal" (CLUTTER et al., 1983, p. 31). As palavras "bom" e "pobre" são freqüentemente usadas como adjetivos da qualidade de sítio e simplesmente implicam em potencial produtivo alto ou potencial baixo, respectivamente. É preciso ressaltar que um determinado local pode ter uma boa qualidade de sítio para uma espécie, porém apresentar uma pobre qualidade de sítio para outra.

SCOLFORO (1997, p. 13) enfatiza que a estimativa da qualidade de sítio mediante a "classificação multifatorial de sítio" é seguramente o procedimento de classificação da produtividade mais eficiente, no entanto pela sua complexidade não é implementado em nível operacional. Neste procedimento, faz-se uso de estatística multivariada, a qual possibilita interpretar um conjunto de vários fatores ao mesmo tempo. Assim, pode-se identificar se precipitação, umidade relativa, temperatura, profundidade do solo, macro e micro nutrientes, dentre outros, explicam com a mesma intensidade ou não a qualidade do sítio. Identificados os fatores que melhor explicam a produtividade, pode-se então promover a classificação do mesmo. Além disso, ao identificar os fatores limitantes do sítio para determinada espécie, é onde se apresentam as oportunidades ao silvicultor para intervir no manejo do plantio.

Produtividade de um plantio florestal é basicamente uma função relacionada às propriedades do solo e às características do clima. De maneira geral, considera-se que as propriedades físicas do solo são mais importantes que as químicas no manejo dos plantios florestais.

Textura, profundidade e situação topográfica são atributos físicos do solo que não podem ser modificados, exceto no caso de erosão. Por outro lado, estrutura do solo, porosidade e conteúdo de matéria orgânica do solo, podem ser fortemente influenciados por práticas silviculturais (DANIEL et al., 1979, p. 183).

As três contribuições essenciais do solo para o crescimento das árvores são o suporte físico, os minerais e a água necessária para os processos fotossintéticos.

Entre as propriedades físicas, a profundidade do solo é um fator significativo na avaliação da qualidade do sítio de uma área, uma vez que, solos com maior profundidade tendem a estar associados com um maior fornecimento de nutrientes, maior capacidade de retenção de água e menos problemas de tombamentos pelo vento (DANIEL et al., 1979, p. 185-86). No entanto, solos antigos e profundos como os Latossolos que ocorrem na Amazônia, em geral não apresentam boa fertilidade.

Um exemplo de bem sucedida caracterização das necessidades das espécies para combinar com os sítios citado por EVANS (1999, p.29), é o que ocorre no ACIAR – Australian Centre for International Agricultural Research, com o uso dos programas PLANTGRO[®] e BIOCLIM[®], que tem refinado consideravelmente o entendimento de onde as espécies australianas e africanas irão crescer bem (BOOTH, 1991a, p. 53-56).

Há mais de 40 anos, a FAO (1959) publicou um resumo dos métodos utilizados em todo mundo para escolher espécies arbóreas. Este trabalho ressalta que o clima, o solo e a topografia determinam a aptidão do lugar, e que a vegetação natural é importante como indicador das condições do meio ambiente. Em síntese, concluiu-se que é a combinação do regime de chuvas com o regime de temperaturas, que determinam quais espécies crescem ou podem crescer em uma zona, acrescentando-se a influência dos fatores de solo, particularmente sua capacidade para reter água (BOOTH, 1991a, p. 51).

2.5 QUALIDADE DO SÍTIO COM REFERÊNCIA À ALTURA

Entre as características da vegetação, a altura é o parâmetro mais usado na avaliação da qualidade de sítio. Apesar de que o volume seria o parâmetro mais apropriado para se avaliar a capacidade de uma determinada área para produzir madeira, existem alguns inconvenientes que tornam difícil sua aplicação, entre os quais se destacam (TOBAR, 1976, p. 6):

1. O volume é influenciado pela idade, espécie, densidade e tratamentos que foram realizados no talhão.

2. O volume é influenciado por fatores genéticos.
3. A estimativa do volume real de um povoamento é uma operação laboriosa e complexa.

Devido às limitações do uso do volume como indicador da qualidade de sítio, os investigadores preferem a utilização da altura, e, em geral consideram o parâmetro mais apropriado para este fim.

Segundo CLUTTER et al. (1983, p. 34) para muitas espécies madeiráveis importantes, o crescimento em altura é pouco afetado pela variação da densidade do povoamento, e os procedimentos para estimar a qualidade de sítio baseado nos dados de altura, são as técnicas mais comuns para avaliar a produtividade do sítio.

Deve-se considerar, ademais, que para muitas espécies e em muitos locais, o crescimento está fortemente correlacionado com o crescimento potencial do volume, sendo tanto maior quanto melhor a qualidade do sítio (SCOLFORO, 1997, p. 16).

2.6 MÉTODOS PARA PREDIZER O CRESCIMENTO DE PLANTAS

O quadro 1 apresenta uma breve descrição dos métodos correntes para predizer o crescimento de plantas.

Conforme foi observado por HACKET (1997, p. 12), há basicamente três grupos de métodos para predição (quadro 1). O primeiro destes contém métodos unidimensionais, que são baseados sobre o que se pode chamar de "fatos". O segundo grupo produz predições pelo uso de relações entre fatores e crescimento. E, o terceiro grupo, também produz estimativas das relações sítio/espécie, mas estas relações são obtidas por inferência.

HACKET (1997, p. 14) observa que a tendência natural no meio científico, é escolher o "melhor" método, mas quando se lida com informações imprecisas, raramente existe um "melhor método". Por este motivo, deveria-se optar pela utilização de vários métodos, como exemplo, no presente contexto, poderia ser: (a) observações diretas das condições experimentadas; (b) base de dados experimentais sob diversas condições; e (c) percepção pessoal sobre as prováveis relações

clima/solo/espécie.

QUADRO 1 - MÉTODOS PARA PREDIZER O CRESCIMENTO DE PLANTAS POUCO CONHECIDAS

I. Método factual (Sim/Não predições)

1. Método de avaliação da tolerância/limites: uso de avaliações informais para estabelecer os limites/tolerância das espécies sobre fatores ambientais individuais e inferências a partir destas;
2. Método homosférico I: ampla caracterização das espécies sobre um espaço bem conhecido (ex. textura do solo, faixa de precipitação, faixa de temperatura) e identificação dos sítios que se enquadram dentro deste espaço (BOOTH, 1991a);
3. Método homosférico II: aproximar pela mensuração, *i.e.* medir o crescimento sobre sítios de referência e então prever o crescimento para outro sítio por analogia com àqueles sítios de referência (CLUTTER et al., 1983).

II. Métodos correlativos (efeitos dos fatores sobre a produção)

1. Métodos matemáticos e estatísticos relacionando fatores com produção;
2. Descrição empírica de respostas das espécies aos fatores ambientais usando dados a partir de:
 - (a) experimentos;
 - (b) conhecimento pessoal das relações espécies vs. fatores (métodos baseados na experiência),
 - (c) análises de crescimento sobre um grande diferencial de sítios - de preferência, espacialmente selecionados e bem descritos (HACKETT, 1996);
3. Modelagem de processos - simulações integradas de resposta dos processos fisiológicos das plantas aos fatores ambientais (JONES e KINIRY, 1986).

III. Métodos inferenciais (estimativa dos efeitos sem os dados de produção)

1. Uso de condições conhecidamente marginais para as espécies (HACKETT e HARRIS, 1996);
2. Comparação das espécies com uma variedade de conjunto de referências sobre as mesmas (HACKETT, 1996);
3. Estimativa das tolerâncias aos fatores ambientais (FAO, 1994);
4. Sistemas especialistas de análises das condições sobre as experiências das espécies, usando:
 - (a) observações diretas no campo por indivíduos (HACKETT, 1996);
 - (b) descrições textuais e/ou tabular (WEBB et al., 1984);
 - (c) estimativas computacionais a partir do ajuste das respostas do solo e clima para locais conhecidos (BOOTH, 1991b);
 - (d) estimativas a partir de dados georeferenciados (SIG) para locais conhecidos.

FONTE: HACKETT, C. New developments in predicting the growth of lesser-known plants: their relevance to the role of databases on forest trees and their environment. In: Tree performance databases and selection systems, 1995, Canberra. **Proceedings...** Camberra: CSIRO/RIRDC, 1997. p. 12-17.

NOTA: Métodos I:2 e I:3 são basicamente para sítios específicos. Os demais não são para sítios específicos.

Há um acervo de informações sobre as propriedades ecológicas das espécies arbóreas nos livros especializados e nos textos de silvicultura tradicionais.

Estas informações parecem uma quantidade impressionante, porém observando-a mais detalhadamente, descobre-se suas lacunas, já que são principalmente quantitativas e não qualitativas. Por exemplo, para determinar a espécie mais adequada para um novo sítio, só há indicações sobre as espécies que convém ensaiar; assim os ensaios de espécies seguem sendo um imperativo (HEYBROCK, 1982, p. 02).

GOLFARI et al. (1978, p. 12) dividiram o Brasil em 26 zonas bioclimáticas segundo sua altitude, clima e tipo de vegetação. Sobre a base dos conhecimentos de sua distribuição natural e dos resultados experimentais surgiram quais espécies deveriam ser, a princípio, adequadas para cada região.

WEBB et al. (1984) prepararam um compêndio de informações das espécies apropriadas para plantios tropicais e subtropicais, e incluíram informações sobre taxonomia, origem natural, exigências de clima e solo, silvicultura, potencial produtivo, função no uso da terra, qualidade da madeira, usos, características da semente e principais pragas e enfermidades de 173 espécies. Também elaboraram um programa computadorizado chamado INSPIRE que permite consultar todos estes dados para averiguar quais espécies são mais apropriadas em cada ocasião. A finalidade do programa é facilitar aos pesquisadores a eleição das espécies que convém ensaiar. Existe porém a necessidade de fazer testes *in situ* antes de lançar-se a plantar em grande escala.

Na década de 90, foi elaborado um programa que combina o sistema de avaliação de solo da FAO com o modelo idealizado por HACKETT (1988), para avaliar o comportamento de espécies não tão bem conhecidas. Este programa avalia as limitações de solo, clima e tipo geral em mais de 10.000 locais da África, e simula quais são as condições que limitam o crescimento. No entanto, ainda falta muito por fazer, relatar e testar as descrições correspondentes entre espécies arbóreas e locais de plantio. De todo modo, se necessitam de modelos como este para predizer não só onde pode crescer cada árvore em particular, mas também em que medida prosperará (BOOTH, 1991a).

Talvez a maior limitação dos métodos atuais é que somente indicam os locais em que valeria a pena testar uma espécie. No melhor dos casos sugerem onde o clima é ótimo, mas não predizem, entretanto, como se comportará uma espécie para um local específico. Este é o problema fundamental (BOOTH, 1991a).

Uma das razões da falta de conhecimentos para predizer o crescimento das espécies é o alto custo da condução dos experimentos. Recursos para pesquisar plantas de alto valor comercial são encontrados, principalmente quando é de interesse da iniciativa privada, porém para outras espécies potenciais menos conhecidas, os recursos para experimentação são escassos.

A possível solução para este problema começou a surgir na década de 1980, quando o Dr. Clive Hackett¹, percebeu que o conhecimento próprio das relações planta e ambiente adquirida por agrônomos experientes poderiam ser usadas para realizar predições (HACKETT, 1988). Os métodos elaborados para fazer uso destes conhecimentos foram então melhorados e publicados como um programa de computador chamado Plantgro[®] (HACKETT, 1991).

Um dos métodos utilizados no zoneamento ecológico é o modelo Plantgro[®], desenvolvido originalmente pela divisão de Recursos de Terra e Água do CSIRO, Austrália. O Plantgro[®] tem grande aceitação em agronomia, porém sua utilização na área florestal é incipiente. Foi utilizado inicialmente na elaboração do Plano Nacional para Plantios Florestais na Indonésia, cujo trabalho encontra-se na fase de calibração do método; seu banco de dados atualmente inclui 200 espécies e 150 tipos de solos (BOOTH e FRYER, 1995, p 130; HIGA, 1995).

O Plantgro[®] baseia-se em três bancos de dados para predição da performance de plantas, contendo informações de solos, de clima e das relações fisiológicas planta-solo-clima. O banco de dados de clima e solo utilizam 22 variáveis, incluindo pH, textura, profundidade, níveis de N e P, assim como dados semanais ou mensais sobre temperatura máxima, precipitação, evaporação e radiação solar. Os

¹ Autor do programa Plantgro[®], Plantsoft Services, Austrália.

dados das relações fisiológicas representam as respostas esperadas de cada planta aos fatores ambientais selecionados. Estas relações são empregadas para classificar as limitações de solo e clima (LR's), em uma escala de zero a nove, onde o nove indica condições não aptas (morte da planta) e o zero significa condições ideais. Os efeitos de fatores limitantes se combinam usando a lei do mínimo de Liebig, segundo a qual o fator mais limitante determina o nível de comportamento das plantas (BOOTH e FRYER, 1995, p. 21-22).

O modelo usa métodos de simulação empírica ao invés da simulação fisiológica. Isto reduz a necessidade por dados e possibilita uma larga faixa de espécies que podem ser cobertas e um maior número de pessoas que poderão usa-las (HACKETT e HARRIS, 1996, p. 15).

A validade das predições depende de dois componentes principais: da "engenharia de predição do Plantgro[®]" e do conjunto das relações solo-clima-espécie. A predição realizada pelo programa tem se mostrado altamente robusta. Desde que sejam elaboradas relações eco-fisiológicas com boa qualidade, as predições terão um alto grau de precisão para estimativa da performance da espécie (HACKETT e HARRIS, 1996, p. 40).

2.7 A ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* (TAXI-BRANCO)

S. paniculatum tem sido testado em ensaios comparativos na Amazônia há mais de 25 anos. Os resultados destes experimentos têm indicado a espécie como promissora para produção de lenha e energia, porém seus plantios comerciais ainda são incipientes. Apesar da espécie ocorrer em uma larga faixa de condições edafo-climáticas, é preciso conhecer os fatores de clima, solo e as interações que estão relacionados à maior produtividade da espécie, e como estes fatores interagem.

Segundo MATOS (1993, p. 4), PARROTA et al. (1995, p. 168), DIAS et al. (1995, p. 149-150) e CARVALHO (2003, p. 877), O *S. paniculatum* apresenta as

seguintes características botânicas:

Divisão: Magnoliopsida (Angiospermae).

Classe: Magnoliopsida (Dicotyledonae).

Ordem: Fabales.

Família: Caesalpinaceae (Leguminosae Caesalpinioideae).

Espécie: *Sclerolobium paniculatum* Vogel.

Nomes vernaculares: taxi-branco, taxi-branco-da-terra-firme, carvão-de-ferreiro, carvoeira, velame.

Etimologia: *Sclerolobium* significa "legume duro"; *paniculatum* quer dizer inflorescência em panícula.

Características gerais: árvore de porte médio que geralmente alcança posição de dossel superior das florestas secundárias. Com 8 a 20 m de altura e 30 a 70 cm de DAP, podendo atingir até 30 m de altura e 100 cm de DAP, na idade adulta. A casca é dura e fina; a casca interior consiste de várias camadas de cor amarela e marrom-escuro recobrimo um alburno branco. Perenifólia, as folhas compostas têm folíolos em pares ao longo do ráchis. Os caules, os ráchises, os pecíolos e as veias médias dos folíolos são cobertos de pelos finos e dourados (figura 2.1).

Ramificação: apresenta dominância apical bem definida, de onde partem ramos em ângulos abertos, formando copa estreita.

Casca: com espessura de até 10 mm. A casca é branca a acinzentada, lisa a quase lisa, com cicatrizes proveniente da queda de ramos.

Habitat: nativa de terra firme da região amazônica, ocorrendo também no Centro-Oeste e Nordeste brasileiro.

Características da madeira: madeira de boa qualidade para produção de lenha e carvão, possuindo características comparáveis às madeiras tradicionais

utilizadas na região Sul do Brasil. A massa específica aparente é moderadamente densa (0,65 a 0,81 g.cm⁻³), a 15% de umidade. A massa específica básica varia de 0,60 a 0,70 g.cm⁻³. A madeira apresenta baixa durabilidade natural ao apodrecimento.

Usos: o principal é como matéria prima para a produção de lenha e carvão.

Características sociológicas: pioneira, agressiva, vegetando em ampla faixa de condições edáficas e culturais, aliada a capacidade de associação com bactérias fixadoras de N atmosférico. Possui crescimento rápido, acompanhado de elevada produção e desrama de folhas, com boa formação de serrapilheira.

Clima e Solo (CARVALHO, 2003, p. 879-880):

Precipitação média anual: 800 mm (Piauí) a 2.900 mm (Pará).

Deficiência hídrica: nula (arredores de Belém, PA e noroeste do Amazonas) até com estação seca de 6 meses (Norte do Piauí e Sul do Maranhão).

Temperatura média anual: 20,9 °C (Sete lagoas, MG) a 29,4 °C (Picos, PI).

Temperatura média do mês mais frio: 16,1 °C (Brasília, DF) a 26 °C (Manaus, AM e Picos, PI).

Temperatura média do mês mais quente: 22 °C (Assis, SP) a 30,9 °C (Picos, PI).

Temperatura mínima absoluta: -2 °C (Assis, SP).

Número de geadas por ano: ausentes ou raras.

Tipos climáticos (Koeppen): tropical (Aw e Am) e subtropical de altitude (Cwa e Cwb).

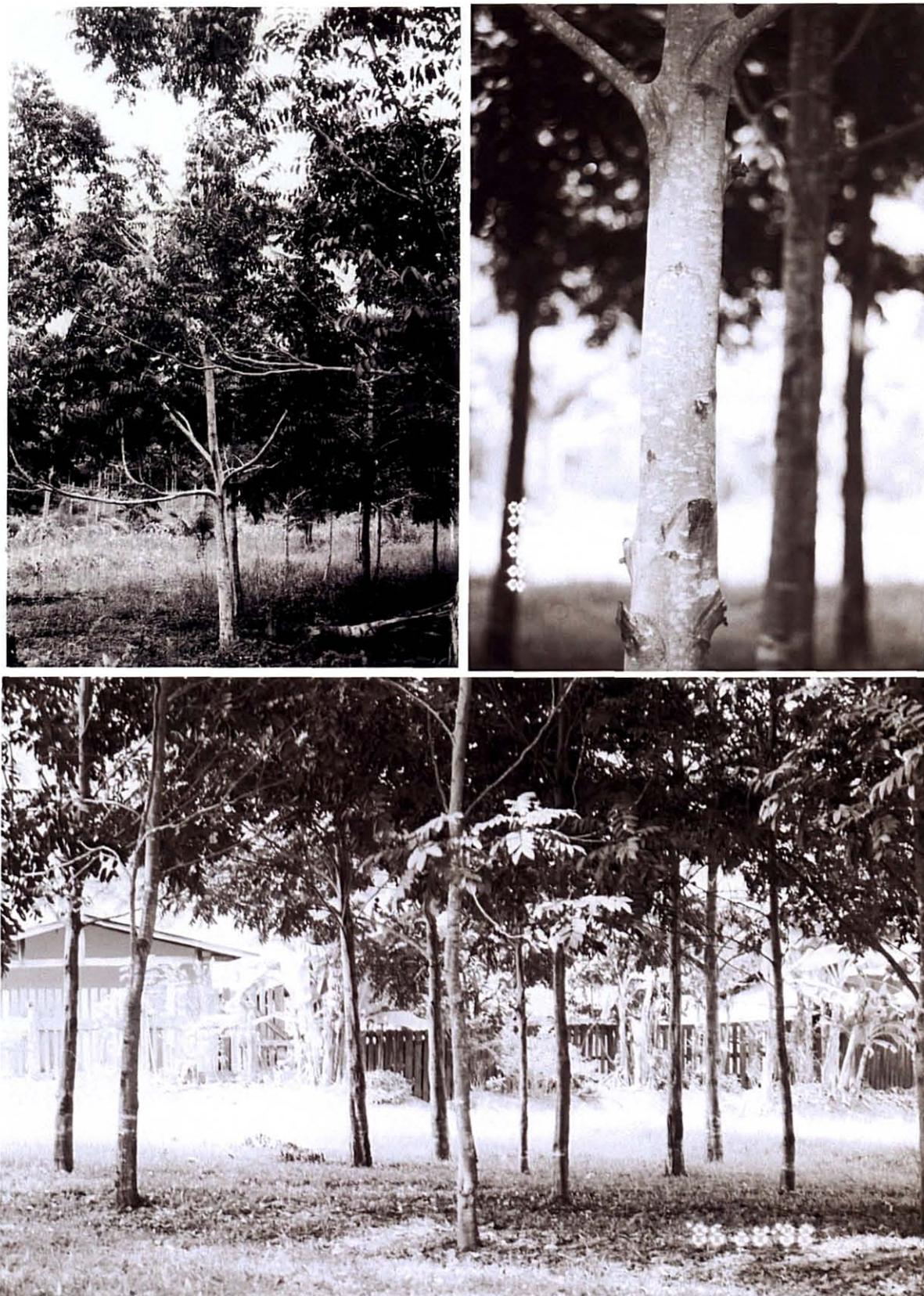
Solos: *S. paniculatum* ocorre nos cerradões de solos arenosos, ácidos, de baixa fertilidade química e bem drenados. É apto para solos arenosos e argilosos, tolerando terrenos terraplenados (subsolo). Em plantios experimentais, na Região Norte, tem crescido melhor em solos de textura muito argilosa e em areias quartzosas.

A madeira produzida pelo *S. paniculatum* tem características similares a madeira de eucalipto, quanto ao poder calorífico e ao rendimento de peso e volume no processo de carbonização. Esta é uma das vantagens da utilização desta espécie para a recuperação de solos, pois no final do período de pousio, o agricultor poderá obter bons rendimentos econômicos com a venda da lenha ou carvão, além de recuperar a área para novos cultivos (MOCHIUTTI et al., 1999, p. 2).

CARVALHO (2003, p. 882) cita que a madeira pode ser usada, principalmente, para produção de lenha e carvão vegetal, em mourões, esteios na construção civil, e para fabricação de embalagens.

MOCHIUTTI et al. (1999, p.3) também observaram ao comparar áreas sob plantio de *S. paniculatum* e capoeira, maior teor de Ca + Mg e P na camada 0-5 cm do solo na área com taxi-branco, demonstrando a capacidade de translocação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo. Além disso, verificaram na área com *S. paniculatum*, maior acúmulo de nutrientes na biomassa que na capoeira tradicional, podendo os mesmos serem disponibilizados por ocasião da retirada das árvores pela queima ou decomposição dos resíduos orgânicos.

FIGURA 2.1 - *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* EM PLANTIOS HOMOGÊNEOS NA AMAZÔNIA, AOS 24 MESES DE IDADE



FONTE: Pesquisa de campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para elaboração deste trabalho foram obtidos nos plantios experimentais do projeto “Zoneamento edafo-climático para seleção de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia” (LIMA et al., 1996), desenvolvido entre 1998 e 2002, nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima. As espécies foram plantadas integrando uma rede experimental coordenada pela Embrapa Amazônia Ocidental, com recursos do PPD-G7, C & T - Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Subprograma de Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia.

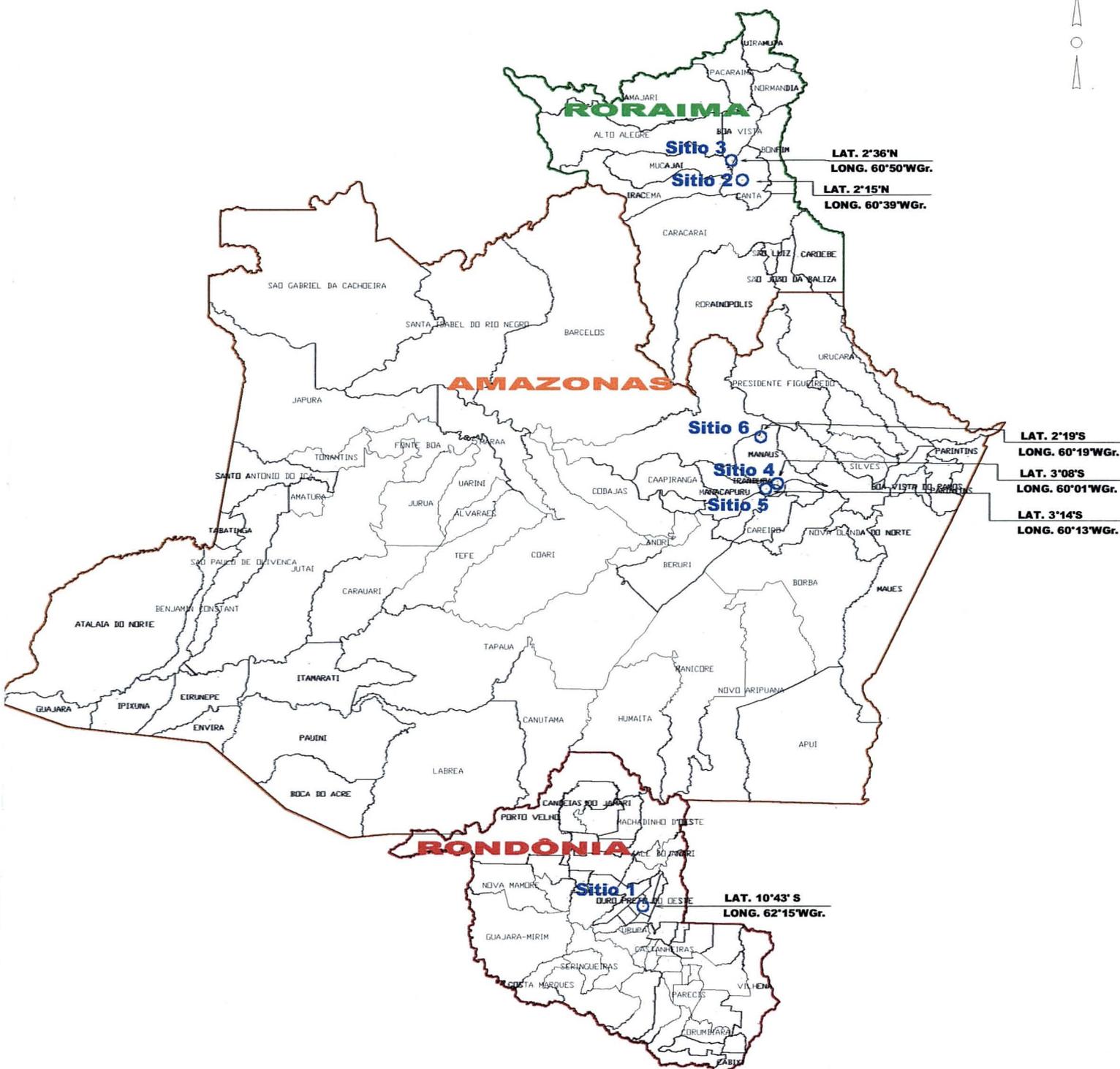
3.1. SÍTIOS ESTUDADOS

A área de abrangência é a Amazônia Ocidental brasileira. Os estudos foram desenvolvidos em 6 sítios, sendo que no sítio 3 (Água Boa - RR) a espécie não foi plantada. Não obstante, a predição do crescimento foi realizada para todos os sítios. A localização dos sítios pode ser visualizada na figura 3.1.

A caracterização geral das áreas abrangidas por esta pesquisa é apresentada no quadro 3.1.

As ações de pesquisa consistiram em analisar o crescimento do *S. paniculatum* nos diferentes ambientes e comparar este crescimento em relação aos fatores de solo (químicos e físicos) e de clima.

FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DOS SÍTIOS ESTUDADOS NOS ESTADOS DE RONDÔNIA (SÍTIO 1), RORAIMA (SÍTIOS 2 E 3) E AMAZONAS (SÍTIOS 4, 5, E 6)



FONTE: BRASIL. Região Norte. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 05.set. 2003 (Adaptado pelo autor).

QUADRO 3.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA, CONDIÇÕES DE CLIMA E SOLO DOS SÍTIOS ESTUDADOS

Sítio	Localização	Município-Estado	Vegetação Primária Predominante	Solo Predominante	Temperatura Média anual (°C)	Precipitação Total Anual (mm)	Altitude (m)
1- Ouro Preto d'Oeste ¹	10° 43' S 62° 15' W	Ouro Preto d'Oeste- Rondônia	Floresta Tropical	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	24,9	1948,8	300
2 - Confiança ²	02° 15' N 60° 39' W	Cantá -Roraima	Floresta de transição	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	27,2	2192,0	94
3 - Água Boa ³	02° 36' N 60° 50' W	Boa Vista –Roraima	Região de cerrado-Savana	Gleissolo Distrófico	28,0	1732,4	90
4 - Km 30 ⁴	03° 08' S 60° 01' W	Manaus-Amazonas	Floresta tropical	Latossolo Amarelo Distrófico..	27,5	2880,9	50
5 - Caldeirão ⁵	03° 14' S 60° 13' W	Irlanduba-Amazonas	Floresta densa de terra firme	Latossolo Amarelo Distrófico	26,3	2519,2	50
6 - DAS	2° 19' S 60° 19' W	Manaus-Amazonas	Floresta tropical	Latossolo Amarelo Distrófico	24,9	2880,9	80

¹FONTE: SCERNE, R.M. C.; SANTOS, A. O. da S. SANTOS, M. M. dos; NETO ANTÔNIO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste-RO: atualização quinqüenal.** Belém: Ceplac/Supor, 2000. 48 p. (Boletim técnico n. 17).

²FONTE: BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In.: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima.** Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.

³FONTE: ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; XAUD, H. M. Alterações químicas do solo após a implantação de sistemas agroflorestais no estado de Roraima. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos Expandidos.** Manaus: Embrapa, Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 21-23.

⁴FONTE: LAMEIRA, O. A.; COIMBRA, J. M. A. **Levantamento e distribuição da precipitação em Roraima.** Boa Vista: UEPAT de Boa Vista, 1988.5 f. (Pesquisa em andamento, n. 12, UEPAT de Boa Vista, EMBRAPA)

⁵FONTE: EMBRAPA-CPAA. **Boletim agrometeorológico.** Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1990. 23 p.

⁶FONTE: EMBRAPA - SNLCS. **Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Campo Experimental de Caldeirão do CPAA/EMBRAPA, Irlanduba, Amazonas.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1990. 74 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, s/n.)

O desenvolvimento metodológico foi concebido a partir do projeto original (LIMA et al.,1996) com o acréscimo de metodologias específicas, para atender aos objetivos deste estudo, conforme as seguintes etapas:

- seleção das espécies e implantação das parcelas experimentais;
- monitoramento do crescimento das espécies;
- caracterização química e física do solo em cada parcela/sítio onde estavam estabelecidas as espécies;
- levantamento das variáveis secundárias de clima para cada sítio avaliado;
- criação do banco de dados de crescimento das espécies nas diferentes condições de clima, solo e idade;
- criação dos bancos de dados para as características edáficas e climáticas dos sítios estudados;
- análise e cruzamento das informações armazenadas nos bancos de dados, para avaliar o desempenho das espécies nas diferentes regiões da Amazônia, utilizando-se o programa Plantgro[®];
- análises estatísticas clássicas para comparar o desempenho das espécies em função dos fatores de sítio.

3.2. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA ESPÉCIE

Entre as 20 espécies implantadas no projeto original, selecionou-se o *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco).

Os critérios para seleção da espécie foram os mesmos concebidos no projeto original (LIMA et al., 1996):

- Taxa de crescimento rápido a médio, com pelo menos 0,60 m/ano de

incremento em altura, em plantios experimentais ou comerciais;

- boa adaptabilidade para crescimento a céu-aberto;
- tecnologia disponível para produção de mudas e plantio; e
- demanda local para produção de madeira para fins energéticos.

Além disto, considerou-se na escolha do *S. paniculatum*, a boa performance na maioria dos sítios, dentre as 20 espécies testadas, pois para algumas espécies ocorreram problemas de perda da parcela por incêndio, má adaptação e falta de material propagativo para estabelecimento das mesmas.

3.3. ESTABELECIMENTO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

3.3.1 Coleta de Sementes e produção de mudas

As sementes para produção das mudas foram coletadas em Belterra-Pará (2° 38' S; 54° 57'W) na floresta nacional do Tapajós, de pelo menos 20 árvores matrizes, de forma que elas tivessem uma base genética suficientemente ampla capaz de representar uma procedência (população). As árvores matrizes foram amostradas ao acaso na população nativa original, escolhendo-se indivíduos saudáveis, com boa forma de tronco, tomando-se o cuidado de manter uma distância mínima de pelo menos duas vezes a altura da árvore, para que não fossem coletadas sementes de árvores aparentadas.

As sementes foram germinadas em sementeiras e posteriormente repicadas para sacos pretos de polipropileno, utilizando-se como substrato solo orgânico e areia na proporção 1:1. Aos 3-4 meses de idade foram estabelecidos os plantios definitivos.

3.3.2 Plantio da Espécie

S. paniculatum foi plantado nos anos de 1998 (Km 30-AM, Confiança-RR, Ouro Preto-RO), 1999 (DAS-AM) e 2000 (Caldeirão-AM) em meses com padrões

mínimos de precipitação, respeitando-se a característica de cada local.

O preparo de solo para todos os sítios foi o mesmo, constando de derrubada e queima da vegetação secundária.

Nos sítios Caldeirão-AM, Ouro Preto-RO, Km 30-AM e DAS-AM os plantios foram realizados manualmente nos meses de fevereiro, abril, maio e agosto, respectivamente. Em Confiança-RR, o plantio foi realizado no mês de julho. O espaçamento foi de 3 m x 2 m (6 m²/planta).

3.4 DELINEAMENTO E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Em cada sítio foram plantadas 81 árvores, com 49 na parcela útil e as 33 restantes compondo a bordadura. As análises foram realizadas em delineamento com um único fator (ambiente), considerando-se cada planta como uma parcela.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa "R[®]-versão 1.8.0" (LHAKA e GENTLEMAN, 1996); e o programa SAS[®] (SAS INSTITUTE, 1988).

3.4.1. Análise de Variância

As análises estatísticas foram realizadas segundo delineamento com um único fator, com dados não balanceados.

O modelo matemático adotado foi o seguinte (MONTGOMERY, 1991, p.54):

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (3.1)$$

Em que:

y_{ij} = observação do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela;

μ = efeito constante (média geral);

τ_i = efeito do i-ésimo tratamento (ambiente);

ε_{ij} = é o erro associado ao i-ésimo tratamento na j-ésima parcela,

assumindo-se $e_{ij} \stackrel{IID}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

As hipóteses testadas considerando-se o efeito de ambiente fixo foram as seguintes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_I$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_{i'} \quad \text{para pelo menos um par } (i, i')$$

Em que:

μ_i = corresponde à média da variável dependente no sítio "i", com i variando de 1 a 5.

Foram analisados os seguintes sítios:

Sítio 1 - Ouro Preto d'Oeste - Rondônia;

Sítio 2 - Confiança - Roraima;

Sítio 4 - Km 30 - Amazonas;

Sítio 5 - Caldeirão - Amazonas; e

Sítio 6 - DAS - Amazonas.

A análise de variância foi realizada conforme o quadro 3.2.

QUADRO 3.2 - QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM UM FATOR SIMPLES, MODELO PARA EFEITOS FIXOS.

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F calculado
Tratamentos	I-1	SQ_{trat}	QM_{Trat}	$QM_{\text{Trat}}/QM_{\text{Res}}$
Resíduo	I(J-1)	SQ_{Res}	QM_{Res}	
Total	IJ-1	SQ_{total}		

FONTE: MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991. 649p.

A partir do resultado do "Teste F" verificou-se o "p-valor". Valores menores que 0,05 de probabilidade foram considerados significativos, e indicaram diferença

entre pelo menos um contraste entre médias

Ao se rejeitar a hipótese de nulidade para o modelo descrito na equação (3.1), pelo Teste F, detectou-se a existência de diferença entre os tratamentos. Para se avaliar quais seriam os tratamentos que apresentavam diferenças, procedeu-se o teste de comparação múltipla de médias, através do Teste de Tukey com nível de significância de 5% (MONTGOMERY, 1991, p. 78).

3.4.2 Verificação dos Pressupostos do Modelo da Análise de Variância

Os pressupostos da análise de variância - normalidade, homocedasticidade, independência e aditividade - foram verificados aplicando-se os seguintes procedimentos (MONTGOMERY, 1991, p.95-100; CHAMBERS et al., 1983, p 123):

a) Normalidade dos resíduos: foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilks e gráfico de probabilidade normal. O objetivo foi avaliar o ajuste dos resíduos à distribuição normal. Se a distribuição dos resíduos é normal, a maioria dos pontos se ajustam sob uma linha reta. Os valores das caudas da distribuição não foram considerados com rigor, porém a presença de pontos extremos indicou a presença de dados discrepantes (*outliers*).

b) Homocedasticidade (homogeneidade da variância): avaliou-se a variabilidade dos resíduos em relação a cada um dos fatores do modelo, através do gráfico de dispersão pela comparação dos tratamentos (fator ambientes) vs. Resíduos. Observa-se a ocorrência de homocedasticidade pela amplitude de variação dos resíduos, a qual deve ser similar em todos os níveis do fator.

Também aplicou-se o Teste de Levene, para testar a homogeneidade das variâncias. O teste é feito a partir da obtenção dos resíduos da análise de variância. Depois, é realizada uma análise de variância (inteiramente ao acaso) dos valores absolutos desses resíduos. As variâncias serão consideradas homogêneas quando o teste F para comparar as médias dos valores absolutos dos resíduos não for significativo ao nível de 5% (SCHEFFÉ, 1959, p. 177; VIEIRA, 1999, p.140).

Na ocorrência da violação dos pressupostos da homogeneidade da variância, aplicou-se a transformação Box-Cox (BOX e COX, 1964, p. 211-243) aos dados originais para estabilizar a variância. Esta metodologia é basicamente um procedimento computacional, baseada no método da verossimilhança, que consiste na obtenção de vários valores de λ e a geração de uma análise de variância com cada transformação de acordo com a seguinte expressão:

$$y^\lambda = \begin{cases} y^{\lambda-1} / \lambda * y_t^{\lambda-1} & \lambda \neq 0 \\ y_t = \ln y & \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

Em que:

y = variável original;

y_t = variável transformada

λ = é um parâmetro estimado a partir dos dados.

Para $\lambda = 0$, utilizou-se o logaritmo natural de "y" para a transformação.

O valor de λ corresponde à correlação máxima (ou mínima para a correlação negativa) no gráfico, e, é então o valor ótimo para λ (NIST/SEMATECH, 2002, p. 235). Uma vez obtido o valor de λ , determinou-se os valores dos dados transformados conforme a equação (3.2), e passou-se a utilizar estes dados para efetuar as análises. Quando isto ocorreu, as conclusões da análise da variância se aplicaram para a população de dados transformados.

c) Independência dos resíduos: esta foi avaliada através do gráfico dos resíduos vs valores preditos pelo modelo - se existir independência, haverá ausência de padrão neste gráfico.

Em função do grande volume de dados, foi realizada uma análise "a priori" das observações influentes que poderiam exercer uma influência desproporcional no modelo utilizado nas análises de variância. Utilizou-se o procedimento "*influence.measures*" do programa R[®] (LHAKA e GENTLEMAN, 1996).

d) Aditividade: a verificação do princípio da aditividade foi verificada pela análise gráfica dos resíduos. Nesta análise o resultado esperado foi de que cada observação estivesse de acordo com o modelo matemático proposto, denominado modelo linear aditivo.

3.4.3 Identificação de dados discrepantes (*Outliers*)

A identificação de dados discrepantes faz parte da análise exploratória dos dados. Este procedimento foi importante, pois um ou mais dados discrepantes poderiam distorcer seriamente a análise de variância. Procedeu-se então, a análise gráfica dos valores preditos pelo modelo *vs* resíduos padronizados - se os erros têm distribuição normal com $\mu_X = 0$ e $\sigma_X^2 = 1$, pode-se esperar que a $\mu_X \pm 1\sigma_X$ contém $\cong 68\%$ dos dados; a $\mu_X \pm 2\sigma_X$ contém $\cong 95\%$; e a $\mu_X \pm 3\sigma_X$ contém $\cong 99\%$ dos dados. Desta forma, foram considerados *outliers* as observações cujos valores ultrapassaram o limite de $\pm 3\sigma_X$.

3.4.4 Análises de correlação simples

Por existirem muitas variáveis, foram realizadas análises de correlação simples entre todas as variáveis de solo e clima, combinadas com as de crescimento e também entre si. O objetivo desta análise foi avaliar a correlação existente entre as mesmas e evitar problemas de colinearidade entre as variáveis preditoras.

3.4.5 Análise de regressão múltipla

A resposta do crescimento da espécie em função das variáveis de solo e clima foi estudada através da análise de regressão múltipla, utilizando-se o procedimento passo a passo (DRAPPER e SMITH, 1981, p. 307). A variável de crescimento considerada dependente foi a *altura (h)* das plantas; e os fatores de solo

nas profundidades 1(0-20 cm), 2(20-40 cm) e 3(40-80 cm) e os de clima foram considerados as variáveis independentes.

Com a aplicação do método passo a passo (*stepwise*), as diferentes variáveis independentes foram sucessivamente acrescentadas (*forward*) ao modelo de regressão. Este processo foi reduzido até um ponto quando o modelo reteve o máximo de termos de regressão significantes, tal que continuando a selecionar variáveis adicionais, pouca diferença foi verificada à quantidade de variação explicada pela equação de regressão.

A análise de variância utilizada para inferir sobre a validade do modelo é descrita no quadro 3.3.

QUADRO 3.3 - QUADRO DA ANOVA UTILIZADO PARA ANÁLISE DOS MODELOS DE REGRESSÃO

FONTE DE VARIÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F ₀
Modelo	p	SQReg	SQReg/p	(SQReg/p)/(SQErro/(n-p-1))
Erro	n-p-1	SQErro	SQErro/(n-p-1)	
Total	n-1	SQT		

FONTE: CHARNET, R.; FREIRE, C.A. de L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. Análise de modelos de regressão linear com aplicações. Campinas: Ed. da Unicamp, 1999.

NOTA: p = número de variáveis regressoras incluindo β_0 ; $n = n^0$ de unidades amostrais.

As hipóteses testadas foram:

$$H_0 : \beta_1 = 0, \dots, \beta_p = 0$$

H_1 : pelo menos um β é diferente de zero

Em que os parâmetros β_1, \dots, β_p , são denominados coeficientes de regressão parciais.

Para definição do melhor modelo, o mais lógico seria àquele que produzisse o máximo valor de R^2 (mínima dispersão residual), no entanto a inclusão de variáveis

preditivas inúteis aumenta progressivamente seu valor, de modo que, no limite, o melhor modelo seria àquele que conteria todas as variáveis candidatas (PEÑA e HUERTA, 1993, p. 165). Para solucionar este problema as variáveis regressoras foram selecionadas acrescentando-se os seguintes critérios (DRAPPER e SMITH, 1981, p. 303):

1. Máximo R^2 ajustado;
2. Estatística C_p de Mallows; e
3. Menor variância residual (quadrado médio do erro-MSE)

A estatística C_p de Mallows, calculada para o modelo com $(p-1)$ variáveis regressoras, é definida como se segue.

$$C_p = SQE_p / s^2 - (n - 2p) \quad (3.3)$$

Em que:

C_p = estatística de Mallows;

SQE_p = soma de quadrado residual;

s^2 = estimativa do quadrado médio do resíduo;

p = número de parâmetros no modelo incluindo β_0 .

Aceita-se que um valor de C_p próximo a $p + 1$, indica que o modelo é adequado em número de variáveis (PEÑA e HUERTA, 1993, p. 166). Quando o valor observado da estatística C_p de Mallows estiver muito acima de seu valor esperado, o modelo não será considerado adequado por ter um valor muito alto da SQE.

O diagnóstico dos modelos de regressão foi realizado mediante os seguintes pressupostos (SILVA, 2003, p. 14-16; PEÑA e HUERTA, 1993, p. 164-74):

Linearidade - a relação entre as preditoras e a variável dependente deve ser linear (análise de correlação);

Normalidade - os erros devem ser normalmente distribuídos. Tecnicamente a normalidade é somente necessária para a validade do teste "t", a estimativa dos coeficientes somente requer que os erros sejam identicamente e independentemente

distribuídos (teste de Shapiro-Wilk e gráfico de probabilidade normal);

Homogeneidade da variância (homocedasticidade) - a variação dos erros devem ser constantes (gráfico dos resíduos x valores ajustados ou resíduos x valores observados);

Independência - os erros associados com uma observação não são correlacionados com os erros de outra observação (teste de Durbin-Watson);

Multicolinearidade - foi observada através do *fator de inflação da variância* (VIF). Ao se verificar valores de VIF maiores que 10, suspeitou-se da presença de multicolinearidade.

Especificação do modelo - o modelo deve ser propriamente especificado (incluindo todas as variáveis relevantes e excluindo as irrelevantes);

Estatísticas de influência - detectar observações individuais que exercem influência desproporcional sobre os coeficientes (resíduos estudentizados, diagonal da matriz "H", D_i de COOK, $DFBETAS_{j,i}$, $DFFITS_i$, $COVRATIO_i$).

Para identificar as observações que poderiam exercer uma influência desproporcional no modelo ajustado, utilizou-se os seguintes critérios (PEÑA & HUERTA, 1993, p. 172):

$$\text{Diagonal H (H-DIAG)} > (2k + 2)/n$$

$$\text{Abs (RSTUDENT)} > 2$$

$$\text{Distância de Cook} > 4/n$$

$$\text{Abs (DFITS)} > 2*(k/n)-1/2$$

$$\text{Abs (DFBETA)} > 2/(n)-1/2$$

$$\text{Precisão da estimação (COVRATIO)} > 1+3k/n$$

Em que k é o número de variáveis preditoras do modelo e n é o número de observações.

3.5 MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES

3.5.1 Variáveis de Crescimento

Para o gerenciamento das variáveis de crescimento das espécies foi utilizado o programa Mirasilv[®] Versão 2.6 (UGALDE, 2000) .

Foram coletados dados de sobrevivência, altura total e comercial, e circunferência a altura do peito (1,30 m), forma do fuste e danos causados por pragas e/ou doenças.

As medições de altura foram feitas utilizando-se régua altimétrica com altura total de 15 m, com precisão de 0,01 m. Para alturas superiores a 15 m, utilizou-se clinômetro e hipsômetro tipo “Carl Leiss Berlin”.

A altura média aritmética da parcela foi obtida pela seguinte expressão (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003, p.133):

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (3.4)$$

Onde:

\bar{h} = altura média aritmética da parcela;

n = número de árvores na parcela;

h_i = altura da árvore, variando de i até n .

As medições da circunferência foram realizadas utilizando-se fita métrica com precisão de 0,1 cm. Posteriormente estes valores foram transformados em DAP, conforme a equação (3.5) (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003, p. 23; SCOLFORO e FIGUEIREDO FILHO, 1998, p. 13):

$$D_i = \frac{C_i}{\pi} \quad (3.5)$$

Em que:

D_i (cm) = Diâmetro à altura do peito (DAP) à 1,30 m de altura do solo;

C_i (cm) = Circunferência à altura do peito (CAP) à 1,30 m de altura do solo.

A área basal da parcela (G_i) foi obtida pelo somatório das áreas transversais (seccionais) de cada árvore - g_i (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003, p. 23; SCOLFORO e FIGUEIREDO FILHO, 1998, p.105), conforme a equação (3.6).

$$G_i = \sum_{i=1}^n g_i = \pi / 40000 \sum_{i=1}^n D_i^2 \quad (3.6)$$

Em que:

G_i (m^2) = área basal da parcela

n = número de plantas da parcela;

g_i (m^2) = área transversal das árvores observadas.

D_i (cm) = diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores observadas.

Considerando-se que não se encontrou na literatura consultada, dados consistentes que estimasse o fator de forma para o *S. paniculatum*, adotou-se para efeito de cálculo do volume o fator de forma igual a 0,45.

Utilizou-se a seguinte expressão (equação 3.7), para a obtenção do volume da parcela (PHILIP, 1994, p.17):

$$V = \sum_{i=1}^n g_i * h_i * F_f \quad (3.7)$$

Onde:

V (m^3) = Volume cilíndrico da parcela;

g_i (m^2) = Área transversal de cada árvore da parcela;

h_i (m) = Altura total de cada árvore da parcela;

F_f = Fator de forma.

A área basal (G/ha) e o volume por hectare (V/ha) foram estimados diretamente pelo programa Mirasilv[®] (UGALDE, 2000), considerando o percentual de sobrevivência das plantas nas respectivas parcelas.

3.6 ESTIMATIVA DA QUALIDADE DO SÍTIO

A qualidade de sítio foi estimada tendo como indicador o crescimento em altura da espécie.

Como a espécie foi avaliada aos 24 meses de idade, considerou-se a altura média de todas as plantas da parcela e não a altura dominante.

3.7 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados de crescimento das espécies foram processados utilizando-se planilha eletrônica Excel[®] e o programa Mirasilv[®] Versão 2.6 (UGALDE A. , 2000). Os dados das variáveis ambientais foram usados para estabelecer três bancos de dados - clima, solos e dados das relações eco-fisiológicas das espécies.

3.8. CARACTERIZAÇÃO EDÁFICA DOS SÍTIOS

3.8.1 Coleta das Amostras de Solo

As amostras para as análises químicas foram coletadas nos meses de agosto e setembro de 2001.

As amostras para as análises físicas foram coletadas nos meses de abril e maio de 2002.

Com o uso do trado, foram coletadas 5 amostras simples nas profundidades de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-80 cm. As amostras foram retiradas na mesma cova na projeção das copas das árvores. Em seguida, formou-se uma amostra composta homogênea, de aproximadamente 500g para cada uma das profundidades.

Todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo e Planta da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus, AM, para análise dos elementos físicos e químicos para cada um dos sítios.

3.8.2 Análise Química do Solo

Para avaliação da fertilidade do solo, foram realizadas análises de fertilidade, micro-nutrientes e nitrogênio conforme descrição no manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA-CNPS, 1997, p. 81-175)

Para atender às exigências do programa “Plantgro”, as variáveis químicas do solo foram concebidas de acordo com as seguintes definições (HACKETT e HARRIS, 1996, p.149-156; LOPES e GUIDOLIN, 1989, p.18-23):

- a) Saturação de bases ($BS_{efetiva}$): é expressa como uma porcentagem da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) e indica a proporção de cations no solo, que são importantes para o crescimento da planta.

O programa considera três opções: muito favorável (acima de 70 %), favorável (entre 70 e 15%) e muito desfavorável (abaixo de 15 %). Como as plantas não respondem diretamente à saturação de bases, nenhuma dessas opções poderá causar a morte das plantas.

A saturação de bases catiônica indica a proporção útil dos cátions, calculado conforme a equação (3.8).

$$BS_{efetiva} = 100 * S / CTC_{do\ solo} \quad (3.8)$$

Em que,

$BS_{efetiva}$ = Saturação de bases da $CTC_{efetiva}$ do solo, expresso em %;

S = soma das bases - $K^{2+} + Na^{+} + Ca^{2+} + Mg^{2+}$;

$CTC_{do\ solo}$ = Capacidade de troca catiônica do solo.

- b) CTC - capacidade de troca catiônica: é definida como a soma total de cátions que um solo pode adsorver (KIEHL, 1979, P. 216). Diferencia-se a $CTC_{efetiva}$ e a $CTC_{a\ pH\ 7,0}$. A CTC efetiva reflete a capacidade do solo em reter cátions próximo ao valor do pH natural e a $CTC_{a\ pH\ 7,0}$ ou CTC potencial do solo, é àquela que tem a capacidade de reter cátions quando se eleva o pH para 7,0 .

Neste trabalho determinou-se a $CTC_{efetiva}$, conforme a equação (3.9):

$$CTC_{efetiva} = S + Al \quad (3.9)$$

em que,

$CTC_{efetiva}$ = Capacidade de troca catiônica efetiva, expressa em $c.mol_c.dm^{-3}$

S = soma das bases: $K^+ + Na^+ + Ca^+ + Mg^+$;

Al = teor de alumínio.

O Plantgro[®] considera também três opções: muito favorável (acima de 35 meq/100g de solo), favorável (entre 35 e 8 meq/100g) e muito desfavorável (abaixo de 8 meq/100g). Como as plantas não respondem diretamente à CTC, nenhuma dessas opções limita a sobrevivência das plantas. A versão 2.1 do programa Plantgro[®] utiliza unidades antigas do Sistema Internacional. Porém, a unidade meq/100 g de solo é equivalente a $c.mol_c.dm^{-3}$.

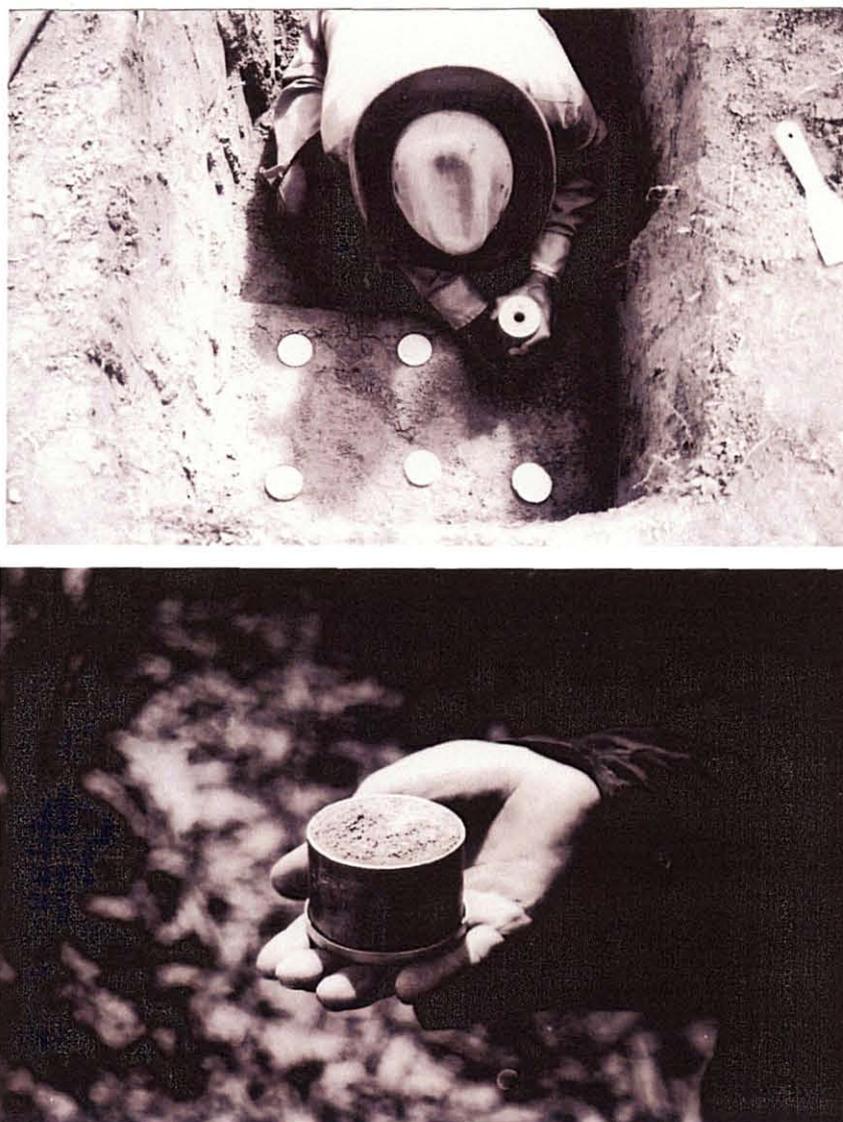
- c) Nitrogênio-N (g/Kg) : No Plantgro[®] o N foi transformado em medidas percentuais de nitrogênio (%N) no solo.
- d) pH: é usado como um indicador que resume os fenômenos associados com a acidez e a alcalinidade do solo.
- e) Fósforo-P (ppm): é um dos principais elementos para o crescimento da planta. Normalmente ocorre em pequena concentração em solo ácidos.
- f) Potássio - K (meq/100g): é também um dos principais elementos para o crescimento da planta. Sua influencia é particularmente importante na translocação dos carboidratos na planta.

Além destas variáveis foram considerados nas análises de regressão os micronutrientes: Ferro (F_e), Zinco (Z_n), Cobre (C_u) e Manganês (M_n). Todos expressos em mg/dm^3 .

3.8.3 Análises Físicas do Solo

As análises físicas foram realizadas com as amostras compostas deformadas, obtidas a partir da coleta de 5 amostras simples por parcela/espécie/sítio; e com as amostras indeformadas (anéis volumétricos), obtidas a partir de cinco amostras por parcela/espécie/sítio, em três profundidades do solo (figura 3.2). Estas análises foram feitas de acordo com EMBRAPA-CNPS (1997, p. 5-46).

FIGURA 3.2 - COLETA DAS AMOSTRAS INDEFORMADAS COM OS ANÉIS VOLUMÉTRICOS



FONTE: Pesquisa de campo.

Para caracterização física do solo, foram realizadas as seguintes determinações:

- 1) Composição granulométrica do solo - foi realizada pelo método da pipeta com dispersão química (N_2OH) e mecânica.
- 2) Profundidade total (profundidade do solo penetrável pelas raízes; equivale a soma das profundidades dos horizontes A e B)- foi determinada através de medição direta com trena de 10 m com precisão de 0,01 m.
- 3) Profundidade do horizonte A - determinada conforme item (2).
- 4) Profundidade do horizonte B - determinada conforme item (2).
- 5) Profundidade (I) da zona de Infiltração - variável de difícil estimativa, em função da grande profundidade dos solos. Na maioria dos arquivos está ausente.
- 6) Aeração - Quantidade de oxigênio acessível às raízes de uma planta. Normalmente está associada com o tamanho dos macroporos e a proporção destes preenchidos com água. Afeta, portanto, a disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular. O Plantgro[®] considera seis classes de aeração, variando desde 1-pantanosos-estagnante até 6 - bem aerado (HACKETT e HARRIS, 1996, p.159). A classe de aeração em cada parcela foi estimada a partir do percentual de macroporos e da textura do solo.
- 7) Declividade - foi considerada apenas em relação à sustentação das plantas. Não foi considerada a limitação para o uso de máquinas.
- 8) Textura do solo - a textura foi considerada apenas em relação à resistência do solo ao crescimento do sistema radicular. Efeito da textura no suprimento de água e drenagem foi considerado por outras variáveis. Para diminuir o número de classes de textura do solo, as mesmas foram reunidas em agrupamento textural, conforme EMBRAPA/CNPS (1999, apêndice B): textura arenosa; textura média; textura argilosa; textura muito argilosa; e textura siltosa.

Além destas variáveis, foram determinadas as massas específicas e curvas de retenção de umidade do solo.

A retenção de umidade foi feita em mesa de tensão para 0,0001 MPa (1,0 pF); 0,006 MPa (1,8 pF) e 0,01 MPa (2,0 pF); e panela de pressão/aparelho de Richard para as tensões de 0,1 Mpa (3,0 pF) e 1,5 Mpa (4,2 pF) (EMBRAPA-CNPS 1997, p. 11-14).

Os parâmetros da porosidade foram obtidos conforme COSTA (1975, p. 347) e descritos nas equações (3.10, 3.11 e 3.12).

$$\text{Porosidade total (\%)} = \frac{100 * (D_r - D_{ap})}{D_r} \quad (3.10)$$

$$\text{Microporos (\%)} = 100 * \frac{(\text{peso amost. à } 0,0063\text{MPa} - \text{peso amost. seca à } 105 \text{ } ^\circ\text{C})}{\text{volume do cilindro}} \quad (3.11)$$

$$\text{Macroporos (\%)} = \text{porosidade total} - \text{microporosidade} \quad (3.12)$$

Em que:

D_r = Densidade real ou das partículas

D_{ap} = Densidade do solo ou aparente

0,0063 Mpa = Corresponde à tensão 1,8 pF

3.8.4 Análise do Perfil do Solo

Foram escavadas trincheiras no centro de cada parcela, com 100 cm de comprimento, 70 cm de largura e 150 cm de profundidade. Além da profundidade 150 cm, perfurou-se o solo mais um metro para avaliar a sua extensão. No total foram abertas 9 trincheiras, onde foi realizada a caracterização de cada perfil dos respectivos solos (figura 3.3).

Para medição das profundidades no perfil do solo, utilizou-se trena com graduação de 0,01m.

As classes de profundidade foram qualificadas conforme EMBRAPA/CNPS (1999, apêndice A) em :

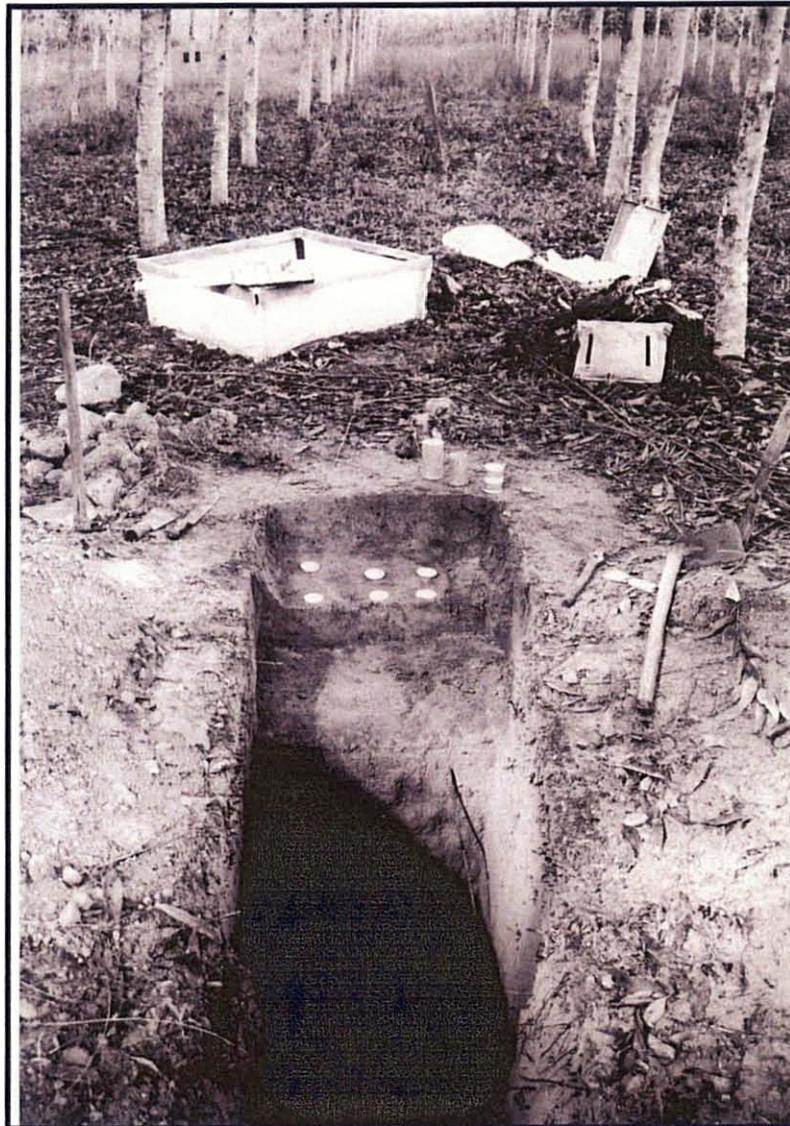
Raso ≤ 50 cm de profundidade;

Pouco profundo $50 \text{ cm} < \text{profundidade} \leq 100 \text{ cm}$;

Profundo $100 \text{ cm} < \text{profundidade} \leq 200 \text{ cm}$ de profundidade; e

Muito profundo > 200 cm de profundidade

FIGURA 3.3 - PERFIL DE SOLO EM OURO PRETO D'OESTE-RO, PARA CARACTERIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS INDEFORMADAS



FONTE: Pesquisa de campo.

3.9 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DOS SÍTIOS

3.9.1 Variáveis de Clima

As variáveis climáticas foram obtidas nas estações meteorológicas mais próximas aos respectivos plantios, respeitando-se a distância máxima de 100 km.

As informações coletadas, consideradas mais relevantes para este trabalho foram as seguintes:

- 1) Precipitação mensal (mm) - a precipitação pluvial, foi coletada utilizando-se pluviômetro, de superfície de captação de 400 cm², instalado à 1,50 m do solo.
- 2) precipitação média anual (mm) - obtida pelo somatório das médias mensais.
- 3) Extensão da estação seca (meses) - foi obtida a partir do balanço hídrico, considerando-se os meses em que ocorre déficit hídrico.
- 4) Temperatura máxima média mensal (°C) - foi obtida utilizando termômetro de máxima, que apresenta o mercúrio como elemento sensível e registra a maior temperatura ocorrida no intervalo de 24 horas.
- 5) Temperatura mínima média mensal (°C) - foi obtida utilizando-se o termômetro de mínima, que apresenta o álcool etílico como elemento sensível e registra a menor temperatura ocorrida no intervalo de 24 horas.
- 6) Temperatura média anual (°C) - foi calculada a partir das médias mensais, de acordo com as normas padronizadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).
- 7) Umidade relativa do ar (%) - foi determinada utilizando os dados das temperaturas seca e úmida, obtidas em psicrômetro.
- 8) Evaporação do ar (mm) - foi obtida utilizando-se o evaporímetro tanque classe "A".
- 9) Duração do brilho solar - expressa em horas e décimos, foi obtida com heliógrafo tipo Campbell-Stokes.

As variáveis climáticas requeridas pelo programa Plantgro[®] consideradas neste estudo, foram as seguintes (HACKETT e HARRIS, 1996, p.113-125):

- a) Comprimento do dia (relógio biológico da planta) - o Plantgro[®] considera a susceptibilidade da planta à duração do dia do ponto de vista da planta: i) neutro; ii) leve em dia longo; iii) forte em dia longo; iv) forte em dia curto; e v) fraco em dia curto.
- b) Comprimento do dia (sob o ponto de vista do usuário) - esta variável leva em conta o ponto de vista do homem. É uma informação que não afeta a predição. Sua entrada pode ser exatamente a mesma que da planta, para o caso de árvores madeiráveis. Serve para lembrar que pode-se ter outro valor referente a duração do dia, diferente que o da planta.
- c) Radiação solar - é um fator de energia solar diferente do número de horas com sol. O Plantgro[®] usa mega-joules por metro por dia ($\text{mj}/\text{m}^2/\text{dia}$) como unidade de radiação solar. Apenas a metade dessa energia pode ser usada para fotossíntese e usualmente somente uma pequena parte dessa metade é capturada pela planta.
- d) Calor - pode ser a temperatura do ar ou temperatura do solo. A temperatura do solo é a média entre a máxima e a mínima. A temperatura do ar é a temperatura máxima apenas.
- e) Unidades termais - estas unidades são calculadas baseadas na temperatura sem considerar o comprimento do dia. Elas representam parcelas de energia que impulsionam o crescimento das plantas. Seus valores podem ser reduzidos se a planta for sensível ao comprimento do dia e este for desfavorável. Estima-se essas unidades subtraindo a temperatura média da média das temperaturas mínimas e máximas.
- f) Disponibilidade de água - este fator compara a evapotranspiração real e evapotranspiração potencial, em porcentagem.
- g) Saturação periódica do solo: refere-se à situação onde praticamente todos os

poros do solo são preenchidos com água e o suprimento do oxigênio às plantas é deficiente.

- h) Danos causados por vento - média e extremos de velocidade dos ventos são considerados.

3.9.2 Avaliação das condições hídricas do solo

As condições hídricas do solo foram estimadas através do banco hídrico climático (THORNTWAITE e MATER¹, citado por SCERNE et al., 2000, p. 10). A capacidade de retenção de água disponível ou capacidade de armazenamento disponível variou para cada sítio, de acordo com as condições locais, determinadas pela seguinte expressão (adaptada de VAREJÃO-SILVA, 2001, p.489):

$$CAD = \rho_a * H * (0,01MPa - 1,5MPa) / 10 \quad (3.13)$$

Em que:

CAD = Capacidade de armazenamento disponível de água do solo (mm);

ρ_a = densidade do solo ($g.cm^{-3}$);

H = profundidade explorada pelo sistema radicular das espécies (cm);

$0,01MPa$ (2pF) = corresponde à tensão de umidade do solo na capacidade de campo (%);

$1,5MPa$ (4,2 pF) = corresponde à tensão de umidade de solo no ponto de murchamento (%);

$(0,01MPa - 1,5MPa)$ = corresponde à água disponível para as plantas.

¹ THORNTWAITE, C.W. and MATHER, J. R. The water balance. Centerton N.J., USA, **Publication in climatology**, v.8, n. 1, 104 p. 1955.

3.10 ANÁLISE DA PERFORMANCE DA ESPÉCIE *VERSUS* SÍTIOS

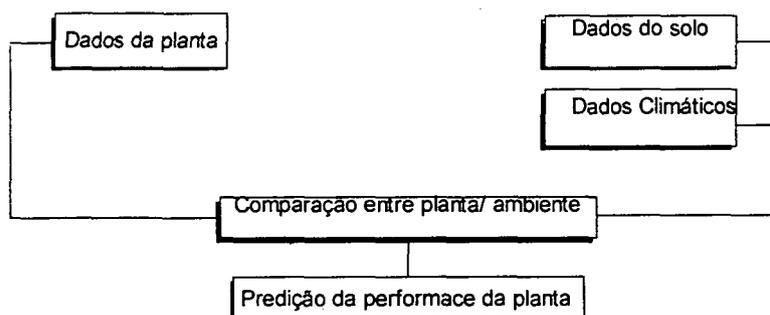
As recomendações para plantio da espécie em diferentes condições de clima e solo na Amazônia, foram baseadas em duas metodologias:

a) Recomendações embasadas nos resultados das análises estatísticas clássicas (ANAVA, análises gráficas, teste de médias e regressão); e

b) Recomendações resultantes das análises usando-se o programa Plantgro[®] (HACKETT, 1991), no qual são estimadas as relações eco-fisiológicas para a espécie considerada.

O cruzamento das informações, para prever ou descrever as condições que possam limitar a performance da espécie nas condições edafo-climáticas do local do plantio, foram obtidas conforme a figura 3.4.

FIGURA 3.4 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES NO PLANTGRO[®]



FONTE: HACKETT, C.; HARRIS, G. **Plantgro a software for the prediction of plant growth.** Nathan, Australia: Griffith University, 1996.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados e discutidos neste capítulo são oriundos do estudo de cinco parcelas de 0,05 hectares, na idade de 24 meses, em cinco locais na Amazônia (sítio 1 - Ouro Preto d'Oeste - RO; sítio 2 - Confiança - RR; sítio 4 - Km 30 - AM; sítio 5 - Caldeirão - AM; e sítio 6 - DAS - AM). Além destes, foram realizadas predições do crescimento da espécie no sítio 3 - Água Boa-RR, onde a mesma não tinha sido plantada.

As tabelas de dados das variáveis climáticas em cada um dos sítios são apresentadas nos apêndices 16, 17, 18, 19 e 20.

Os resultados das análises químicas e físicas de solo nos respectivos sítios, podem ser verificados nos apêndices 21, 22, 23, 24, 25 e 26.

4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*

Inicialmente foram realizadas análises exploratórias dos dados (gráficos de dispersão da altura em função dos sítios, observações influentes), para se verificar a consistência dos mesmos e identificar a ocorrência de dados discrepantes. Posteriormente realizou-se a análise de variância (ANAVA) para detectar se havia diferenças entre os tratamentos (sítios) em função da variável resposta - altura (h).

O modelo matemático utilizado para a análise de variância é apresentado na equação (4.1) :

$$Altura_{ij} = \mu + Sítio_i + \varepsilon_{ij} \quad (4.1)$$

Sob este modelo foram testadas as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : sítio1 = sítio2 = sítio4 = sítio5 = sítio6 \\ H_1 : \text{pelo menos um sítio difere dos demais} \end{cases}$$

Após a realização da ANAVA com os dados originais, realizou-se a verificação dos pressupostos (teste de homogeneidade das variâncias, teste da normalidade dos resíduos), obtendo-se os seguintes resultados:

a) O teste de Levene (estatística-F: 1,912 gl = 185, p-valor = 0,1103) indicou não haver problemas quanto à homogeneidade nas variâncias dos tratamentos, com significância de 5%.

b) O teste de Shapiro-Wilks ($W = 0,9443$, p-valor = 0,0000009857) indicou que em nível de 5%, a distribuição dos resíduos não apresentava distribuição normal.

Com a análise do gráfico de dispersão da altura em função dos tratamentos, combinado com a análise dos pontos influentes, detectou-se 8 observações potencialmente influentes, que foram retiradas do conjunto de dados original. Com este novo arquivo de dados, procedeu-se novamente a análise de variância. O resultado é apresentado na tabela 4.1.

TABELA 4.1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA VARIÁVEL DEPENDENTE ALTURA, AOS 24 MÊSES DE IDADE

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F-VALOR	P-VALOR
Sítio	4	382,69	95,67	116,67	$<2,2 \times 10^{-16}$ ***
Erro	177	145,15	0,82		
Total	181	527,84			

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: ***Significante em nível de 0,1%.

Para validação da análise de variância da tabela 4.1, procedeu-se as análises dos pressupostos. Os testes de homogeneidade das variâncias e o teste da normalidade dos resíduos, apresentaram os seguintes resultados:

a) teste de Levene (estatística-F: 1,432, gl do resíduo = 177, p-valor = 0,1646). Como o valor da probabilidade do teste F, foi maior que 0,05, aceitou-se a hipótese de nulidade, de que existe homogeneidade entre as variâncias dos tratamentos com nível de 5% de significância.

b) teste de Shapiro-Wilks: ($W = 0,9864$, p-valor = 0,0648), indicando que

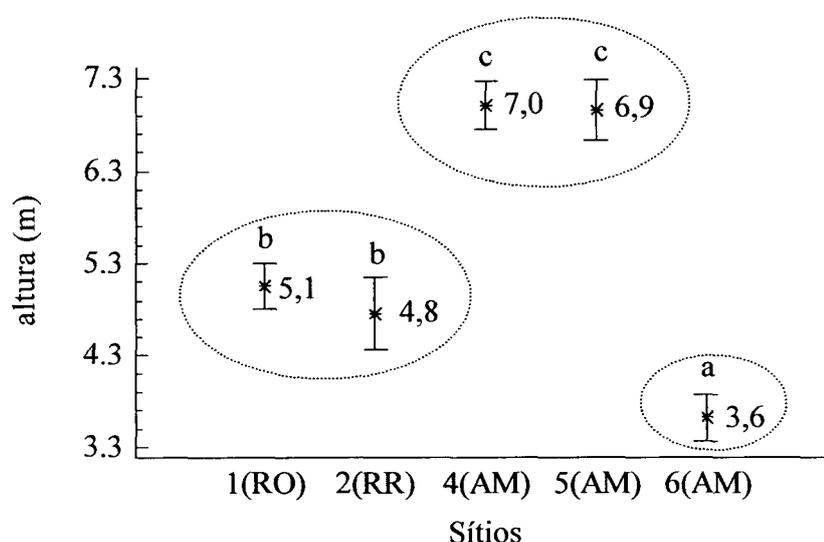
embora na primeira análise não se tenha verificado a normalidade dos resíduos, com a exclusão das observações discrepantes, houve uma sensível melhora na distribuição residual, indicando que a distribuição dos resíduos estava dentro dos padrões de normalidade.

Os resultados das análises gráficas obtidas na verificação dos pressupostos estão apresentados no apêndice 1.

Como os pressupostos da análise de variância foram aceitos, concluiu-se, a partir dos resultados apresentados na tabela 4.1, pela rejeição da hipótese de nulidade, ou seja, existia pelo menos um sítio em que o crescimento em altura do *S. paniculatum* diferia dos demais. Para se identificar quais os tratamentos (sítios) que estavam determinando as diferenças no crescimento em altura da espécie, procedeu-se o teste Tukey de comparação múltiplas de médias.

A altura média verificada nos cinco locais, assim como o resultado do teste de Tukey, com 5% de significância, é mostrado na figura 4.1.

FIGURA 4.1 - ALTURA MÉDIA TOTAL (m) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* NOS SÍTIOS 1=OURO PRETO-RO; 2=CONFIANÇA-RR; 4=KM-30-AM; 5=CALDEIRÃO-AM; E 6=DAS-AM, COM INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%, AOS 24 MESES DE IDADE



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, com 5% de significância.

Os resultados da comparação múltipla das médias entre os sítios, proporcionaram a formação de três classes de crescimento para a espécie *S. paniculatum* (figura 4.1 e tabela 4.2).

TABELA 4.2 - ESTIMATIVA DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE SÍTIO PARA O *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, EM 5 SÍTIOS NA AMAZÔNIA, INDICADA PELA ALTURA MÉDIA

SÍTIO	ALTURA ⁽¹⁾ (m)	ERRO PADRÃO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	GRUPOS	CLASSES DE CRESCIMENTO
6-DAS	3,6 (37)	0,123	3,37	3,86	A	III
2-Confiança	4,8 (44)	0,191	4,37	5,16	B	II
1-Ouro Preto	5,1 (19)	0,116	4,82	5,31	B	II
5-Caldeirão	6,9 (44)	0,161	6,64	7,29	C	I
4-Km-30	7,0 (44)	0,129	6,75	7,27	C	I

FONTE: Pesquisa de campo do autor.

NOTA: Média geral = 5,57 m; CV=29,61%

⁽¹⁾ O n^o. entre parênteses indica a quantidade de árvores por sítio.

Verifica-se na tabela 4.2, a existência de três níveis de produtividade entre os sítios estudados em relação ao crescimento da espécie. Os melhores sítios para o crescimento do *S. paniculatum* foram os 5 e 4, seguidos pelos sítios 2 e 1. Por último veio o sítio 6, que apresentou o menor crescimento em relação aos demais.

Fez-se uma análise da produtividade da espécie aos 48 meses de idade, aonde se verificou no sítio Km 30-AM, sobrevivência de 90%, incremento médio anual em altura = 3,15 m, em diâmetro = 2,4, e volume/ha = 65,95 m³. No sítio Confiança-RR, a sobrevivência foi de 53%, incremento médio em altura = 2,1 m, em diâmetro = 2,9 m e volume/ha = 14,44 m³. No sítio DAS-AM, a sobrevivência foi de 100%, incremento médio em altura = 1,8 m, em diâmetro = 1,9 m e volume/ha = 13,7 m³, considerando-se fator de forma igual a 0,45. O ganho percentual em volume/ha, somente com a escolha do sítio mais adequado para a espécie foi respectivamente de 258% e 380% em relação aos sítios Confiança-RR e DAS-AM

A constatação de diferentes níveis de produtividade entre os sítios estudados foi importante, pois indica que existe algum fator de solo e/ou clima que combinado com a natureza ecofisiológica da espécie causou a variação de crescimento entre os

ambientes. A etapa seguinte no desenvolvimento deste trabalho, foi identificar estes fatores e avaliar com que intensidades estariam influenciando o crescimento do *S. paniculatum*.

4.2 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 1 (0 a 20 cm)

A seleção das variáveis regressoras mais importantes para composição do modelo de regressão parcial foi realizada pela análise de regressão múltipla (conforme 3.5.5).

Para o procedimento da análise de regressão linear múltipla (RLM), pelo método passo a passo (*stepwise*), utilizou-se inicialmente o modelo completo, com todas as variáveis químicas de solo (equação 4.2):

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 pH + \beta_2 P + \beta_3 K + \beta_4 Na + \beta_5 Ca + \beta_6 Mg + \beta_7 Al + \beta_8 N + \beta_9 MO + \beta_{10} Fe + \beta_{11} Zn + \beta_{12} Mn + \beta_{13} Cu + \beta_{14} CECE + \varepsilon \quad (4.2)$$

Em que:

\hat{h} = altura total estimada; pH = Potencial de hidrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Na = Sódio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; N = Nitrogênio; C = Carbono orgânico; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Mn = Manganês; Cu = Cobre; $CECE$ = Cap. de troca catiônica efetiva; ε = Erro; e $\beta_0, \dots, \beta_{14}$ = Coeficientes parciais da RLM.

Não foram verificadas diferenças nos resultados ao se padronizar as variáveis originais com média zero e variância igual a 1. Por este motivo, optou-se por trabalhar com as variáveis originais sem padronização das mesmas.

As variáveis da equação 4.2 foram submetidas ao processo de seleção pelo método da incorporação progressiva. Os resultados destas análises são apresentados na tabela 4.3.

TABELA 4.3 - VARIÁVEIS QUÍMICAS SELECIONADAS PELO, MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA PARA A CAMADA 1 (0 A 20,cm) DO SOLO

Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F
1	Al	0,2111	0,2111	329,77	48,18	<0,0001
2	Na	0,3927	0,6038	79,03	177,40	<0,0001
3	Fe	0,1061	0,7099	12,73	65,11	<0,0001
3	Zn	0,0151	0,7250	5,00	9,73	0,0021

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de $F < 0,05$ foram consideradas significativas.

Os resultados da seleção de variáveis apresentados na tabela 4.3, indicaram as variáveis Al, Na, Fe e Zn para compor o modelo parcial final. A correlação destas variáveis com a variável resposta, expresso pelo coeficiente de Pearson, foi respectivamente de 0,46; 0,29; 0,01 e -0,08 (apêndice 10).

A partir do resultado obtido na tabela 4.3, foram testados dois modelos (equação. 4.3 e 4.4):

Modelo 1:

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe + \beta_4 Zn \quad (4.3)$$

Modelo 2:

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe \quad (4.4)$$

Os parâmetros estimados para o modelo 1 (equação 4.3) apresentaram valores de inflação da variância (VIF) muito altos, invalidando o uso do mesmo, conforme se observa na tabela 4.4. Além disso, o elemento Zn apresentou uma contribuição muito pequena ao modelo (R^2 parcial = 1,51%).

TABELA 4.4 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe + \beta_4 Zn$$

VARIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO PADRÃO	t - VALOR	PROB> t	VIF
Intercepto	1	-174,13061	50,60686	-3,44	0,0007	0
Al	1	21,20318	6,20352	3,42	0,0008	2986,32
Na	1	-2,58144	1,09435	-2,36	0,0194	2242,87
Fe	1	0,50402	0,14626	3,45	0,0007	4426,55
Zn	1	36,76904	11,78883	3,12	0,0021	22789,0

FONTE: Pesquisa de campo do autor

NOTA: Probabilidades de $|t| < 0,05$ foram consideradas significativas

O modelo 2 (equação 4.4) foi o modelo selecionado. As estimativas dos parâmetros para este modelo são mostradas na tabela 4.5. Nesta tabela pode-se

observar que o valor da inflação de variância para todos os parâmetros ficou abaixo do limite especificado (VIF=10) e todos os parâmetros tiveram os seus coeficientes significativos.

TABELA 4.5 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe$

VARIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO PADRÃO	t- VALOR	PROB> t	VIF
Intercepto	1	-16,40703	2,00244	-8,19	< 0,0001	0
Al	1	1,860374	0,15547	11,97	< 0,0001	1,79
Na	1	0,82750	0,05627	14,71	< 0,0001	5,65
Fe	1	0,04820	0,00597	8,07	< 0,0001	7,04

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de $|t| < 0,05$ foram consideradas significativas.

O modelo final reduzido das variáveis químicas de solo em função do crescimento em altura do *S. paniculatum* na camada 0-20 cm do solo, é mostrado na equação (4.5).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe \quad (4.5)$$

A equação final obtida em função das variáveis químicas, na camada de 0 a 20 cm do solo, é a que se apresenta a seguir (equação 4.6):

$$\hat{h} = -16,40703 + 1,86037Al + 0,82750Na + 0,04820Fe \quad (4.6)$$

Para o modelo descrito na equação (4.6), foram verificados os pressupostos (análise de resíduos, teste de normalidade), não se encontrando nenhum problema que pudesse invalidar o mesmo (apêndice 2). O teste de Shapiro-Wilks para normalidade dos resíduos, indicou que os mesmos estavam distribuídos segundo a distribuição normal (w=0,9877; p-valor=0,113).

O percentual de variação da altura médias das plantas do *S. paniculatum* explicado pela equação de regressão (4.6), em função das variáveis Al, Na e Fe foi de 70,50%, considerando-se as características químicas do solo na profundidade 1 (0 a 20 cm).

4.3 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 2 (20 A 40 cm)

Para a análise de regressão linear múltipla (RLM), utilizou-se o mesmo modelo geral descrito em 4.2 (equação 4.2).

O resumo dos resultados das análises de regressão pelo procedimento *stepwise* é apresentado na tabela 4.6.

TABELA 4.6 - VARIÁVEIS QUÍMICAS SELECIONADAS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA A CAMADA 2 (20 A 40 cm) DO SOLO

Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F
1	Na	0,2733	0,2733	289,73	67,71	<0,0001
2	C	0,3624	0,6358	58,43	178,13	<0,0001
3	Fe	0,0847	0,7205	5,92	53,93	<0,0001
4	Zn	0,0045	0,7250	5,00	2,92	0,0892

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de $F < 0,05$ foram consideradas significativas.

Os resultados da seleção de variáveis apresentados na tabela 4.6, indicaram as variáveis Na, C, Fe e Zn, para compor o modelo parcial final. Como a contribuição do Zn foi baixa (0,0045) e a probabilidade do teste F não foi significativa, esta variável foi excluída. A correlação das variáveis regressoras selecionadas (Na, C, Fe) com a variável resposta, expresso pelo coeficiente de Pearson, foi respectivamente de 0,52, -0,16 e 0,13 (apêndice 11).

O modelo final reduzido das variáveis químicas de solo em função do crescimento em altura do *S. paniculatum* na camada 20-40 cm do solo, é mostrado na equação 4.7.

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na - \beta_2 C - \beta_3 Fe \quad (4.7)$$

O modelo da equação (4.7) foi submetido à análise das medidas de influência, que revelaram 4 observações potencialmente influentes (obs. 25, 89, 93 e

111). Estas observações foram retiradas do conjunto de dados e as análises foram refeitas. Verificou-se pequeno aumento na precisão do modelo de 4 pontos percentuais com a retirada das observações influentes, porém detectou-se um decréscimo no valor da probabilidade do teste de Shapiro-Wilks (p -valor=0,03178), caracterizando um conjunto de dados fora do padrão de normalidade. Concluiu-se, portanto, pela manutenção de todos os dados originais.

Nas tabelas 4.7 e 4.8, apresenta-se os resultados da ANAVA e dos parâmetros estimados, considerando-se as variáveis selecionadas (equação 4.7).

TABELA 4.7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe$

CAUSAS DE VARIÂÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F-CALCULADO	P-VALOR
Modelo	3	380,29630	126,76543	152,93	<0,0001
Erro	178	147,54244	0,82889		
Total Corrigido	181	527,83874			

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA 1: $s=0,91043$; $R^2=0,7205$; R^2 ajust=0,7158; $h_{média}=5,57$; C.V. =16,35241.

NOTA 2: Para P-valor < 0,05, o valor de F foi considerado significativo.

TABELA 4.8- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe$

VARIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO PADRÃO	t- VALOR	PROB> t	VIF
Intercepto	1	8,43960	0,40784	20,69	< 0,0001	0
Na	1	0,47611	0,02283	20,85	< 0,0001	2,06
C	1	-0,35958	0,02135	-16,84	< 0,0001	1,86
Fe	1	-0,01235	0,00168	-7,34	< 0,0001	1,30

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de $|t| < 0,05$ foram consideradas significativas.

A equação final obtida explicada pelas variáveis químicas na camada de 20 a 40 cm do solo, é a que se apresenta a seguir (equação 4.8):

$$\hat{h} = 8,43960 + 0,47611Na - 0,35958C - 0,01235Fe \quad (4.8)$$

Para a equação (4.8), foram verificados os pressupostos (análise de resíduos, teste de normalidade), não se encontrando nenhum problema que pudesse invalidar o

mesmo (apêndice 3). O teste de Shapiro-Wilks para normalidade dos resíduos indicou que os mesmos estavam distribuídos segundo a distribuição normal ($w=0,9857$; $p\text{-valor}=0,0604$), com 5% de significância.

A equação (4.8) descrita pelas variáveis regressoras Na, C e Fe, explica 71,58% da variação da altura média das plantas do *S. paniculatum* nos sítios 1, 2, 4, 5 e 6, considerando-se as características químicas do solo na profundidade 2 (20 a 40 cm).

4.4 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 3 (40 A 80 cm)

Para a análise de regressão linear múltipla (RLM), utilizou-se o mesmo modelo geral descrito em 4.2 (equação 4.2).

O resumo dos resultados das análises de regressão pelo procedimento *stepwise* é apresentado na tabela 4.9.

TABELA 4.9 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NA CAMADA 3 (40 A 80 cm)

Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F
1	Fe	0,2379	0,2379	312,56	56,18	<0,0001
2	Mg	0,1916	0,4294	191,26	60,10	<0,0001
3	Ca	0,2956	0,7250	3,00	191,33	<0,0001

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de $F < 0,05$ foram consideradas significativas.

Os resultados da seleção de variáveis apresentados na tabela 4.9, indicaram as variáveis Fe, Mg e Ca, para compor o modelo parcial final. A correlação das variáveis regressoras selecionadas (Fe, Mg, Ca) com a variável resposta, expresso pelo coeficiente de Pearson, foi respectivamente de -0,49, -0,47 e -0,12 (apêndice 12).

O modelo reduzido das variáveis químicas de solo em função do crescimento em altura do *S. paniculatum* na camada 40-80 cm do solo, é mostrado na equação 4.9.

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Fe + \beta_2 Mg + \beta_3 Ca \quad (4.9)$$

Nas tabelas 4.10 e 4.11, apresentamos os resultados da ANAVA e dos parâmetros estimados, considerando-se as variáveis selecionadas (equação 4.9).

TABELA 4.10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Fe + \beta_2 Mg + \beta_3 Ca$

CAUSAS DE VARIÂÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F-CALCULADO	P-VALOR
Modelo	3	382,68976	127,56325	156,43	<0,0001
Erro	178	145,14898	0,81544		
Total Corrigido	181	527,83874			

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTAS: $s=0,90302$; $R^2=0,7250$; $R^2 \text{ ajust}=0,7204$; $h_{\text{média}}=5,57$; $C.V.=16,21923$.

TABELA 4.11- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Fe + \beta_2 Mg + \beta_3 Ca$

VARIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO PADRÃO	t-VALOR	PROB > t	VIF
Intercepto	1	7,75734	0,14156	54,80	< 0,0001	0
Fe	1	-0,00152	0,00106	-1,44	0,1521	1,52
Mg	1	-82,82184	4,90968	-16,87	< 0,0001	8,09
Ca	1	6,73003	0,48655	13,83	< 0,0001	8,34

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Prob |t| < 0,05 foram consideradas significativas.

Verifica-se na tabela 4.11 que o parâmetro estimado para o Fe seria rejeitado pelo teste de t, por apresentar uma probabilidade acima de 0,05, porém a contribuição desta variável para explicar a variação da altura foi importante, da ordem de 23,8% (tabela 4.9). Por esta razão, decidiu-se manter esta variável no modelo.

Os parâmetros estimados na tabela 4.11, possibilitaram a construção do modelo final para a camada de 40 a 80 cm do solo, conforme é mostrado na equação (4.10):

$$\hat{h} = 7,75734 - 0,00152Fe - 82,82184Mg + 6,73003Ca \quad (4.10)$$

A equação (4.10) foi submetida aos pressupostos (análise de resíduos, teste de normalidade), não se encontrando nenhum problema que pudesse invalidar o mesmo (apêndice 4). O teste de Shapiro-Wilks para normalidade dos resíduos indicou que os mesmos estavam distribuídos segundo a distribuição normal ($w=0,9811$; $p\text{-valor}=0,01457$), com 1% de significância.

O percentual de variância explicada pela equação de regressão (4.10) descrita

pelas variáveis regressoras Fe, Mg e Ca foi de 72,04%, considerando-se as características químicas do solo na profundidade 3 (40 a 80 cm).

Há duas hipóteses para explicar o valor negativo do coeficiente do Mg: a primeira é que o crescimento da espécie de fato responde inversamente ao aumento do teor do Mg, e a segunda é que a pequena variação no número de amostras tenha contribuído para este resultado. Experimentos confirmatórios poderão elucidar esta questão.

4.5 - CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* EM FUNÇÃO DOS FATORES QUÍMICOS DE SOLO EM TRÊS NÍVEIS DE PROFUNDIDADE

Nos itens anteriores foram analisadas as variáveis químicas do solo separadamente por camada. Para identificar qual camada se apresentava mais correlacionado a variância do crescimento do *S. paniculatum*, realizou-se a análise múltipla de regressão considerando as variáveis das três camadas combinadas em um único modelo, totalizando 42 observações (equação 4.11).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 pH_1 + \beta_2 P_1 + \dots + \beta_3 CECE_1 + \beta_{15} pH_2 + \beta_{16} P_2 + \dots + \beta_{28} CECE_2 + \beta_{29} pH_3 + \beta_{30} P_3 + \dots + \beta_{42} CECE_3 \quad (4.11)$$

Em que as variáveis da equação (4.11) são as mesmas descritas para a equação (4.2), com exceção dos subscritos 1, 2 e 3, que se referem às variáveis coletadas nas profundidades 1 (0-20 cm), 2 (20-40 cm) e 3 (40-80 cm), respectivamente. O resultado obtido é mostrado na tabela 4.12.

TABELA 4.12 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO NAS CAMADAS 1, 2 E 3

Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F
1	Na ₂	0,2733	0,2733	287,084	67,71	<0,0001
2	C ₂	0,3624	0,6358	57,1054	178,13	<0,0001
3	Fe ₂	0,0847	0,7205	4,9041	53,93	<0,0001
4	C ₃	0,0045	0,7250	4,0000	2,92	<0,0892

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Probabilidades de F < 0,05 foram consideradas significativas.

A estimativa dos parâmetros com as quatro variáveis selecionadas na tabela 6.12, apresentou uma alta inflação de variância (VIF) para o modelo. Para corrigir este problema, eliminou-se a variável C_3 do mesmo, por apresentar uma pequena contribuição (0,0045), obtendo-se um modelo final com VIF abaixo de 10 (tabela 4.13).

TABELA 4.13- PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO DA EQUAÇÃO (4.11)

VARIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO PADRÃO	t - VALOR	PROB> t	VIF
Intercepto	1	8,43960	0,40784	20,69	< 0,0001	0
Na ₂	1	0,47611	0,02283	20,85	< 0,0001	2,06
C ₂	1	-0,35958	0,02135	-16,84	< 0,0001	1,86
Fe ₂	1	-0,01235	0,00168	-7,34	< 0,0001	1,30

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Prob |t| < 0,05 foram consideradas significativas.

O resultado mostrado na tabela 4.12, indicou que entre os três níveis de profundidade, as variáveis da camada 2 (20-40 cm) foram as que apresentaram a melhor predição da altura do *S. paniculatum*, contribuindo com 72,05% da variação explicada por todas as variáveis selecionadas. Esta evidência parece está relacionada à profundidade do sistema radicial da espécie considerada. GONÇALVES (2002, p. 40) se reportando ao hábito de enraizamento das espécies florestais, cita que as pioneiras e secundárias iniciais apresentam, predominantemente, sistema radicial do tipo pivotante, bastante vigoroso e desenvolvido, explorando maior volume de solo. Ao contrário, as secundárias tardias e clímax apresentam, geralmente, sistema radicular do tipo ramificado, com maior concentração de raízes nas camadas superficiais do solo. O estágio sucessional do *S. paniculatum* é predominantemente de espécie pioneira, ficando evidente a exploração pelas raízes de camadas mais profundas do solo.

MAGALHÃES (1984, p. 65), estudando o crescimento das espécies *Carapa guianensis* e *Eucalyptus deglupta* na região de Manaus-AM, em Podzólico Vermelho-Amarelo, também constatou correlação significativa entre o crescimento em altura e a soma de bases trocáveis na profundidade 20-40 cm do solo, e concluiu que a exploração desta camada foi importante para o crescimento das espécies.

As equações preditivas para a altura do *S. paniculatum* desenvolvidas para as três profundidades nos sítios em estudo, são mostradas na tabela 4.14.

TABELA 4.14 - EQUAÇÕES DE REGRESSÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DE SOLO PARA A ALTURA MÉDIA DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*

PROFUN- DIDADE (cm)	EQUAÇÃO	VARIÂNCIA EXPLICADA PELA EQUAÇÃO (%)
0-20	$\hat{h} = -16,407 + 1,860Al + 0,828Na + 0,048Fe$	70,5
20-40	$\hat{h} = 8,439 + 0,476Na - 0,359C - 0,012Fe$	71,6
40-80	$\hat{h} = 7,757 - 0,002Fe - 82,822Mg + 6,730Ca$	72,0
TODAS	$\hat{h} = 6,165 + 0,741Na_2 - 1,079C_2 - 0,013Fe_2 + 1,173C_3$	71,9

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTAS: 1. Subscritos ₂ e ₃ referem-se às amostras nas profundidades 20-40 cm, 40-80 cm, respectivamente;

2. Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=DAS-AM; 6=Caldeirão=AM.

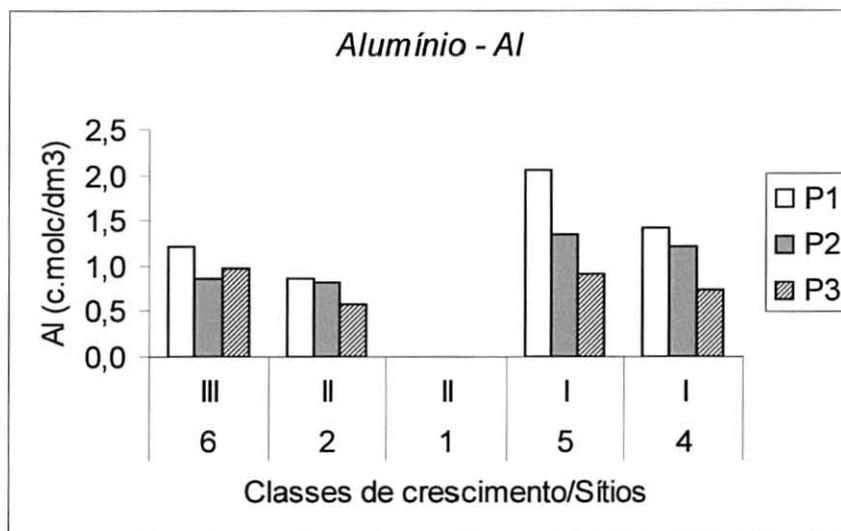
Observa-se na tabela 4.14, que foram selecionados cinco elementos (Al, Na, Fe, C, Mg), como àqueles com maior poder de explicação da variação da altura do *S. paniculatum* nos sítios estudados. Detectou-se, ainda, que entre as três camadas de solo amostradas, os teores dos nutrientes Na, C e Fe na camada 2, foram os que apresentaram maior poder regressivo para explicar a variação da altura da espécie.

Os elementos químicos selecionados nas parcelas de *S. paniculatum* nas três profundidades amostradas, são discutidos a seguir.

Alumínio - Al

O Al foi o elemento que apresentou o maior coeficiente de correlação com a altura ($r=0,46$). O teor deste elemento variou de 0 a 2,1 cmol.c/dm³, 0 a 1,3 cmol.c/dm³ e 0 a 1,0 cmol.c/dm³, nas profundidades 0-20 cm, 20-40 cm, e 40-80 cm, respectivamente (figura 4.2).

FIGURA 4.2 - TEOR DE ALUMÍNIO (cmolc/dm³) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo do autor.

NOTAS: 1. Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

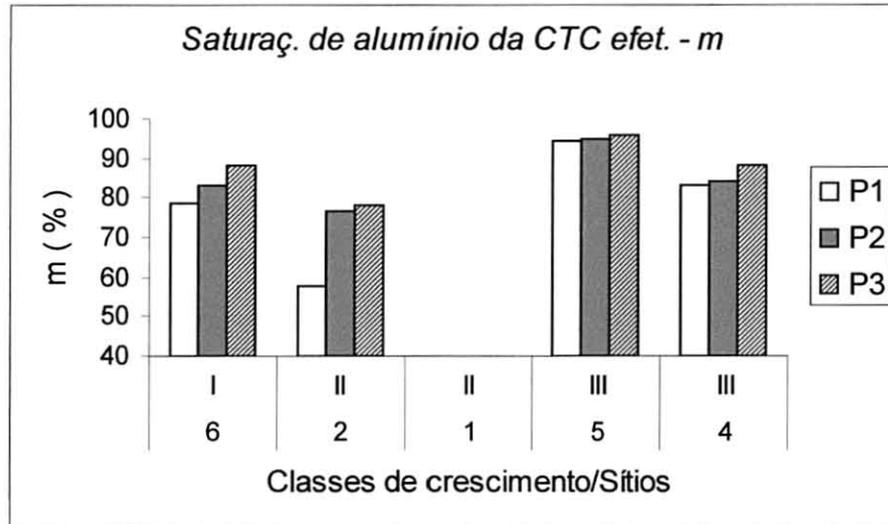
2. O teor de Al no sítio 1 foi praticamente zero.

Observa-se no gráfico da figura 4.2, que o sítio 1 apresentou baixo teor de Al no complexo de troca, praticamente zero em todas as camadas. As parcelas na classe de maior crescimento (I) apresentaram maiores teores de Al, em todas as três camadas de solo. Isto é uma indicação que a espécie se adapta bem aos solos ácidos com alto teor deste elemento. CASTRO et al. (1990, p. 3), avaliando 14 espécies, entre elas o *S. paniculatum* no cerrado do Amapá, concluíram que somente esta espécie entre todas as demais, mostrou-se adaptada ao solo pobre em nutrientes, especialmente os de cerrado e solos arenosos, aonde se distribui naturalmente.

A saturação com Al na CTC efetiva foi elevada, com exceção do sítio 1. Seus valores nos sítios 2, 4, 5 e 6 ficaram acima de 57,8 %, 76,4% e 78,0% nas profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-80 cm, respectivamente (figura 4.3).

Nas condições que prevalecem nos sítios 2, 4, 5 e 6, com alta saturação de Al, as espécies não tolerantes a este elemento, podem ter seu crescimento prejudicado pela sua toxicidade. Pelo comportamento apresentado na figura 4.3 isto não ocorreu para o *S. paniculatum*.

FIGURA 4.3 - SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (%) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

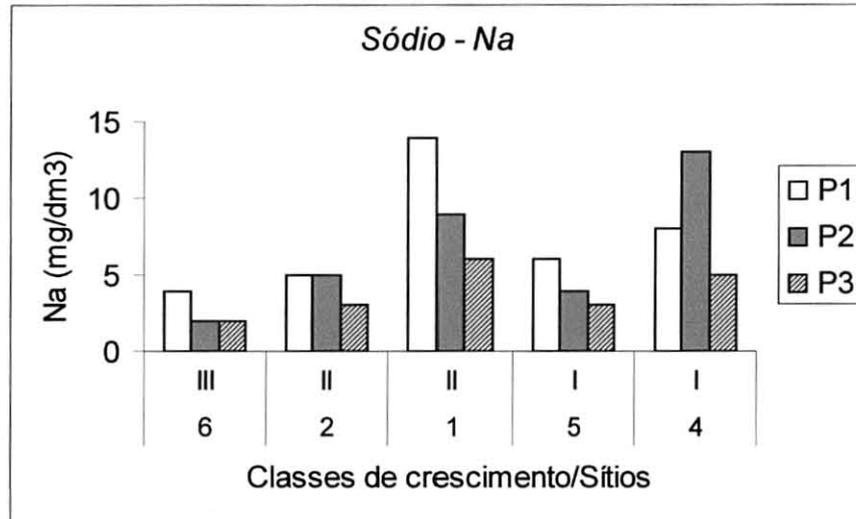
ROMAN (1987, p. 58) também verificou em Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico em Rondônia, a ausência de Al no complexo de troca nas camadas superficial e subsuperficial.

S. paniculatum apresentou um bom desempenho em solos com baixo teor de Al, como na parcela do sítio 1, quanto em solos com alto teor deste elemento. É uma das espécies tropicais nativas, que pode ser considerada bem adaptada à condição de baixo pH e alto teor de alumínio trocável, como é comum na maioria dos solos da Amazônia brasileira.

Sódio - Na

O Na apresentou coeficiente de correlação de 0,29 e 0,52 com a altura do *S. paniculatum*, na profundidade 1 e 2, respectivamente. Foi a variável que apresentou a maior contribuição na explicação total da variação da altura ($R^2=39,3\%$) na camada 1 do solo. O conteúdo deste elemento variou de 4 a 14 mg/dm³, 2 a 13 mg/dm³ e 2 a 6 mg/dm³ nas amostras das profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-80 cm, respectivamente (figura 4.4).

FIGURA 4.4 - TEOR DE SÓDIO (mg/dm^3) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

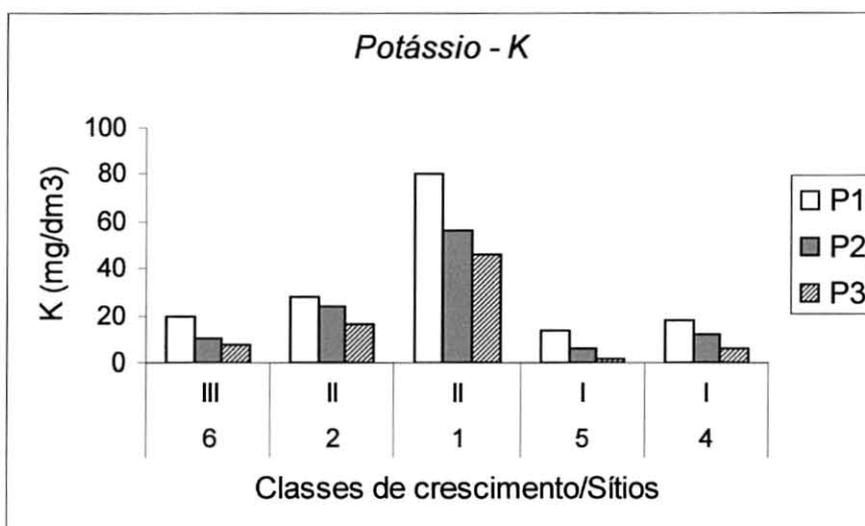
Observa-se na figura 4.4 altos teores de Na ($> 3 \text{ mg}/\text{dm}^3$) nos sítios 1 e 4, aonde a espécie apresentou também crescimento satisfatório. Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978, p. 24), níveis de Na acima de $3 \text{ mg}/\text{dm}^3$ são considerados altos. O crescimento satisfatório do *S. paniculatum* em solos com altos teores de Na, pode ser um indicativo da adaptabilidade da espécie a solos salinos.

Além disso, o Na pode substituir o K em algumas funções metabólicas. Segundo MARSCHNER (1988, p. 414), a estimulação do crescimento pelo Na é causado principalmente pelo seu efeito na expansão celular e sobre o balanço de água nas plantas. Ainda, segundo MARSCHNER (1988, p. 415), o Na melhora o balanço de água nas plantas quando a disponibilidade hídrica é limitada.

Esta estratégia de substituição do K pelo Na, é um mecanismo que pode explicar a adaptação do *S. paniculatum* em solos pobres com baixo teor de K, como ocorreu nos sítios 4 e 5, com alta produtividade, aonde se verificou teor de K abaixo de

30 mg/dm³ (figura 4.5). Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978, p. 23), níveis de K de 0 a 30 mg/dm³, 31 a 60 mg/dm³ e maior que 60 mg/dm³, é classificado como teor baixo, médio e alto, respectivamente.

FIGURA 4.5 - TEOR DE POTÁSSIO (mg/dm³) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

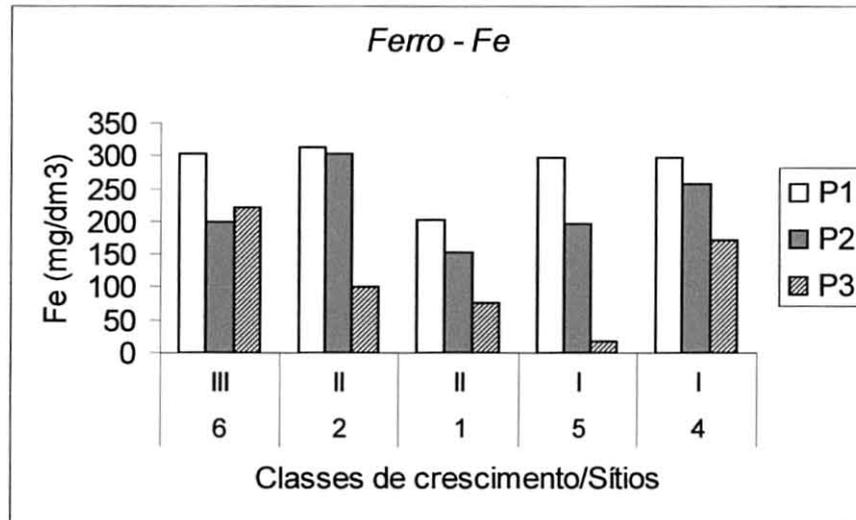
NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

Ferro - Fe

O elemento Fe foi selecionado para compor os modelos preditivos nas três profundidades (tabela 4.14). Sua mais expressiva contribuição para explicar a variação do crescimento em altura, foi na camada 3 do solo com 23,8%. O teor de Fe nas parcelas de *S. paniculatum* pode ser visualizado na figura 4.6.

Observa-se na figura 4.6, na profundidade 3 (P3), um comportamento proporcional inverso do teor de Fe com a altura da espécie. Sítios que apresentaram maiores teores de Fe tiveram menor crescimento, com exceção do sítio 4.

FIGURA 4.6 - TEOR DE FERRO (mg/dm^3) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

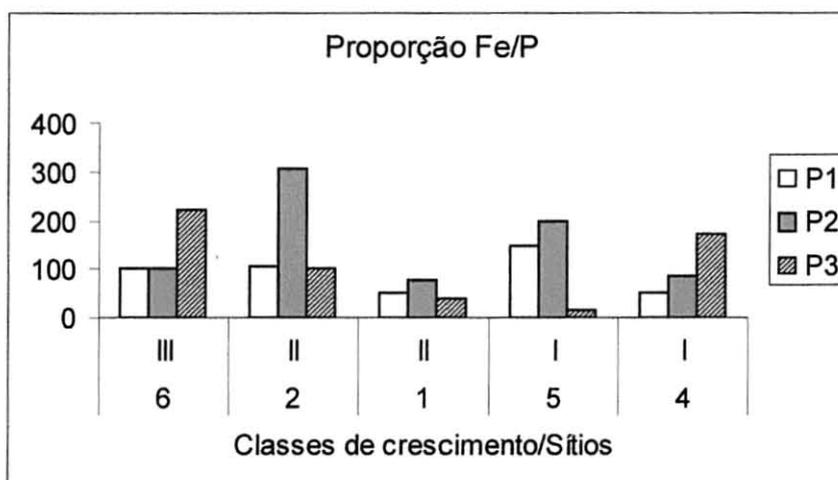
NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

Nas profundidades 1 e 2 detectou-se teores de Fe elevados, com todos os sítios acima de 150 mg/dm^3 (figura 4.6). Contudo, não é necessariamente a quantidade de Fe no solo que irá determinar a sua assimilação, mas sim a forma como este se encontra no solo. Além disso, segundo MENGEL (1987, p. 496), a absorção de Fe é consideravelmente influenciada por outros cátions. Efeitos competitivos sobre a absorção de Fe tem sido observado com Mn^{2+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Zn^{2+} .

PRIMAVESI (1988, p. 278-79) enfatiza a necessidade de equilíbrio entre os macro e micronutrientes, baseado no fato dos últimos agirem como ativadores de enzimas indispensáveis nos processos do metabolismo vegetal, como a síntese, transformação e eliminação de substâncias. Segundo este autor, não importa a quantidade do nutriente em si, mas a sua proporção com seu antagonista. Para o Fe, deve-se examinar a relação com o fósforo (Fe/P).

Na figura 4.7 verifica-se graficamente a proporção Fe/P nas parcelas do *S. paniculatum*.

FIGURA 4.7 - PROPORÇÃO Fe/P (adimensional) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



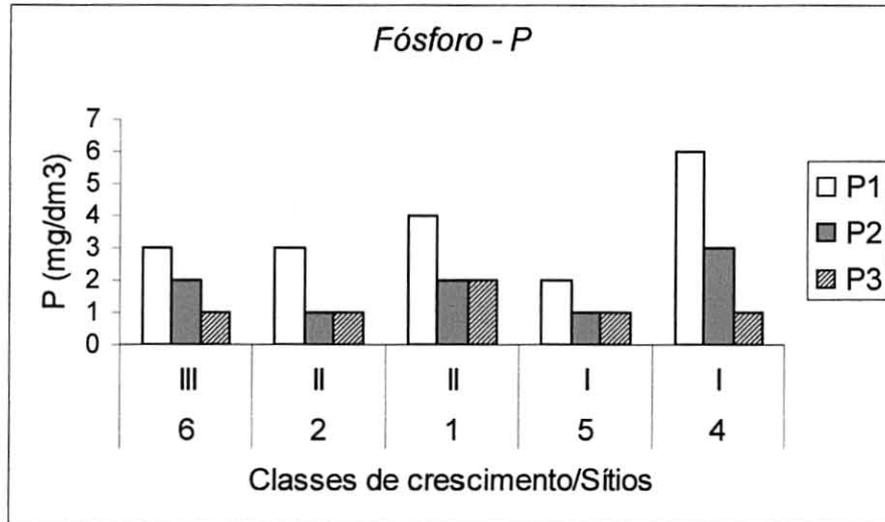
FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

Observa-se na figura 4.7, que de um modo geral, os sítios em que se verificaram menores valores da relação Fe/P, foram os que proporcionaram maior crescimento para a espécie. Esta tendência é mais predominante nas profundidades 2 e 3. O sítio 4 foi o que apresentou a menor proporção na camada 1 (50 vezes mais Fe que P), enquanto o sítio 2 na camada 2 foi o que apresentou a maior proporção (305 vezes mais Fe que P).

Apesar de não ter sido selecionada como variável regressora, o fósforo (P) apresentou uma tendência diretamente proporcional ao crescimento da espécie, principalmente na camada superficial do solo, indicando que o *S. paniculatum* reage positivamente ao aumento do teor deste nutriente no solo (figura 4.8). O P não foi selecionado nas análises de regressão, provavelmente em função do número reduzido de amostras genuínas. Estes questionamentos sobre o P, mostra a importância de examinarmos os resultados sob diversos métodos, para confirmar as tendências apontadas por esta ou aquela metodologia.

FIGURA 4.8 - TEOR DE FÓSFORO (mg/dm^3) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

Carbono orgânico - C

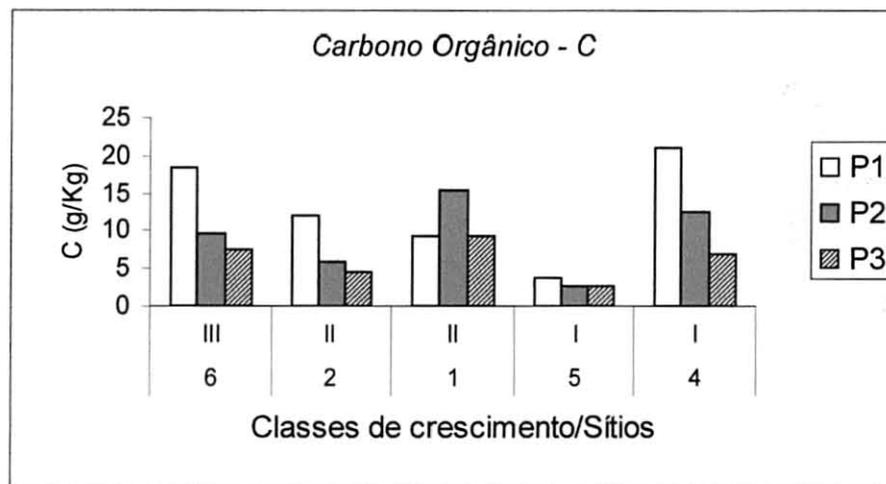
O teor de C foi mais importante na camada 2 do solo, contribuindo com 36,2% para explicar a variação do crescimento nos sítios. Graficamente pode-se visualizar o seu comportamento na figura 4.9.

Observa-se na figura 4.9, que os sítios com maior teor de C não foram correlacionados àqueles de maior crescimento. O coeficiente negativo para o C no modelo preditivo (profundidade 2), indicou que o aumento no teor de C, não proporcionou maior crescimento da espécie. Esta tendência também se verificou para a profundidade 1 como se observa na figura 4.9. Entretanto, por não ter se relacionado positivamente com o crescimento em altura, não quer dizer que o C não continue tendo funções importantes no sistema como um todo.

O carbono orgânico é normalmente referido para fins de discussão como matéria orgânica (MO), após ser transformado multiplicando-se seu valor por uma constante.

Segundo CRASWELL & LEFROY (2001, p.1), a função mais importante da MO é como reserva de nitrogênio. Além desta, TISDALE et al.(1993, p. 568) citam aumento da capacidade de troca catiônica, energia para atividade microbiótica, aumento na capacidade de retenção de água, melhoria da estrutura do solo e redução do efeito da compactação. Como o *S. paniculatum* é uma espécie arbórea da família das Leguminosae, com capacidade de fixar nitrogênio e incorporar este elemento ao solo, a mesma é provavelmente menos dependente das reservas de N do solo. Esta habilidade da espécie, é mais uma característica favorável da mesma, que possibilita o seu uso em sistemas de plantio para recuperar áreas em estado de degradação.

FIGURA 4.9 - TEOR DE CARBONO ORGÂNICO (g/Kg) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

Magnésio - Mg

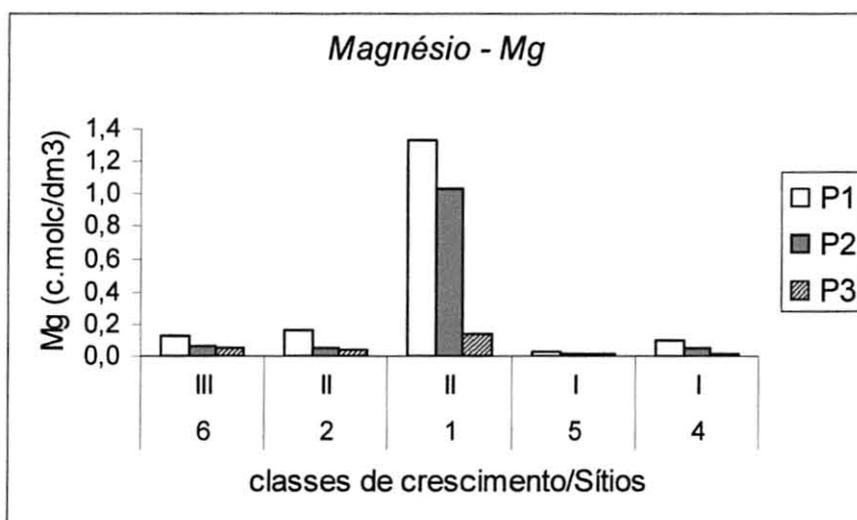
Verificou-se que o Mg correlacionou-se negativamente com o crescimento do *S. paniculatum*, na camada 3 do solo, conforme é expresso pelo valor negativo do coeficiente desta variável no modelo preditivo (tabela 4.14).

Todos os sítios, com exceção do sítio 1, apresentaram baixo teor de Mg (<0,5 cmolc/dm³) nas três camadas do solo (figura 4.10). Segundo COMISSÃO DE

FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978, p. 23), teor de Mg entre 0 a 0,5 cmolc/dm³, 0,6 a 1,0 c.molc/dm³ e maior que 1,0 c.molc/dm³, são classificados como baixo, médio e alto, respectivamente.

Nota-se na figura 4.10 que mesmo o sítio 1, que apresentou alto teor de Mg nas parcelas do *S. paniculatum*, não proporcionou maior crescimento da espécie, apresentando crescimento menor que os sítios 5 e 4 com baixo teor de Mg.

FIGURA 4.10 - TEOR DE MAGNÉSIO (cmolc/dm³) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)

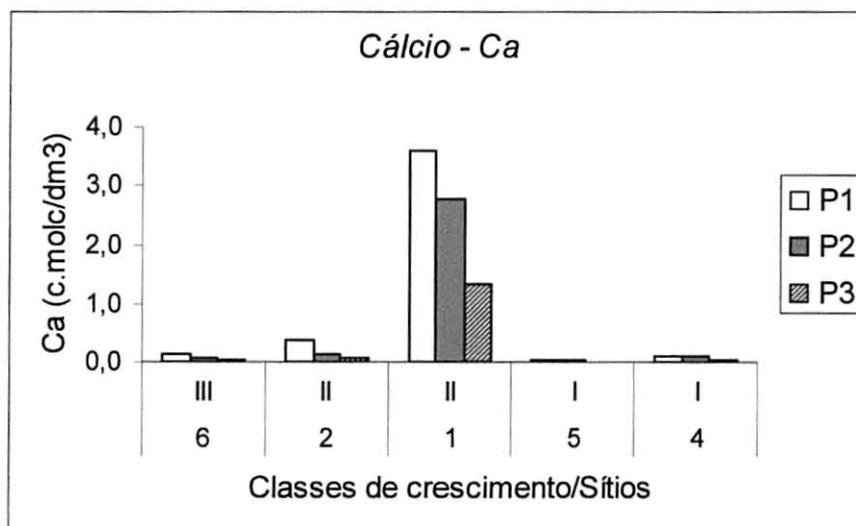


FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Similar ao Mg, maiores teores de Ca como ocorreu no sítio 1, não estimularam ao maior crescimento do *S. paniculatum* (figura 4.11).

FIGURA 4.11 - TEOR DE CÁLCIO (c.molc/dm³) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Assim como a espécie não foi prejudicada em seu crescimento pelos baixos teores de Mg, também não foi afetada pelos baixos teores de Ca. Estes resultados são compatíveis com os relatos da literatura sobre a espécie, caracterizando-a como uma espécie adaptada a solos pobres com baixo teor de nutrientes (CASTRO et al., 1990; CASTRO et al., 1998; MOCHIUTTI et al., 1999).

Identificadas as variáveis químicas de solo que em maior grau de importância explicaram a variação do crescimento do *S. paniculatum*, se examinou nos itens seguintes os fatores físicos de solo que estavam influenciando o desenvolvimento da mesma.

4.6 CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* EM FUNÇÃO DOS FATORES FÍSICOS DE SOLO EM TRÊS NÍVEIS DE PROFUNDIDADE

Utilizando-se o mesmo procedimento das análises realizadas com as variáveis químicas, investigou-se os fatores físicos de solo em três profundidades: camada 1 (0-20 cm), camada 2 (20-40 cm) e camada 3 (40-80 cm).

Para cada camada foram selecionadas as variáveis para compor os modelos preditivos pelas análises múltiplas de regressão (RLM), utilizando-se o método passo a passo (*stepwise*).

Foram analisadas nove variáveis, incluindo a variável dependente, conforme descrito na equação (4.12).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 atotal + \beta_2 silte + \beta_3 argila + \beta_4 densi + \beta_5 micropo + \beta_6 macropo + \beta_7 doispf + \beta_8 awcmm \quad (4.12)$$

Em que:

\hat{h} = altura média total estimada das plantas aos 24 meses de idade em (m);
 $atotal$ = areia total (0,05-0,20 mm) em (g/Kg) ; $silte$ = silte (0,002-0,05 mm) em (g/kg); $argila$ = argila (< 0,002 mm) em g/Kg; $micropo$ = microporosidade do solo em (%); $macropo$ = macroporosidade em (%); $doispf$ = água na capacidade de campo, medida na tensão 2 pF em (%); $awcmm$ = água disponível em relação a planta em (mm); ε = erro; e β_0, \dots, β_8 = Coeficientes parciais da RLM.

O resumo dos resultados das análises de regressão obtidos pelo método da incorporação progressiva é apresentado na tabela 4.15.

As variáveis $awcmm$ (profundidade 40-80 cm), $densi_1$ e $atotal_3$ (todas profundidades) foram retiradas dos modelos por apresentarem probabilidade de F maior que 0,05 (tabela 4.15).

TABELA 4.15. - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA, PARA AS VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO NAS CAMADAS 1, 2 E 3

PROFUN- DIDADE (cm)	Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F ¹
0-20 cm	1	Densi	0,4524	0,4524	174,45	148,73	<0,0001
	2	Awcmm	0,1757	0,6282	63,34	84,59	<0,0001
	3	Macropo	0,0686	0,6967	21,20	40,25	<0,0001
	4	Silte	0,0283	0,7250	5,00	18,20	<0,0001
20-40 cm	1	Awcmm	0,5269	0,5269	126,55	200,43	<0,0001
	2	Macropo	0,1534	0,6803	29,80	85,88	<0,0001
	3	Silte	0,0447	0,7250	3,04	28,93	<0,0001
40-80 cm	1	Silte	0,6033	0,6033	77,35	273,73	<0,0001
	2	Macropo	0,0916	0,6949	20,39	53,74	<0,0001
	3	Densi	0,0287	0,7236	3,90	18,51	<0,0001
	4	Awcmm	0,0014	0,7250	5,00	0,90	0,3453
Todas	1	Silte ₃	0,5923	0,5923	78,12	258,63	<0,0001
	2	Macropo ₃	0,0978	0,6901	19,18	55,84	<0,0001
	3	Densi ₃	0,0299	0,7200	2,54	18,79	<0,0001
	4	Densi ₁	0,0032	0,7232	2,52	2,04	0,1545
	5	Atotal ₃	0,0016	0,7248	3,55	0,99	0,3212

¹Pr de F < 0,05 foi considerada significativa.

NOTA: Subscritos ₁ e ₃ se referem às amostras nas profundidades 0-20 cm e 40-80 cm, respectivamente.

FONTE: Pesquisa de campo.

O resultado da análise com todas as variáveis das três profundidades combinadas, mostrou que as variáveis amostradas na camada 3 do solo explicavam com maior intensidade a variação do crescimento da espécie nos sítios (tabela 4.15). A partir dos resultados obtidos com a seleção das variáveis na tabela 4.15, os parâmetros foram estimados para ajustar as equações em cada uma das camadas. As equações preditivas ajustadas são mostradas na tabela 4.16.

As equações de regressão da tabela 4.16 foram submetidas às análises dos pressupostos, não se verificando nenhum problema que pudesse invalidá-las (apêndices 5, 6 e 7, respectivamente).

O teste de Shapiro-Wilks para normalidade dos resíduos indicou os seguintes valores: p-valor = 0,09149; 0,04614 e 0,05961, para as equações nas profundidades 0-20 cm, 20-40 e 40-80 cm, respectivamente. Estes valores indicaram que os resíduos

estão dentro do padrão de normalidade com 5% de significância.

TABELA 4.16 - EQUAÇÕES MÚLTIPLAS DE REGRESSÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO, ESTIMADAS PARA A ALTURA DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

PROFUNDIDADE (cm)	EQUAÇÕES	R ² AJUST.(%)
0-20 cm	$\hat{h} = 22,432 - 8,599densi + 0,011awcmm + 0,155macropo + 0,013silte$	71,9
20-40 cm	$\hat{h} = 4,140 + 0,003awcmm + 0,843macropo - 0,024silte$	72,0
40-80 cm	$\hat{h} = 5,568 - 1,616silte - 0,881macropo + 0,717densi$	71,9
TODAS	$\hat{h} = -5,755 - 0,020silte_3 - 0,278macropo_3 + 6,108densi_3$	72,0

NOTA: Subscrito ₃ se refere às amostras na profundidade 3 (40-80 cm).

FONTE: Pesquisa de campo.

O resultado obtido com a seleção das variáveis físicas de solo a partir da combinação das amostras nas três profundidades examinadas (tabela 4.16), indicou que as variáveis silte, macroporosidade e densidade na camada 3 (40-80 cm), proporcionaram uma explicação de 72,0% da variância da altura das plantas, tendo sido mais importantes como variáveis regressoras que àquelas amostradas nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Este resultado é compatível com o obtido no capítulo 4.5 (tabela 4.14), ao se analisar as variáveis químicas, quando as variáveis amostradas na camada 2 (20-40 cm) mostraram-se mais importantes que as demais, evidenciando-se a capacidade da espécie em explorar as camadas mais profundas do solo para sua manutenção e desenvolvimento.

Nos apêndices 13, 14 e 15 são mostrados os resultados das análises de correlação para as variáveis físicas. A densidade (*densi*), disponibilidade hídrica (*awcmm*) e silte foram as que apresentaram os maiores coeficientes de correlação

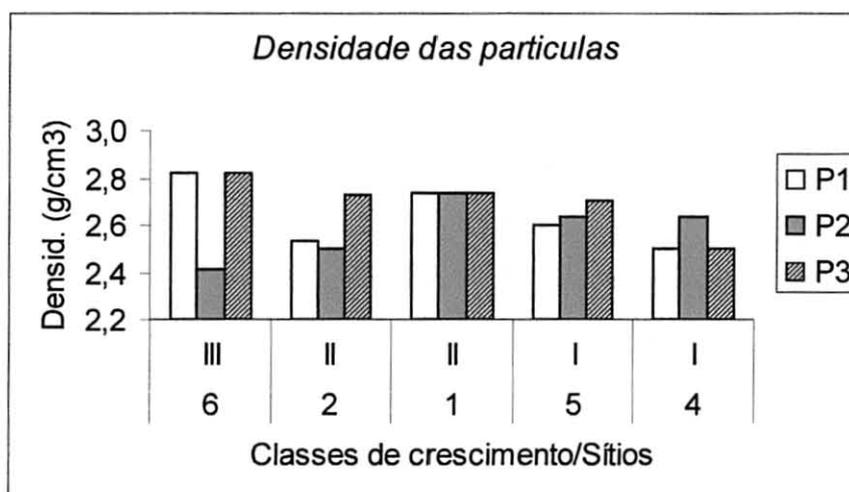
A densidade, disponibilidade hídrica, macroporosidade (*macropo*) e silte, selecionadas como àquelas que explicam com maior intensidade a variação do crescimento em altura do *S. paniculatum*, foram examinadas graficamente, conforme se apresenta nos tópicos seguintes.

Densidade das partículas (*densi*)

A densidade das partículas ou densidade real refere-se ao volume de solos sem considerar a porosidade. A densidade foi destacada como variável regressora nas profundidades 1 e 3, contribuindo para explicar a variação da altura com 45,24% e 2,87%, respectivamente (tabela 4.15).

Os valores da densidade real variaram pouco entre os sítios de 2,5 a 2,8 g/cm³ (figura 4.12). Estes valores mais altos da densidade real estão relacionados à presença de componentes inorgânicos, tais como os altos valores de ferro verificados na figura 4.6.

FIGURA 4.12 - DENSIDADE REAL (g/cm³) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

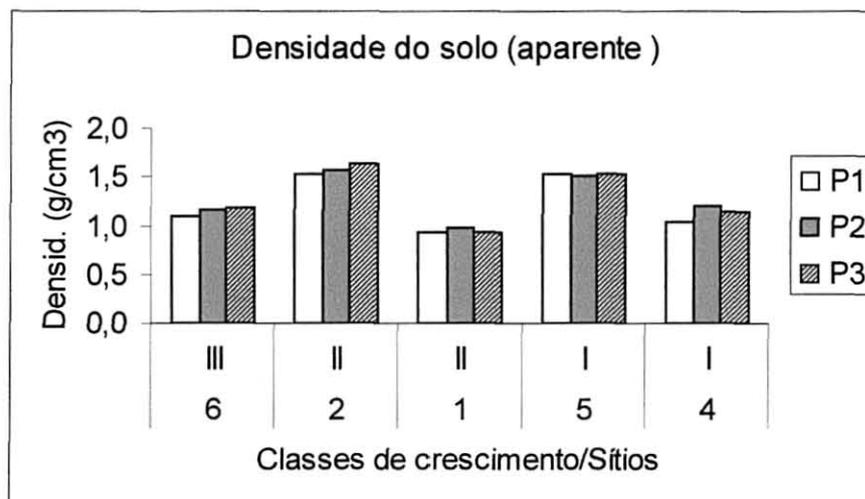
NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Observa-se na figura 4.12, os solos que apresentaram menores valores de densidade nas profundidades 1 e 3, com exceção do sítio 2 na profundidade 1, foram aqueles aonde as plantas tiveram maior crescimento. O sítio 4, em que as plantas tiveram maior crescimento, apresentou densidade real de 2,5 g/cm³.

A preferência da espécie por solos menos densos, se relacionou a outra importante variável física do solo, que foi a microporosidade (figura 4.15).

Na figura 4.13 apresenta-se o gráfico da densidade aparente nos sítios em estudo.

FIGURA 4.13 - DENSIDADE DO SOLO OU APARENTE (g/cm^3) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE,, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Observa-se na figura 4.13, que os sítios 2 (textura média) e 5 (textura argilosa) foram os que apresentaram os valores mais altos para a densidade aparente, ou seja, maior compactação, com média para as três profundidades de 1,57 e 1,51 g/cm^3 , respectivamente. COSTA (1975, p. 348), admite que densidades aparentes iguais ou superiores a 1,50 em solos de textura fina, correspondem a condições que impedem ou pelo menos dificultam o crescimento das raízes.

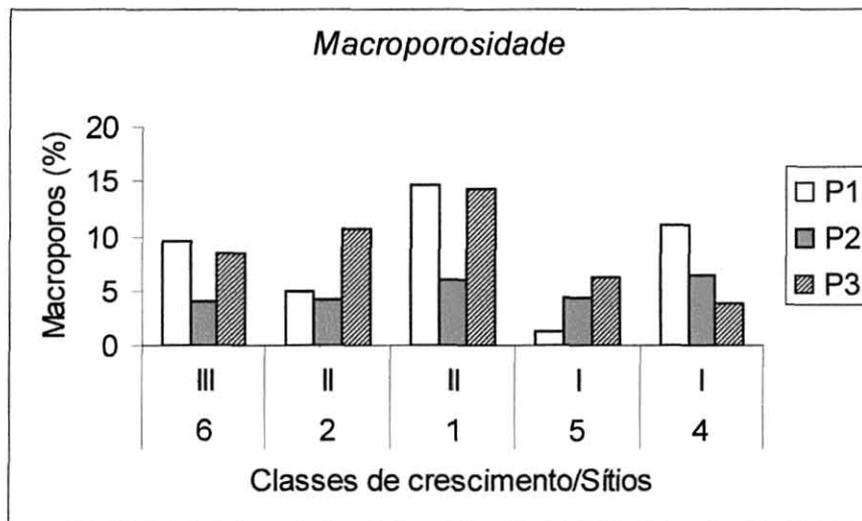
Os sítios 1 (textura argilosa) e 4 (textura muito argilosa), com densidade aparente média de 0,94 e 1,12 g/cm^3 , indicam melhores condições de porosidade e foram os sítios que apresentaram crescimento satisfatório para a espécie (figura 4.13). Observa-se também que o sítio 5 apesar de apresentar maior compactação, teve um ótimo desempenho.

Segundo KIEHL (1979, p. 109), a porosidade regula as relações entre as fases sólida, líquida e gasosa dos solos. Daí a importância da distribuição da micro e macroporosidade nos estudos de armazenamento e movimento da água e do ar do solo e no desenvolvimento do sistema radicial.

Micro e Macroporosidade

Nas figuras 4.14 e 4.15 apresentam-se os gráficos referentes à macro e microprosidade.

FIGURA 4.14 - MACROPOROSIDADE (%) DO SOLO NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

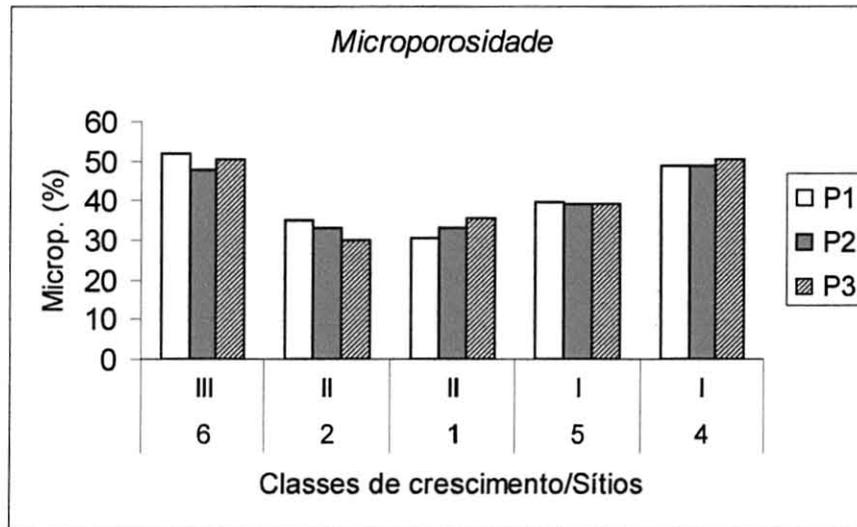
NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

A variável macroporosidade (*macropo*) foi destacada como regressora nas três profundidades estudadas. Sua contribuição para o modelo final foi de 17,57%, 52,69% e 7,25% nas camadas 1, 2 e 3, respectivamente.

Os valores médios da macroporosidade que estavam relacionados às classes de maior crescimento, foram verificados nos sítios 4 e 5 com 7% e 4%, respectivamente (figura 4.14).

A microporosidade que se contrapõe a quantidade de macroporos, apresentou valores médios de 39% e 49% nos sítios 4 e 5, respectivamente (figura 4.15)

FIGURA 4.15 - MICROPOROSIDADE (%) DO SOLO NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

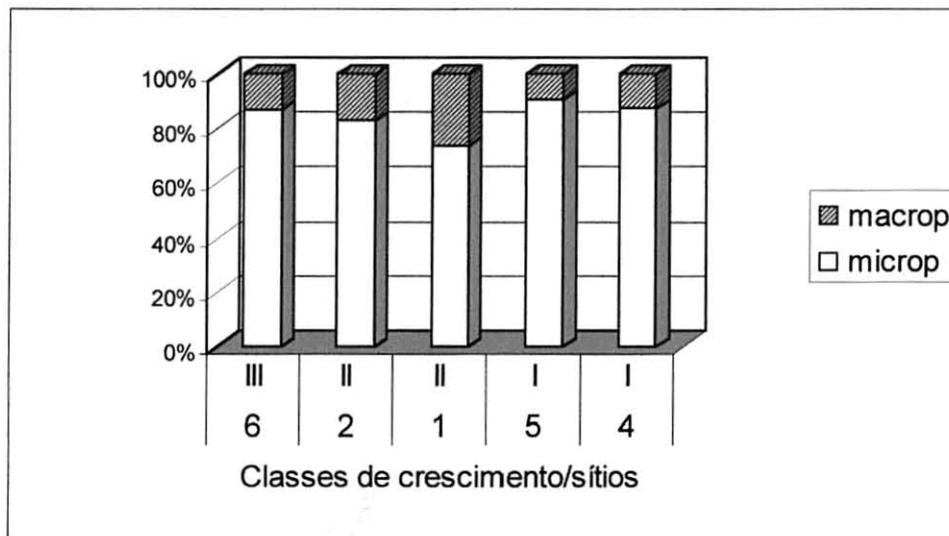
NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

KIEHL (1979, p. 109) explica que embora não exista uma linha de demarcação nítida entre os poros do solo, aceitam-se os macroporos como sendo os responsáveis pelo livre movimento do ar e da água. O movimento do ar nos microporos é impedido pelas suas reduzidas dimensões e o da água fica restrito ao movimento capilar. Ainda segundo KIEHL (1979, p. 109), o solo ideal pode ser referido como àquele que apresenta um terço de macroporos para dois terços de microporos. Tais solos garantiriam suficiente aeração, permeabilidade e capacidade de retenção de água. A relação entre a macro e microporosidade nas parcelas do *S. paniculatum* é mostrada na figura 4.16.

O solo que apresentou a melhor relação micro/macroporos foi o da parcela do sítio 1, cuja textura é classificada como média. Os solos com textura mais pesada dos sítios 2, 4, 5 e 6 apresentaram percentuais mais altos de microporos em relação aos

macroporos (figura 4.16). No entanto, os solos dos sítios 2, 4, 5 e 6 apesar de serem Latossolos com textura argilosa a muito argilosa, possuem uma boa aeração, o que ameniza o efeito da alta microporosidade.

FIGURA 4.16 - PROPORÇÃO ENTRE OS MICRO E MACROPOROS (%) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM.

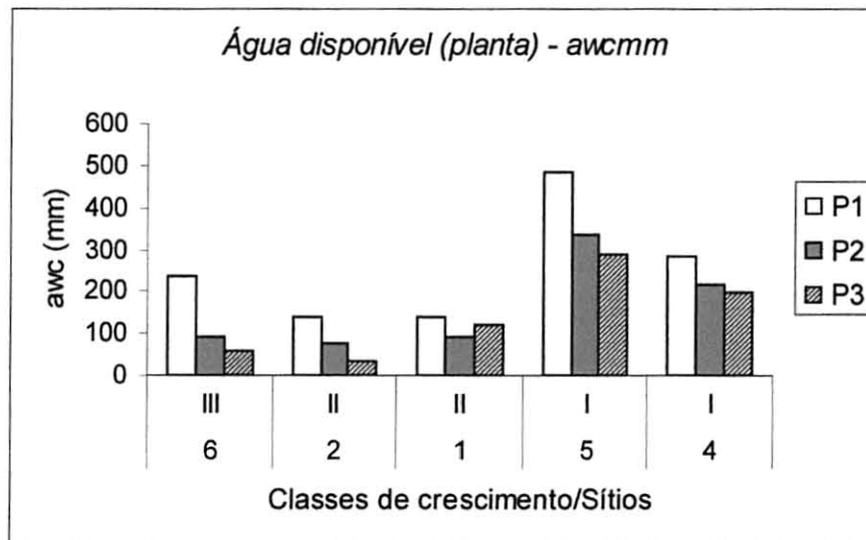
Disponibilidade hídrica (*awcmm*)

A água disponível foi selecionada como variável regressora nas profundidades 1, 2 e 3. A sua maior contribuição foi na camada 20-40 cm, com 52,69% do total explicado pelo modelo que foi de 72,50%. Na camada 1, teve uma participação importante, contribuindo com 17,57% do total de 72,50% (tabela 4.15).

O comportamento desta variável é mostrado na figura 4.17.

O gráfico da figura 4.17 demonstra a importância que teve a disponibilidade hídrica, como fator favorável para o crescimento satisfatório da espécie. Os sítios 4 e 5 com valores elevados de água disponível (média de 232 e 369 mm, respectivamente), proporcionaram o melhor crescimento para a espécie. Os sítios 1 e 2 com médias de 127 e 83 mm, apresentaram os menores níveis de produtividade.

FIGURA 4.17 - ÁGUA DISPONÍVEL (mm) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20



cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios; 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Em termos percentuais, os valores da capacidade de água utilizável variaram entre 15% e 25% para os sítios 4 e 5, nas classes de maior crescimento, e 8% (sítio 6) a 6% (sítio 2), para os de menor produtividade. Estes valores são compatíveis com COSTA (1975, p. 432), quando cita a capacidade utilizável expressa em relação ao peso seco, como sendo raramente inferior a 3% e não excedendo, em geral 20%, a não ser em solos orgânicos.

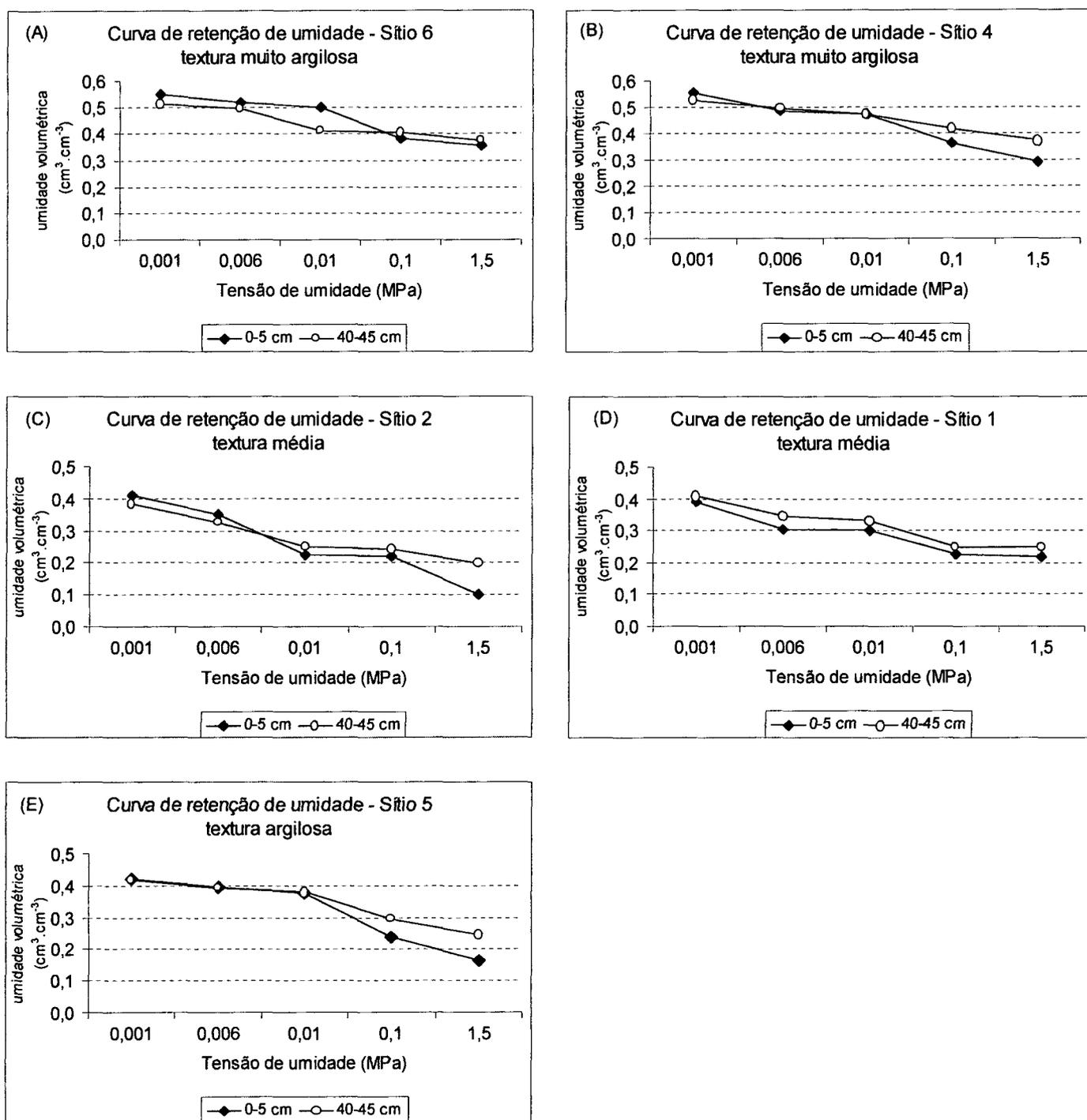
Em geral os solos de textura grosseira e pobres em matéria orgânica têm baixa disponibilidade hídrica. Esta tende a aumentar para os solos de textura média a fina, voltando a diminuir para os solos de textura muito fina.

Na figura 4.17, observa-se entre os sítios estudados o seguinte comportamento para a disponibilidade hídrica: sítio 2 (textura média) > sítio 1 (textura média) = sítio 6 (textura muito argilosa) > sítio 4 (textura muito argilosa) > sítio 5 (textura argilosa).

Solos com a mesma classe de textura podem ter curvas de tensão de umidade diferentes, como ocorre nos sítios 6 e 4, e nos sítios 1 e 2, isto pode ser devido não somente a diferenças de granulometria, mas também a diferenças no teor

de matéria de orgânica, tipo de argila e principalmente diferenças de micro-estrutura com elas relacionadas (figura 4.18).

FIGURA 4.18 - CURVAS DE TENSÕES DE UMIDADE PARA OS SOLOS DAS PARCELAS DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, NAS PROFUNDIDADES 0-5 cm E 40-45 cm



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Observa-se também na figura 4.18-A, que embora o solo do sítio 6 tenha uma alta capacidade de retenção de água na capacidade de campo (0,01 Mpa = 2pF), na profundidade 40-45 cm, o mesmo disponibiliza apenas um pequeno percentual para as plantas. Conforme se observa no menor percentual na tensão 1,5 Mpa (4,2 pF). Isto é própria de sua textura, classificada como muito argilosa.

Nota-se que o sítio 1, com textura média, apesar de não reter alta quantidade de água na capacidade de campo (0,01 Mpa = 2 pF), torna esta água mais disponível para as plantas, conforme se observa na diferença entre as tensões 1,5 e 0,01 MPa (figura 4.18-D).

Os sítios 4 e 5 que apresentaram os maiores valores da capacidade utilizável de água, têm considerável vantagem sobre os demais, principalmente nos anos com menor precipitação, pois poderão manter por períodos maiores um nível de umidade adequado no solo. Esta constatação também é importante, para diminuir o risco climático, que será menor à medida que o solo seja capaz de reter mais água por mais tempo, podendo o período de plantio ser prolongado para além do final da estação chuvosa, que normalmente na Latitude Sul da região amazônica vai até o mês de março.

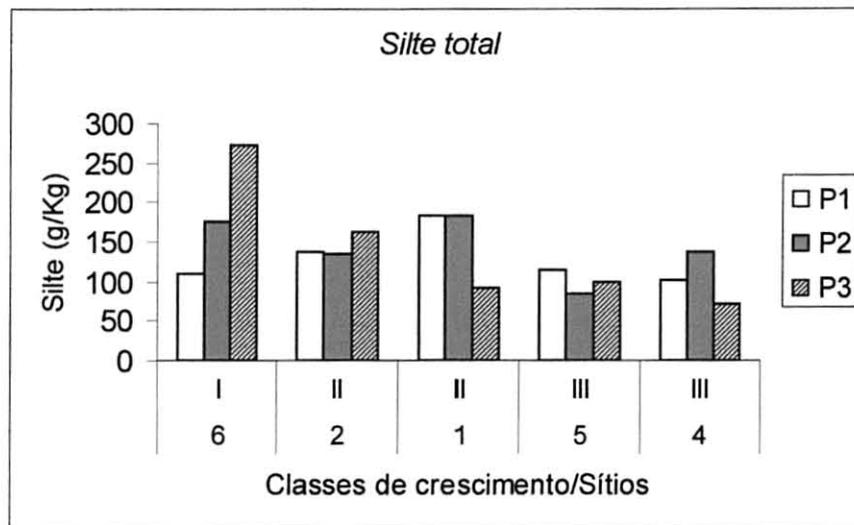
A disponibilidade hídrica é importante, pois segundo RAISON et al. (1990) a maior quantidade de água afeta a mineralização, absorção de nutrientes, o índice de área foliar, a fotossíntese e a duração do período de atividade do crescimento em cada ano especificamente. Além disso, nas épocas em que há um aumento da disponibilidade hídrica e da temperatura do solo, a produção de raízes é acelerada, suportando incrementos das taxas de crescimento da parte aérea (GONÇALVES e MELO, 2000, p. 246).

Silte

A variável silte se destacou como variável regressora em todas as três profundidades. Sua contribuição mais expressiva para explicar a variação da altura do *S. paniculatum* foi na profundidade 40-80 cm do solo, com 60,3% do total de 72,5% (tabela 4.15).

O teor da fração silte nos diferentes sítios é mostrado na figura 4.19.

FIGURA 4.19 - TEOR DE SILTE (g/Kg) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

O teor de silte na profundidade 40-80 cm do solo, se correlacionou negativamente com a variável resposta ($r=-0,78$). O valor negativo desta correlação pode ser constatado pela tendência apresentada graficamente na figura 4.19 (P3). Observa-se que a medida que decresce o teor de silte nas parcelas a altura da espécie aumenta. Os teores médios de silte das três profundidades indicam que os sítios 4 e 5 com maiores produtividades, apresentaram menores teores desta fração do solo, com 102 e 100 g/kg, respectivamente. O teor médio do silte nas profundidades 1, 2 e 3 no sítio 6, na menor classe de crescimento, foi de 185 g/kg.

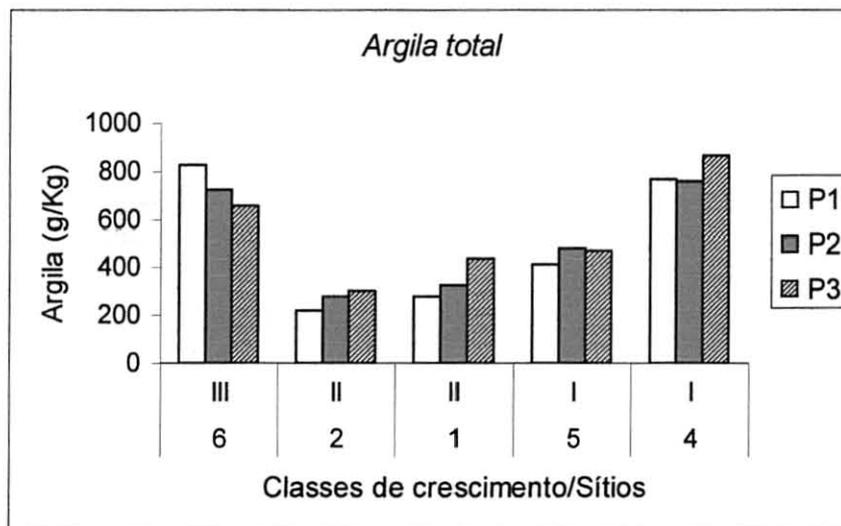
O silte, granulometricamente, fica compreendido entre a areia e a argila, porém do ponto de vista químico é relativamente inerte, com baixa capacidade de troca catiônica. Do ponto de vista físico, o silte tem um considerável poder de retenção para a água, e quando no estado úmido torna-se plástico, dificultando a penetração de ar e de água. Isto provavelmente se deve à distribuição dos poros.

A diferença verificada entre os sítios 6 (DAS-AM) e 4 (Km 30-AM) de

mesma classe textural com relação à disponibilidade hídrica, se explica pelo alto teor de silte apresentado pelo sítio 6 se contrapondo aos baixos teores do sítio 4 (figura 4.19).

Embora não tenha sido relacionada como variável regressora, a fração argila apresentou uma tendência linear positiva com o crescimento da espécie, conforme pode se observar no gráfico da figura 4.20.

FIGURA 4.20 - TEOR DE ARGILA (g/Kg) NAS PARCELAS DE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE, NAS PROFUNDIDADES P1 (0-20 cm), P2 (20-40 cm), P3 (40-80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: Sítios: 1=Ouro Preto-RO; 2=Confiança-RR; 4=Km-30-AM; 5=Caldeirão-AM; 6=DAS-AM

Nota-se na figura 4.20, que o *S. paniculatum* apresenta uma clara tendência de apresentar melhor desempenho em solos mais argilosos, com exceção do sítio 6, pelos motivos comentados anteriormente. Esta relação positiva com a fração argila, se explica segundo COSTA (1975, p. 97), por ser a parte quimicamente ativa da fração mineral do solo, com maior capacidade de adsorção de cátions, e por ser em geral, responsável pela retenção dos elementos nutritivos e pela agregação do solo. Tem extraordinária influência nas suas propriedades físicas, e é a fração que por unidade de peso, mais água retém. Dela depende essencialmente a consistência do solo.

4.7 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 1 (0-20 cm)

Nos itens anteriores analisou-se o crescimento do *S. paniculatum* em relação às variáveis químicas e físicas separadamente. Para se estudar as possíveis interações entre estas variáveis, e avaliar a importância dos fatores químicos ou físicos na camada considerada, realizamos as seguintes análises:

- 1) análise conjunta de todas as variáveis físicas e químicas; e
- 2) análise conjunta apenas das variáveis químicas e físicas selecionadas na camada considerada.

Foram selecionadas na camada 1 (0-20 cm), as variáveis químicas *Al*, *Na*, e *Fe* e as físicas *densi*, *awcmm*, *macropo* e *silte*. Com estas variáveis e a interação entre elas, testamos um único modelo, que é mostrado na equação (4.13).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe + \beta_4 densi + \beta_5 awcmm + \beta_6 macropo + \beta_7 silte + \beta_8 var1 + \dots + \beta_{15} var15 + \varepsilon \quad (4.13)$$

Em que:

\hat{h} = altura média total estimada; *Al* = alumínio; *Na* = sódio; *Fe* = ferro; *densi* = densidade das partículas; *awcmm* = água disponível; *macropo* = % de macroporos; *silte* = teor de silte; *var1* = *Al*Na*; *var2* = *Al*Fe*; *var3* = *Al*densi*; *var4* = *Al*awcmm*; *var5* = *Al*macropo*; *var6* = *Al*silte*; *var7* = *Na*Fe*; *var8* = *Na*densi*; *var9* = *Na*awcmm*; *var10* = *Na*macropo*; *var11* = *Na*silte*; *var12* = *Fe*densi*; *var13* = *Fe*awcmm*; *var14* = *Fe*macropo*; *var15* = *Fe*silte*; ε = erro.

Além do modelo da equação (4.13), construiu-se e testou-se um modelo composto por todas as variáveis físicas e químicas na camada 0-20 cm, totalizando 23 variáveis, conforme mostrado na equação 4.14.

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 pH + \beta_2 P + \dots + \beta_{22} doispf + \beta_{23} awcmm + \varepsilon \quad (4.14)$$

O resultado da seleção das variáveis para o modelo da interação (equação

4.13) e do modelo com todas as variáveis (equação 6.14), correspondente a camada 1 é apresentado na tabela 4.17.

TABELA 4.17 - SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS NA CAMADA 0-20 cm DO SOLO PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA

	N ^o VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² - MODELO	C(p)	F	Pr > F ¹
Interação (equação 6.13)	1	Na*awcmm	0,5830	0,5830	90,43	251,63	<0,0001
	2	Densi	0,1390	0,7219	2,99	89,44	<0,0001
	3	Fe*silte	0,0030	0,7249	3,05	1,945	0,1649
Todas Variáveis (equação 6.14)	1	Densi	0,4524	0,4524	174,45	148,73	<0,0001
	2	Awcmm	0,1757	0,6282	63,34	84,59	<0,0001
	3	Na	0,0859	0,7141	10,05	53,47	<0,0001
	4	N	0,0110	0,7250	5,00	7,05	0,0086

FONTE: Pesquisa de campo.

¹Probabilidade de $F < 0,05$ foi considerada significativa.

O resultado obtido com a seleção das variáveis para equação (4.13) e para a equação (4.14) foram semelhantes, pois as variáveis Fe*silte e N podem ser excluídas do modelo final, por acrescentarem pequeno percentual explicativo (tabela 4.17) na variação da altura das plantas (figura 4.17). Deste modo, obteve-se os seguintes modelos preditivos considerando a interação entre os fatores químicos e físicos (equação 4.15 e 4.16):

$$\hat{h} = 18,02197 + 0,00116Na * awcmm - 5,51254densi \quad (4.15)$$

$$\hat{h} = 20,32823 - 6,78803densi + 0,00691awcmm + 0,17989Na \quad (4.16)$$

O resultado obido na tabela 4.17, para a seleção com todas as variáveis, indicou que as variáveis físicas densidade das partículas (*densi*) e a disponibilidade hídrica (*awcmm*) com um percentual explicativo de 62,81%, foram mais importantes que as variáveis químicas (Na, N) com 9,69%, para explicar a variação do crescimento em altura do *S.paniculatum*, considerando-se a camada 0-20 cm do solo. Este resultado concorda com DANIEL et al. (1979, p. 183) ao afirmar que as propriedades físicas, geralmente, são mais importantes no manejo de plantios florestais, e isto ocorre em função do nível de fertilidade do solo está fortemente relacionado com as características físicas do solo.

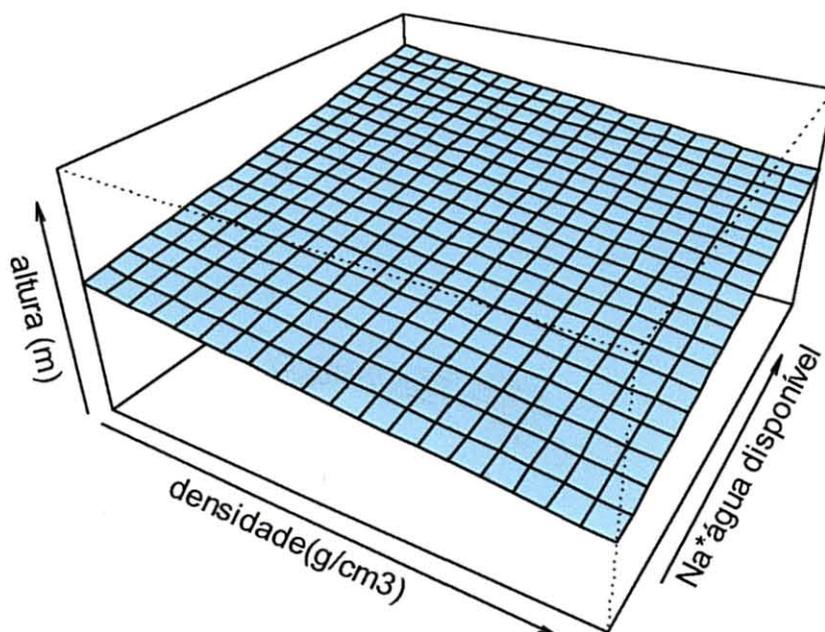
DURY e MANJUNATH (1992, p. 90) estudando a influência dos fatores de sítio no crescimento do *Eucalyptus tereticornis* em karnataka, Índia, encontraram resultado semelhante, ao constatar que a disponibilidade hídrica teve maior influência sobre o crescimento da espécie do que as propriedades químicas do solo.

O comportamento das variáveis densidade (*densi*), e da interação sódio (Na) e água disponível (*awcmm*) sob a variável altura, pode ser visualizado no gráfico de superfície de resposta na figura 4.20.

Na figura 4.21 visualiza-se a influência das três variáveis regressoras selecionadas na eq. 4.13, que juntas determinam 72,2% da variação do crescimento em altura do *S. paniculatum*.

FIGURA 4.21 - CURVA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DA DENSIDADE (g/cm^3) VERSUS SÓDIO (mg/dm^3) E ÁGUA DISPONÍVEL (mm) NO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P1 (0-20 cm)

Densidade vs Na*Água disponível



$$\text{modelo: } h = 18,02197 + 0,00116*(\text{Na}*\text{awcmm}) - 5,51254*\text{densi}$$

FONTE: Pesquisa de campo.

Observa-se na figura 4.20, a tendência positiva da interação Na*água disponível e a tendência negativa da densidade sob o comportamento da variável altura.

4.8 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 2 (20-40 cm)

Os resultados obtidos com as análises somente dos fatores químicos do solo na camada 2, indicaram as variáveis sódio (*Na*), carbono orgânico (*C*) e ferro (*Fe*) como àquelas de maior relevância. Para os fatores físicos, foram selecionados: água disponível (*awcmm*), macroporosidade (*macropo*) e teor de silte (*silte*).

Semelhante ao procedimento utilizado no item 4.7, construiu-se e testou-se os seguintes modelos (equação 4.15 e 4.16):

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe + \beta_4 awcmm + \beta_5 macropo + \beta_6 silte + \beta_7 silte + \beta_8 var1 + \dots + \beta_{15} var15 + \varepsilon \quad (4.15)$$

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Ph + \beta_2 P + \dots + \beta_{22} doispf + \beta_{23} awcmm + \varepsilon \quad (4.16)$$

Em que:

\hat{h} = altura média total estimada; *Na* = sódio; *C* = Carbono orgânico; *Fe* = ferro; *awcmm* = água disponível; *macropo* = % de macroporos; *silte* = teor de silte; *var1* = Na*C; *var2* = Na*Fe; *var3* = C*Fe; *var4* = Na*awcmm; *var5* = Na*macropo; *var6* = Na*silte; *var7* = C*awcmm; *var8* = C*macropo; *var9* = C*silte; *var10* = Fe*awcmm; *var11* = Fe*macropo; *var12* = Fe*silte; *var13* = awcmm*macropo; *var14* = awcmm*silte; *var15* = macropo*silte; ε = erro.

O modelo da equação(4.15) consta das variáveis físicas e químicas selecionadas e suas interações, totalizando 15 variáveis.

O modelo da equação (4.16) consta de todas variáveis físicas e todas as químicas amostradas na camada 20-40 cm do solo, totalizando 23 variáveis.

Os resultados obtidos com a seleção das variáveis para o modelo da interação (equação 4.15) e o modelo com todas as variáveis (equação 4.16), são apresentados na tabela 4.18.

TABELA 4.18 - SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA A INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO NA CAMADA 2

	N ^o VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² - MODELO	C(p)	F	Pr > F ¹
Interação (equação 4.15)	1	Var13	0,6621	0,6621	39,48	352,73	<0,0001
	2	Var14	0,0293	0,6914	22,63	17,00	<0,0001
	3	Var1	0,0336	0,7250	3,03	21,72	<0,0001
Todas Variáveis (equação 4.16)	1	Awcmm	0,5269	0,5269	126,55	200,43	<0,0001
	2	Na	0,1778	0,7047	14,10	107,76	<0,0001
	3	N	0,0204	0,7250	3,00	13,18	0,0004

¹Probabilidade de $F < 0,05$ foi considerada significativa.

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: var13=awcmm*macropo; var14=awcmm*silte; var1=Na*C

Observa-se na tabela 4.18, que ao analisarmos todas as variáveis (equação 4.16), o componente físico representado pela água disponível (awcmm) teve a maior participação no modelo com 52,69% do total. Os fatores químicos (Na e N), por sua vez, apresentaram uma contribuição de 19,82%, valor este bem maior que o verificado na camada 1 de 9,69%. Não obstante, na camada subsuperficial do solo (20-40 cm), os fatores físicos continuaram sendo mais importantes que os químicos para explicar a variação da variável resposta.

Verificou-se ao estimar os parâmetros das variáveis selecionadas (*var13*, *var14* e *var1*) para compor o modelo final que incorpora as interações, que havia um alto valor da inflação da variância (VIF), acima de 10 (VIF = 22,08 para *var13* e VIF = 23,07 para *var14*). Este alto VIF, se verificava quando a var 13 e a var 14 eram

colocadas juntas na mesma equação. Para manter o VIF abaixo de 10, obteve-se como modelo final umas das equações discriminadas a seguir (equação 4.17 e 4.18).

$$\hat{h} = 3,10769 + 0,00251var13 + 0,00320var1 \quad (4.17)$$

$$\hat{h} = 1,92311 + 0,00016318var14 + 0,00251var1 \quad (4.18)$$

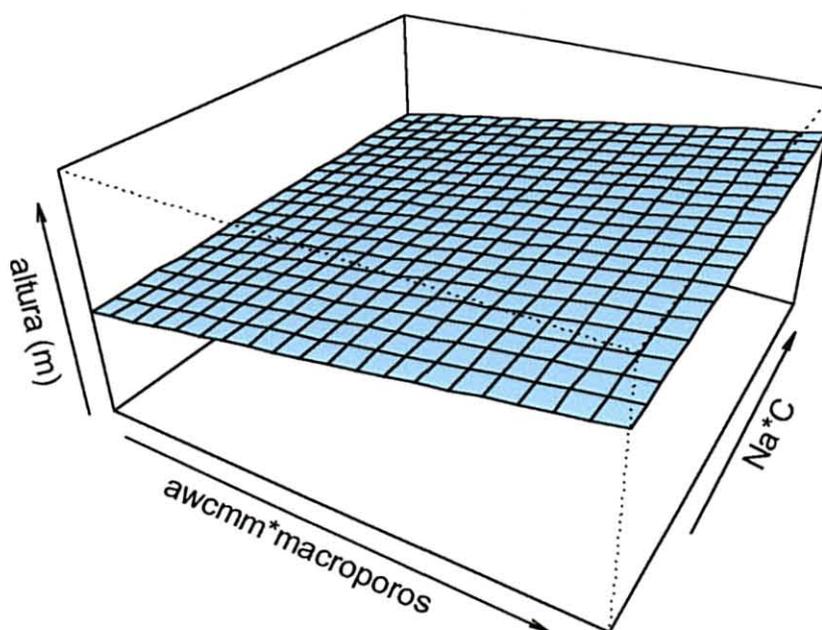
Em que:

$var13 = awcmm*macropo$; $var14 = awcmm*silte$; $var1 = Na*C$.

Os gráficos da curva de superfície de resposta obtida a partir das equações (4.17 e 4.18) são mostrados nas figuras 4.22 e 4.23.

FIGURA 4.22 - INTERAÇÃO ÁGUA DISPONÍVEL (mm) E MACROPOROS (%) *VERSUS* SÓDIO (mg/dm^3) E CARBONO (g/kg) NO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P2 (0-40 cm)

Água disp.*Macroporos vs Na*C

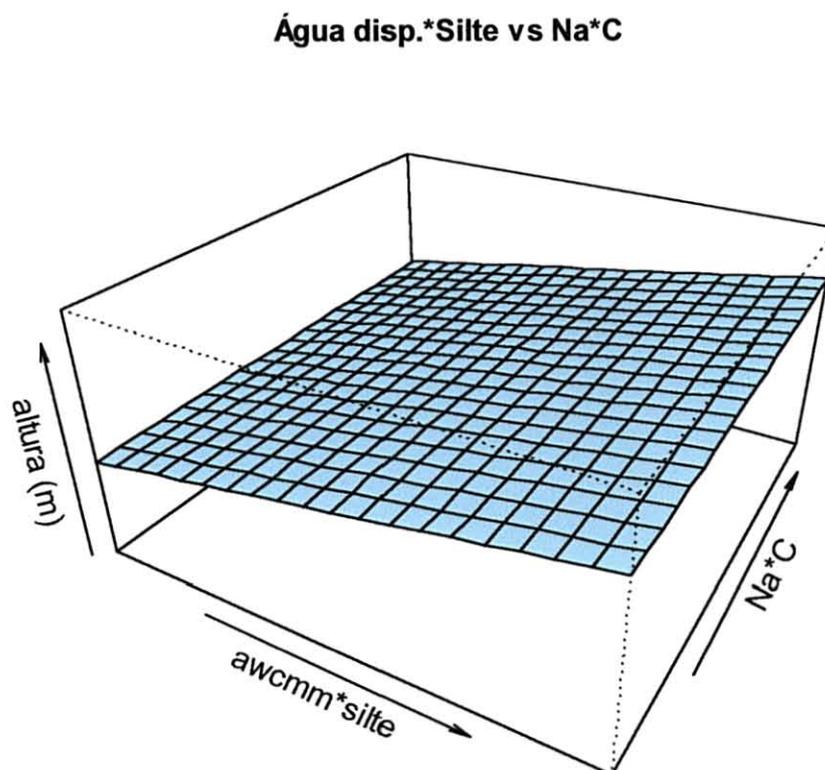


$$\text{modelo: } h = 3,10769 + 0,00251*var13 + 0,00320*var1$$

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: $var13 = awcmm*macropo$; $var1 = Na*C$.

FIGURA 4.23 - INTERAÇÃO ÁGUA DISPONÍVEL (mm) E SILTE (%) VERSUS SÓDIO (mg/dm^3) E C (g/kg) NO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P2 (0-40 cm)



$$\text{modelo: } h = 1,92311 + 0,00016318*\text{var14} + 0,00251*\text{var1}$$

FONTE: pesquisa de campo.

NOTA: var 14 = awcmm*silte; var 1 = Na*C.

Observa-se que os gráficos das figuras 4.22 e 4.23, apresentam um comportamento similar para a superfície de resposta da altura. Esta tendência é dada principalmente pela variável água disponível (awcmm), que na camada 2 foi a de maior importância, explicando 52,7% do total de 72,5% (tabela 4.18). Nota-se também a maior influência exercida pelas variáveis físicas em relação às químicas no comportamento da curva de superfície da variável resposta

A var14 expressa pela interação $awcmm*silte$, teve um alto coeficiente de correlação negativo ($r = - 0,88$), indicando uma relação inversa entre estas variáveis, ou seja sítios em que ocorrer alto teor de silte a disponibilidade hídrica terá uma tendência a ser menor.

4.9 INTERAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA CAMADA 3 (40-80 cm)

Os resultados obtidos com as análises dos fatores químicos do solo na camada 3, indicaram as variáveis ferro (Fe), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) como as de maior relevância. Para os fatores físicos, foram selecionados: teor de silte ($silte$), macroporosidade ($macropo$) e densidade ($densi$).

Foram testados os modelos contemplando as interações (equação 4.19) e com todas as variáveis (equação 4.20).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Fe + \beta_2 Mg + \beta_3 Ca + \beta_4 silte + \beta_5 macropo + \beta_6 densi + \beta_7 silte + \beta_8 var1 + \dots + \beta_{15} var15 + \varepsilon \quad (4.19)$$

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Ph + \beta_2 P + \dots + \beta_{22} doispf + \beta_{23} awcmm + \varepsilon \quad (4.20)$$

Em que:

\hat{h} = altura média total estimada; Fe = ferro; Mg = Magnésio; Ca = cálcio; $silte$ = teor de silte; $macropo$ = % de macroporos; $densi$ = densidade; $var1$ = $Fe*Mg$; $var2$ = $Fe*Ca$; $var3$ = $Mg*Ca$; $var4$ = $Fe*silte$; $var5$ = $Fe*macropo$; $var6$ = $Fe*densi$; $var7$ = $Mg*silte$; $var8$ = $Mg*macropo$; $var9$ = $Mg*densi$; $var10$ = $Ca*silte$; $var11$ = $Ca*macropo$; $var12$ = $Ca*densi$; $var13$ = $silte*macropo$; $var14$ = $silte*densi$; $var15$ = $macropo*densi$; ε = erro.

Os resultados obtidos com a seleção das variáveis para o modelo da

interação (equação 4.19) e o modelo com todas as variáveis (equação 4.20), são apresentados na tabela 4.19.

TABELA 4.19 - SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA A INTERAÇÃO DOS FATORES QUÍMICOS E FÍSICOS DE SOLO NA CAMADA 3, PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA,

	N ^o VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F ¹
Interação (equação 4.19)	1	Var13	0,7037	0,7037	12,71	427,54	<0,0001
	2	Var5	0,0178	0,7215	3,26	11,43	<0,0009
	3	Var6	0,0035	0,7250	3,00	2,27	<0,1337
Todas Variáveis (equação 4.20)	1	Silte	0,6033	0,6033	77,35	273,73	<0,0001
	2	Al	0,1197	0,7229	2,33	77,31	<0,0001
	3	Awcmm	0,0020	0,7250	3,03	1,32	0,2530

¹Probabilidades de F<0,05 foram consideradas significativas.

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: var13=silte*macropo; var5=Fe*macropo; var6=Fe*densi

Os resultados da estimativa dos parâmetros obtidos da tabela 4.19, após a exclusão das variáveis *var6* e *awcmm* sem significância estatística e com pequena contribuição para explicação da variável dependente, indicaram os modelos preditivos finais, mostrados nas equações (4.21) e (4.22).

$$\hat{h} = 7,80272 - 0,00125 \text{ var } 13 - 0,00073525 \text{ var } 5 \quad (4.21)$$

$$\hat{h} = 6,81490 - 0,01992 \text{ silte} + 2,26047 \text{ Al} \quad (4.22)$$

Em que:

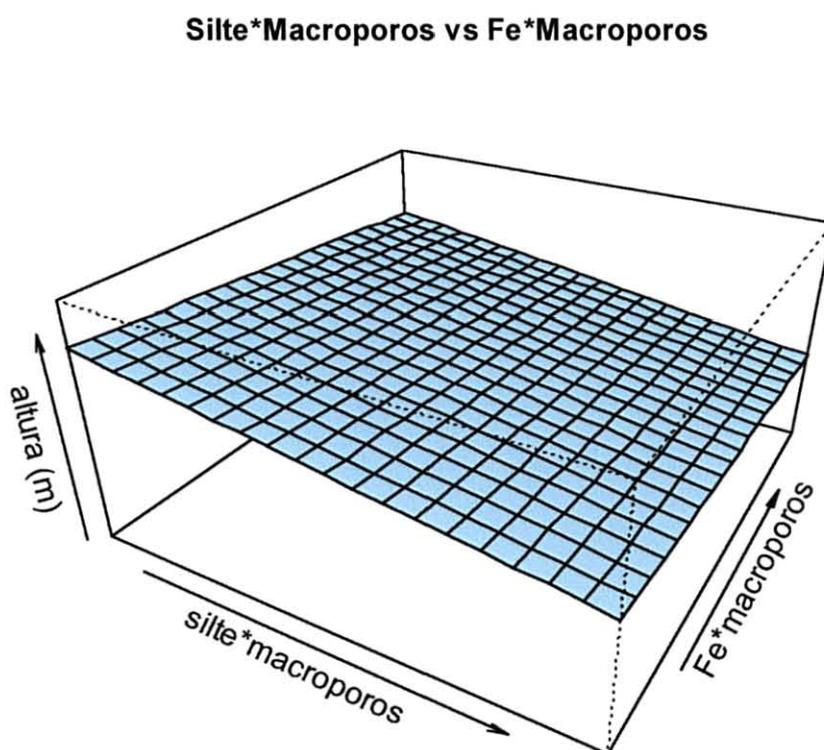
var13 = silte*macropo; *var5* = Fe*macropo.

Entre as variáveis selecionadas para compor os modelos preditivos na camada 3 do solo, o fator *silte* foi o mais importante, contribuindo com 60,3% do total de 72,50% (tabela 4.19). Entre as variáveis químicas, o Al se destacou com 12% da contribuição para o modelo final. Nota-se que novamente, nesta profundidade do solo,

os fatores físicos foram mais importantes que os químicos para explicar a variação do crescimento do *S. paniculatum* entre os sítios estudados.

Os gráficos das curvas de superfície da variável resposta obtidos a partir das equações (4.21) e (4.22), são mostrados nas figuras 4.24 e 4.25, respectivamente.

FIGURA 4.24 - INTERAÇÃO SILTE (%) E MACROPOROS (%) *VERSUS* Fe (mg/dm³) E MACROPOROS (%) NO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P3 (40-80 cm)

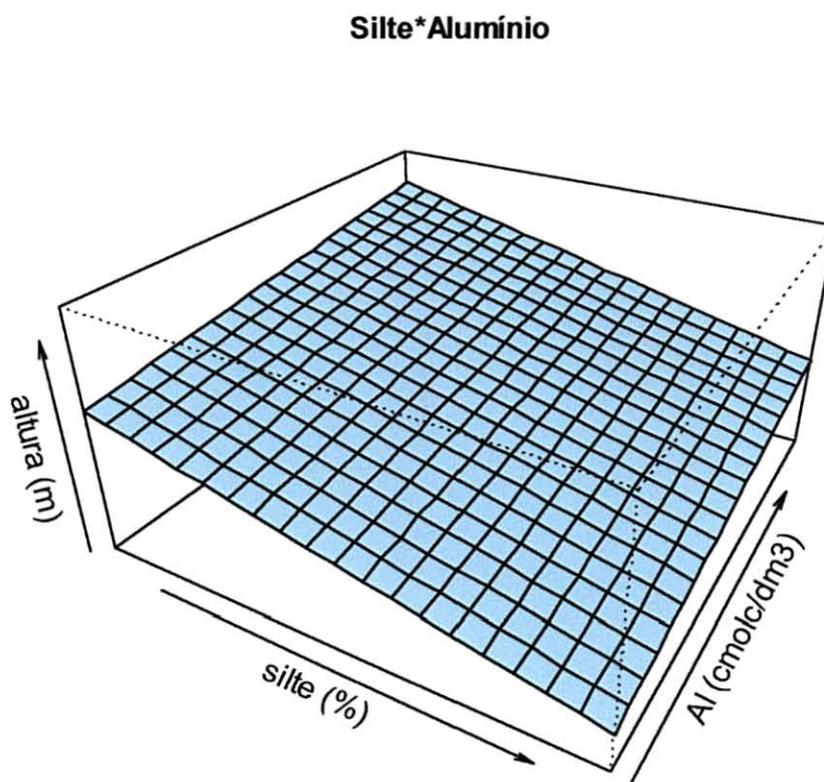


$$\text{modelo: } h = 7,80272 - 0,00125*\text{var13} - 0,00073525*\text{var5}$$

FONTE: Pesquisa de campo.

NOTA: *var13* = silte*macropo; *var5* = Fe*macropo.

FIGURA 4.25 - INTERAÇÃO SILTE (%) E ALUMÍNIO (cmolc/dm^3) NO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES, NA PROFUNDIDADE P3 (40-80 cm)



$$\text{modelo: } h = 6,81490 - 0,01992 \cdot \text{silte} + 2,26047 \cdot \text{Al}$$

FONTE: Pesquisa de campo do autor.

As curvas de superfície de resposta das figuras 4.24 e 4.25 mostraram a maior influência das variáveis físicas do solo (profundidade 40-80 cm) no crescimento do *S. paniculatum*.

A variável silte que apresentou um alto coeficiente correlação com a altura ($r=-0,78$), denota claramente sua influência restritiva ao crescimento da espécie. Por sua vez, o Al apresentou uma tendência positiva para o crescimento em altura da espécie (figura 4.24). Este resultado contribui para reforçar a tese de que a espécie se adapta bem em solos com alta saturação em Al, como é comum na Amazônia.

Solos com alto percentual de macroporos, ou seja, solos arenosos, também se mostraram inadequados para o crescimento da espécie. Esta variável apresentou um alto coeficiente de correlação negativo com a altura ($r = -0,54$). Na fig 4.23, observa-se que a variável macroporos interagindo com o silte ou com o Fe, induzem ao menor desenvolvimento do *S. paniculatum*.

Os resultados da seleção das variáveis edáficas para explicar a variação do crescimento do *S. paniculatum*, demonstraram que a espécie possui características rizográfica capaz de explorar maior volume do solo em profundidade. Por apresentar esta característica e ser uma espécie da família das Leguminosae, com potencial para melhorar as condições químicas e físicas do solo, o *S. paniculatum* poderá ser usado em consórcio agroflorestais e para recuperar áreas em estado de degradação.

4.10 CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* EM FUNÇÃO DOS FATORES DE CLIMA

As variáveis climáticas foram organizadas em médias ou totais mensais por sítio. As médias utilizadas contemplam 5 anos, do plantio da espécie (1998) até a última coleta de dados (2002).

S.paniculatum foi implantado em cinco sítios, porém para os estudos de clima, considerou-se apenas os sítios: 1 (Ouro Preto - RO), 2 (Confiança-RR), 4 (Km-30-AM), e 6 (Caldeirão-AM). O sítio 5 (DAS-AM) não foi incluído por não se ter dados consistentes de clima do local.

Foram contempladas as seguintes variáveis: 1) precipitação total (*prect*); 2) evaporação total (*evapt*); 3) temperatura média (*tempm*); 4) temperatura máxima média (*tempmaxm*); 5) temperatura mínima média (*tempminm*); 6) umidade relativa média (*urm*); 7) insolação total (*inst*) e 8) evapotranspiração total (*etpt*).

Em primeiro lugar realizou-se a análise de correlação simples entre as variáveis, incluindo a variável resposta (*h*). O resultado desta análise é apresentado mostrado na tabela 4.20.

TABELA 4.20 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E A ALTURA DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, NA AMAZÔNIA - PERÍODO 1988-2002

	h	Prect	Evapt	Tempm	Tempmaxm	Tempminm	Urm	Inst	Etpt
h	1								
Prect	0,63***	1							
Evapt	-0,59***	-0,64***	1						
Tempm	0,16 ^{ns}	0,67***	-0,48***	1					
Tempmaxm	-0,49***	-0,30***	-0,37***	0,49***	1				
Tempminm	0,18*	0,61***	-0,74***	0,95***	0,55***	1			
Urm	0,71***	0,89***	-0,70***	0,26**	-0,70***	0,20**	1		
Inst	-0,42***	-0,94***	0,33***	-0,99***	-0,99***	-0,88***	-0,90***	1	
Etpt	0,14 ^{ns}	0,66***	-0,39***	0,99***	0,49***	0,92***	0,25**	-0,99***	1

***P | r | > 0,001; **P | r | > 0,01; *P | r | > 0,05; ^{ns} P | r | não significativo.

FONTE: Pesquisa de campo.

Os resultados da tabela 4.20, mostraram que o crescimento em altura da espécie teve as maiores correlações lineares com as variáveis: umidade relativa ($r=0,71$), precipitação ($r=0,63$), evapotranspiração potencial ($r=-0,59$) e temperatura máxima média ($r=-0,49$). Este resultado nos forneceu um primeiro indicativo dos fatores climáticos que podem estar correlacionados com a variabilidade do crescimento em altura do *S. paniculatum*. Para identificar estes fatores com maior precisão, realizou-se as análises múltiplas de regressão.

Para a seleção das variáveis regressoras, estabeleceu-se o modelo completo, conforme se apresenta na equação (4.23).

$$\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 \text{prect} + \beta_2 \text{evapt} + \beta_3 \text{tempm} + \beta_4 \text{tempmax} + \beta_5 \text{tempmin} + \beta_6 \text{urm} + \beta_7 \text{inst} + \beta_8 \text{etpt} + \varepsilon \quad (4.23)$$

Em que:

\hat{h} = altura média total estimada (m); *prect* = precipitação total (mm); *evapt* = evaporação total; *tempm* = temperatura média (°C); *tempmax* = temperatura máxima média (°C); *tempmin* = temperatura mínima média (°C); *urm* = umidade relativa média

(%); $etpt$ = evapotranspiração potencial total (mm); ε = erro; e β_0 β_8 = coeficientes de regressão parciais.

Após a seleção das variáveis pelo método passo a passo (*stepwise*), e o procedimento da incorporação progressiva, obteve-se o resultado que é mostrado na tabela 4.21.

TABELA 4.21 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, PELO MÉTODO DA INCORPORAÇÃO PROGRESSIVA

Nº VARIÁVEIS	MODELO	R ² Parcial	R ² -MODELO	C(p)	F	Pr > F ¹
1	Tempminm	0,3591	0,3591	8,89	58,83	<0,0001
2	Tempm	0,0452	0,4043	3,00	7,89	0,0059

¹Probabilidades de $F < 0,05$ foram consideradas significativas

FONTE: Pesquisa de campo.

O resultado da tabela 4.21, indicou que o modelo preditivo reduzido, em função dos fatores de clima pode ser formado apenas pela variável *tempminm*, pois a variável *tempm* apresentou uma contribuição parcial irrelevante (0,0452). Com a seleção desta variável procedeu-se a análise de regressão para estimar os parâmetros. Este resultado é mostrado na tabela 4.22.

TABELA 4.22 - PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 \text{tempminm}$

VÁRIÁVEL	GRAUS DE LIBERDADE	PARÂMETRO ESTIMADO	ERRO T - VALOR PADRÃO	PROB> t	
Intercepto	1	-12,49522	8,86041	-1,41	0,1608
Tempminm	1	0,84784	0,40035	2,12	0,0361

NOTAS: 1. As hipóteses testadas são $H_0 : \beta_i = 0$ vs $H_1 : \beta_i \neq 0$

2. probabilidades de $|t| < 0,05$ foram consideradas significativas

FONTE: Pesquisa de campo.

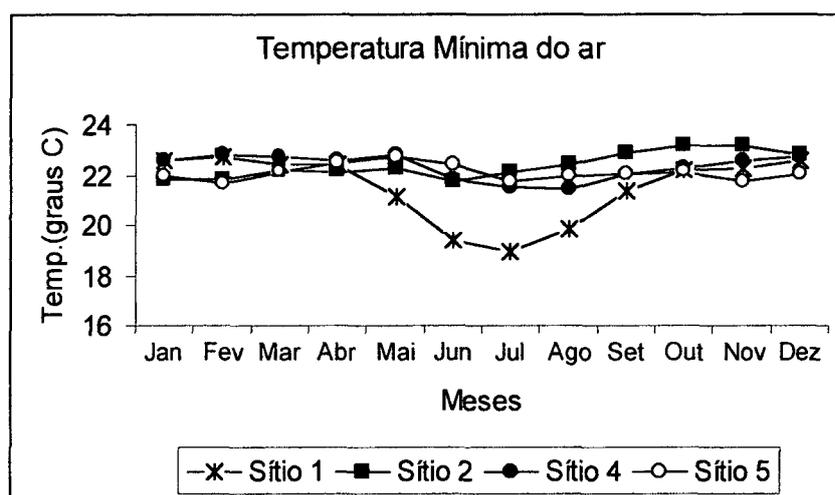
Como a probabilidade de $|t|$ para o β_0 foi maior que 0,05, não se rejeitou a hipótese nula. Obteve-se portanto, o modelo preditivo reduzido, com coeficiente de

determinação igual a 0,26 (R^2_{ajust}), conforme é mostrado na equação (4.24).

$$\hat{h} = 0,84784 \text{ temp min} \quad (4.24)$$

A variação anual da temperatura mínima como única variável selecionada, pode ser visualizada na figura 4.26.

FIGURA 4.26 - VARIAÇÃO MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DO AR ($^{\circ}\text{C}$) NOS SÍTIOS 1=OURO PRETO-RO, 2=CONFIANÇA-RR, 4=KM-30-AM E 5=CALDEIRÃO-AM, NA AMAZÔNIA - 1988 - 2002



FONTE: CEPLAC-RO, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Roraima, INMET (dados adaptados).

Observa-se na figura 4.26 que o sítio 1 apresentou os menores valores de temperaturas mínimas com $19,4^{\circ}\text{C}$, $18,9^{\circ}\text{C}$ e $19,8^{\circ}\text{C}$, nos meses de junho, julho e agosto, respectivamente. Até esse nível de temperatura o *S. paniculatum*, parece não ter apresentado sérias restrições, uma vez que a espécie apresentou um bom crescimento no sítio 1, classificando-se com uma produtividade mediana. No entanto a espécie parece se adequar melhor nos sítios que apresentam temperaturas mais elevadas, como ocorreu nos sítios 4 e 5 que apresentaram a melhor produtividade para a espécie e temperatura média mínima de $21,4^{\circ}\text{C}$ e $21,7^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

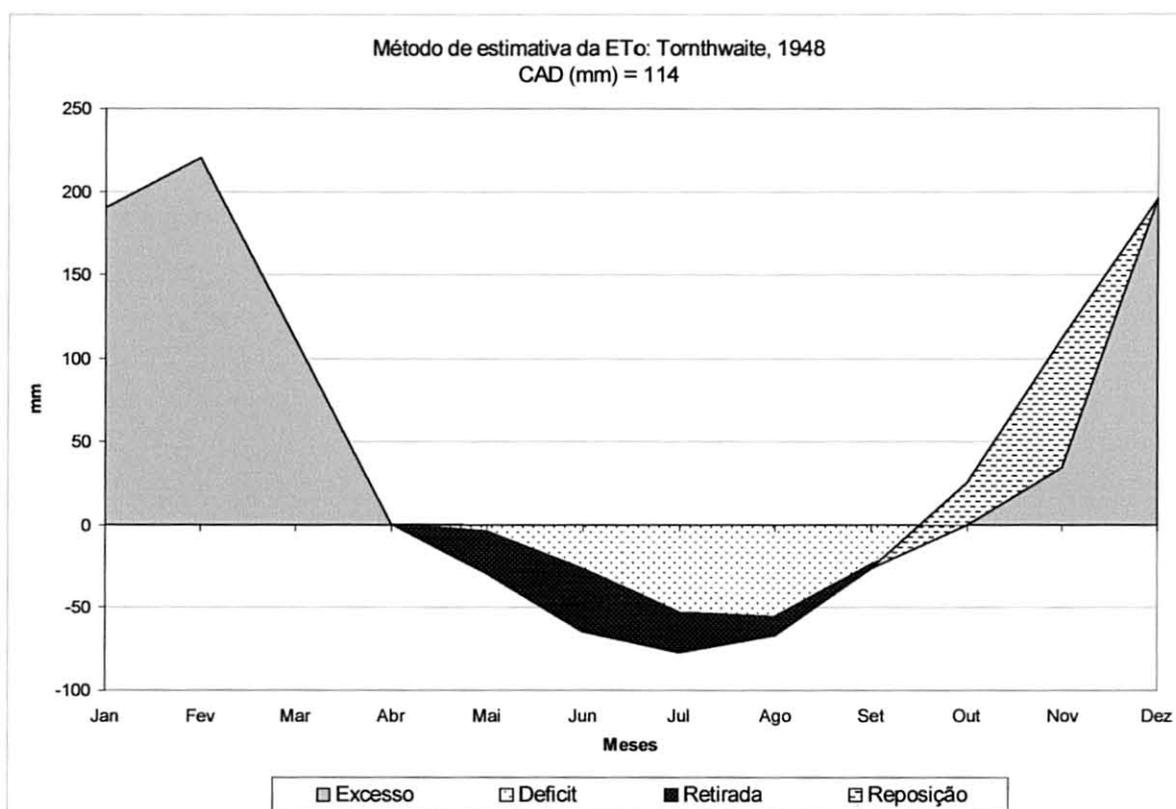
Este comportamento pode estar relacionado à maior quantidade de energia térmica requerida pela espécie para desenvolver os seus ciclos vegetativos, considerando que o *S. paniculatum* é uma planta tipicamente heliófila. HACKETT &

HARRIS (1996b, p. 125), explicam que quanto mais unidades térmicas sejam acumuladas, mais rapidamente a planta passará através de suas fases de desenvolvimento.

Apesar de não terem sido selecionadas como variáveis regressoras, é importante mencionar as variáveis umidade relativa (*urm*), precipitação total (*precip*) e evapotranspiração potencial (*evapt*) que apresentaram altos valores de correlação com a variável dependente (tabela 4.20). Observa-se que estas variáveis estão relacionadas à contabilidade hídrica do sistema, pois como foi verificado no item 4.8, a quantidade de água disponível no solo está estreitamente relacionada com a variação de crescimento em altura da espécie.

As diferenças na contabilidade hídrica do sistema solo-planta-atmosfera verificadas entre os sítios podem ser constatadas nos gráficos do balanço hídrico para cada ambiente (figuras 4.27, 4.28, 4.29 e 4.30).

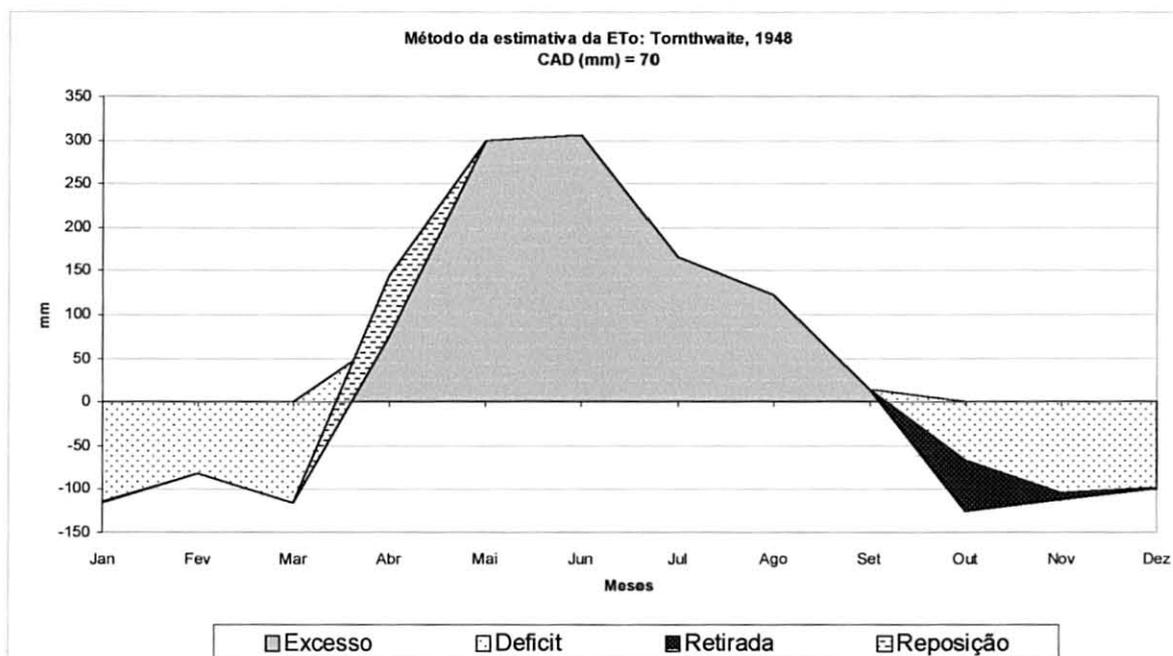
FIGURA 4.27 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO PARA O SÍTIO 1-OURO PRETO, NO ESTADO DE RONDÔNIA, PERÍODO DE 1982-2002



NOTAS: 1. CAD = capacidade de água disponível; 2. Dados adaptados pelo autor.

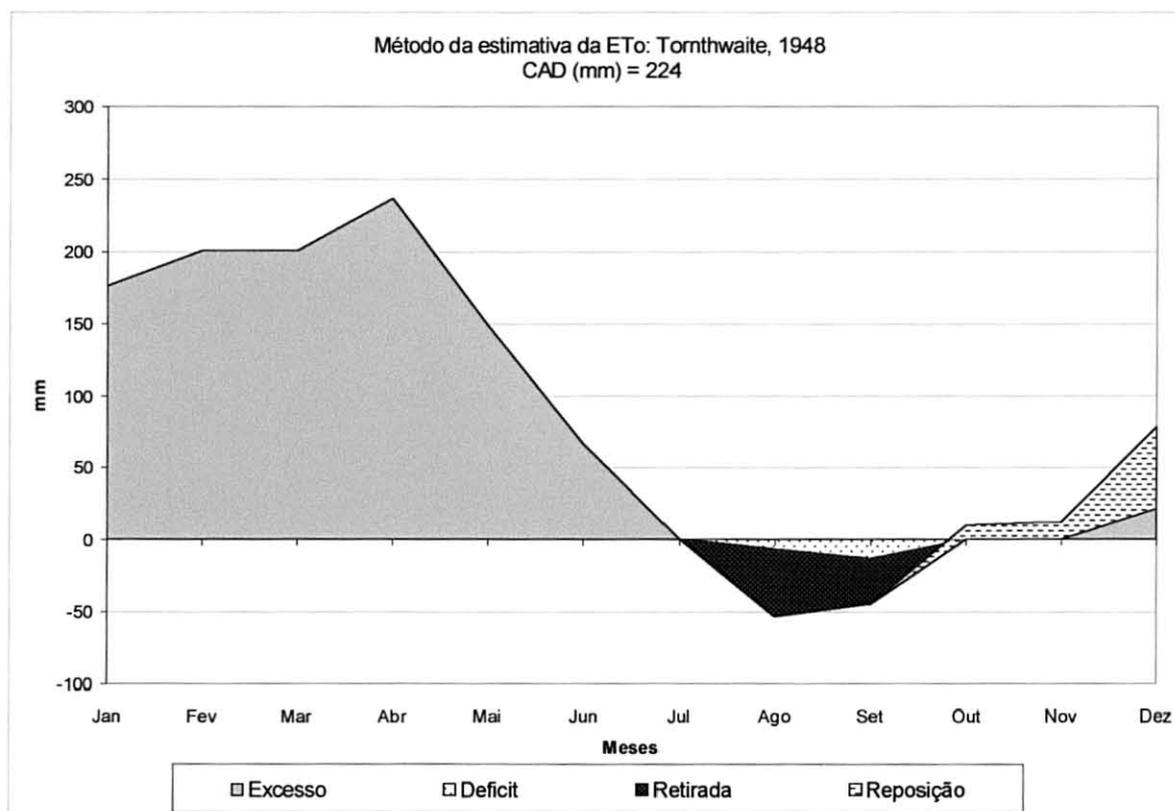
FONTE: CEPLAC-RO; Embrapa-Rondônia

FIGURA 4.28 -.BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 2- CONFIANÇA, NO ESTADO DE RORAIMA, PERÍODO DE 1998-2002



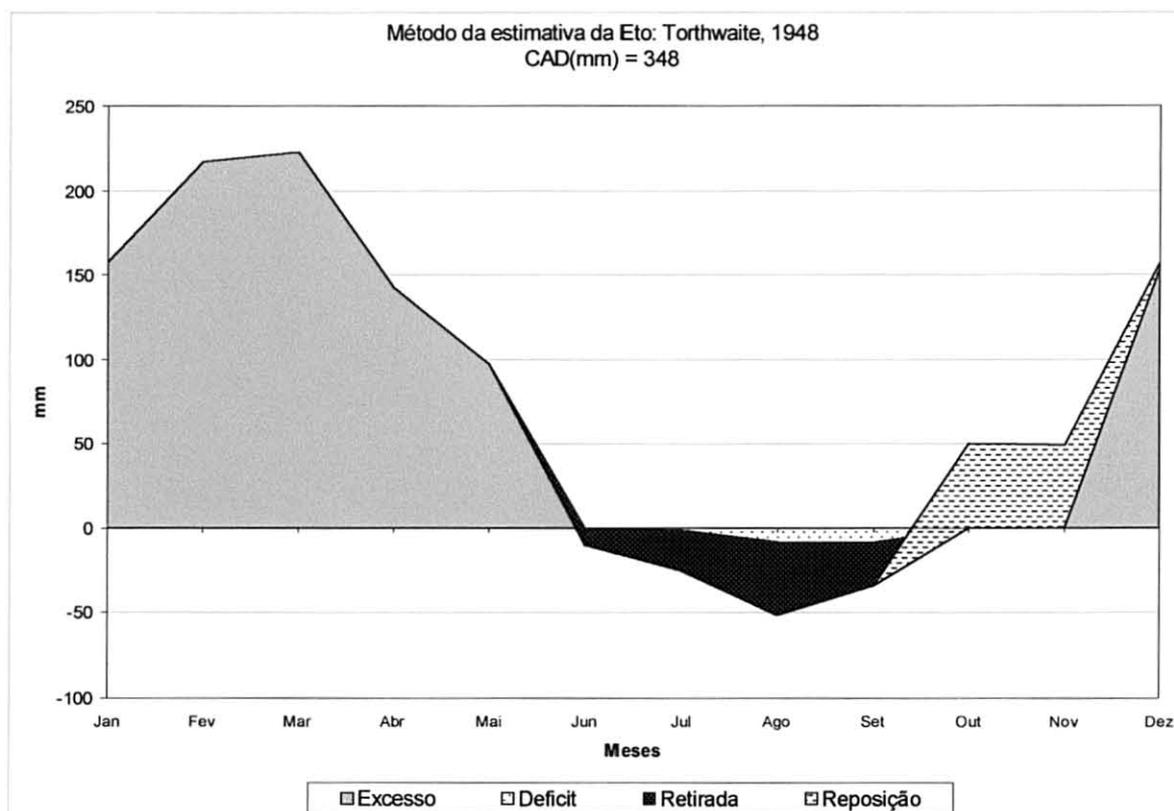
NOTAS: 1. CAD = capacidade de água disponível; 2. Dados adaptados .
FONTE: Embrapa-RR, INMET.

FIGURA 4.29 -.BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 4-KM 30, NO ESTADO DO AMAZONAS, PERÍODO DE 1998-2002



NOTAS: 1. CAD = capacidade de água disponível; 2. Dados adaptados.
FONTE: Embrapa Amazônia Ocidental.

FIGURA 4.30 -.BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 5-CALDEIRÃO, NO ESTADO DO AMAZONAS,PERÍODO DE 1984 -1994



FONTE: Embrapa Amazônia Ocidental.

NOTAS: 1. CAD = capacidade de água disponível.

2. Dados trabalhados pelo autor.

Percebe-se nas figuras 4.29 e 4.30 que os sítios 4 e 5 que apresentaram a maior capacidade de água disponível (CAD), com 224 mm e 348 mm, respectivamente, e menor déficit hídrico, foram àqueles onde a espécie apresentou o melhor desenvolvimento. Por outro lado, o sítio 2 (figura 4.28), com CAD igual a 70 mm e déficit hídrico acentuado, apresentou juntamente com o sítio 6, o menor crescimento em altura, adequando-se na classe mais baixa de produtividade..

O sítio 1 (figura 4.27) com CAD igual a 114 mm, apresentou uma produtividade mediana, indicando estar em torno deste valor da capacidade de água disponível, o limite mínimo para o desenvolvimento satisfatório da espécie. Este

resultado está de acordo com BONELLI & SCHLATER (1995, p.53), que trabalhando na caracterização de solos ao Sul do Chile, indicaram que a CAD necessária para um rendimento atrativo para as plantações florestais seria maior ou igual a 110 mm.

4.11 CLASSIFICAÇÃO MULTIFATORIAL DE SÍTIO PARA O *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*

Procurou-se neste item resumir os resultados obtidos nos tópicos anteriores, estabelecendo a relação dos fatores físicos, químicos e de clima que exerceram influência no comportamento apresentado pelo *S. paniculatum* em relação ao seu crescimento em altura, tomada como variável dependente de referência. As variáveis foram agrupadas por nível de profundidade da camada de solo, conforme descreve-se a seguir:

Profundidade 1 (0 a 20 cm):

Crescimento em altura = $f \{ (+)Al, (+)Na, (+)Fe, (-)Densidade, (+)Água$
disponível, (+)Macroporos, (+)Argila, (+)Temperatura
média, (+) Temperatura mínima}

Profundidade 2 (20 a 40 cm):

Crescimento em altura = $f \{ (+)Na, (-)C, (-)Fe, (+) Água$ disponível, (+)
Macroporos, (-)Silte, (+)Temperatura média,
(+)Temperatura mínima}

Profundidade 3 (40 a 80 cm):

Crescimento em altura = $f \{ (-)Fe, (-)Mg, (-)Ca, (-)Silte, (-)Macroporos,$
(+)Densi, (+)Temperatura média, (+)Temperatura
mínima}

O sinal entre parênteses indica uma relação positiva (+) ou negativa (-) da variável com o desempenho da espécie.

É importante ressaltar que a partir de um conjunto inicial de 74 variáveis por sítio (39 químicas, 27 físicas, 8 climáticas), conseguiu-se explicar a variação do

crescimento da espécie em função de apenas 24 variáveis, divididas nas três profundidades.

Os resultados das análises estatísticas demonstraram que entre 70,5 a 72,0 % da variação do crescimento do *S. paniculatum* pode ser explicado pelos modelos de regressão, considerando as variáveis edáficas nas três camadas do solo. E que 35,9% da variação no crescimento pode ser explicado pelas variáveis de clima.

Nas análises das variáveis químicas, o ajuste de diferentes modelos, com diferentes variáveis em cada camada do solo, demonstrou que existiram diferenças no conteúdo dos elementos químicos nas amostras das profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-80 cm. No entanto, para as variáveis físicas verificou-se uma maior similaridade entre os modelos nas diferentes profundidades. Para o *S. paniculatum*, as variáveis físicas foram mais importantes que as químicas nas três camadas do solo.

Os resultados obtidos com as equações de regressão selecionadas, em função dos fatores edáficos, demonstraram que as mesmas foram adequadas para a predição do crescimento da espécie, apresentando um coeficiente de determinação elevado ($R^2_{ajust.} > 70\%$). No entanto, quando se considerou os fatores de clima, o percentual de variância explicado pelo modelo de regressão foi baixo ($R^2_{ajust.} = 26\%$).

Verificou-se que ao analisar o desempenho do *S. paniculatum* em 5 diferentes sítios, obteve-se resultados com um nível aceitável de confiabilidade, ainda que estes não representassem todo o gradiente de variação que poderia ocorrer na Amazônia. É evidente que para cobrir uma grande área de abrangência como a Amazônia, haveria um custo muito alto para instalação, execução e acompanhamento das parcelas experimentais. Para amenizar este problema pode-se recorrer ao sistema Plantgro[®] de simulação de crescimento, conforme se apresenta no item a seguir.

4.12 PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* PELO PROGRAMA PLANTGRO[®]

Para o uso do programa Plantgro[®], elaborou-se primeiramente os arquivos de solo e de clima para os sítios de interesse. Os arquivos de solo constam de 21 variáveis e os de clima com 12. No apêndice 8 mostra-se um arquivo Plantgro[®] de solo, que foi elaborado para o sítio 4- Km 30.

Segundo HACKETT & HARRIS (1996, p. 59), uma dificuldade comum que se apresenta, é a de obter amostras que realmente reflitam as condições do solo, em função de sua intrínseca variabilidade. É difícil saber exatamente onde, como e quando coletar as amostras para que estas representem com exatidão o solo. Para amenizar este problema, coletou-se amostras em 3 profundidades do solo (0-20, 20-40 e 40-80 cm) para análise de sua importância na performance da espécie. Os resultados destas análises foram apresentados nos capítulos anteriores e indicaram que as variáveis químicas do solo estão bem representadas na camada de 20 a 40 cm. Por sua vez, as variáveis físicas foram mais representativas nas camadas 40 a 80 cm.

Este resultado foi importante para elaboração dos arquivos Plantgro[®] de solo.

A elaboração dos arquivos Plantgro[®] de clima foram elaborados a partir das médias mensais obtidas no período de 1998 a 2002 (5 anos), para cada sítio de interesse.

No apêndice 9, apresenta-se o arquivo de clima elaborado para o sítio do Km-30/AM.

O processo fundamental para realização das predições é a elaboração das relações que expressem as exigências eco-fisiológicas da espécie e os fatores de solo e clima. Estas relações constituem o elemento "chave" para predição da performance da espécie, e é onde deve-se empregar toda o conhecimento disponível sobre a espécie em questão, para que estas expressem com a maior exatidão possível, o comportamento da mesma em função dos fatores de clima e de solo.

Para elaboração das relações eco-fisiológicas tem-se as seguintes considerações:

- a) SR (0 a 9): Nível de desempenho, do original em inglês *suitability ratings*. usado para descrever os efeitos dos fatores no desenvolvimento das plantas. Os níveis de performance para SR são: 8 a 9 = alta, 6 a 7=moderada, 4 a 5=baixa, 2 a 3=morte lenta e 0 a 1 = morte rápida. .
- b) LR (0 a 9): Nível de restrição, do original em inglês, *limitation ratings*. É o contrário do nível de desempenho, e indica a seriedade dos problemas causados por níveis prejudiciais de algum fator no desenvolvimento da planta. Em termos de porcentagem do desenvolvimento máximo da planta: LR 0 = 100%, LR 2 = 75%, LR 4 = 50%, LR 6 = 25%, LR 8 = 0 (morte lenta) e LR 9 = 0 (morte rápida).
- c) Relação 5 - Duração do dia: o Plantgro[®] inclui horas em que ocorre níveis baixos de luz (crepúsculo), que tem o mesmo efeito nos processos fisiológicos que os períodos de plena luz.
- d) Relação 6 - Radiação solar: fator de energia luminosa diferente de horas de sol, que está relacionado a horas de dia sem nuvens.
- e) Unidades térmicas (TUs): são registros de energia térmica recebida pela planta. Representam pacotes de energia, que conduzem o relógio biológico da planta através de suas distintas fases de desenvolvimento.

A ponte de ligação entre os dois módulos do programa Plantgro[®] - arquivos de solo e clima e arquivos de predição - são os arquivos de planta. A partir das relações elaboradas para a espécie de interesse, o programa compara com as características do clima e do solo do local em que vai se implantar a espécie e gera o arquivo de predição.

Foram elaboradas 23 relações, das quais, as 18 principais são mostradas na figura 4.31.

FIGURA 4.31 - RELAÇÕES ECO-FISIOLÓGICAS DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, OBTIDAS A PARTIR DO ARQUIVO PLANTGRO DE PLANTA EM CINCO SÍTIOS NA REGIÃO AMAZÔNICA

continua

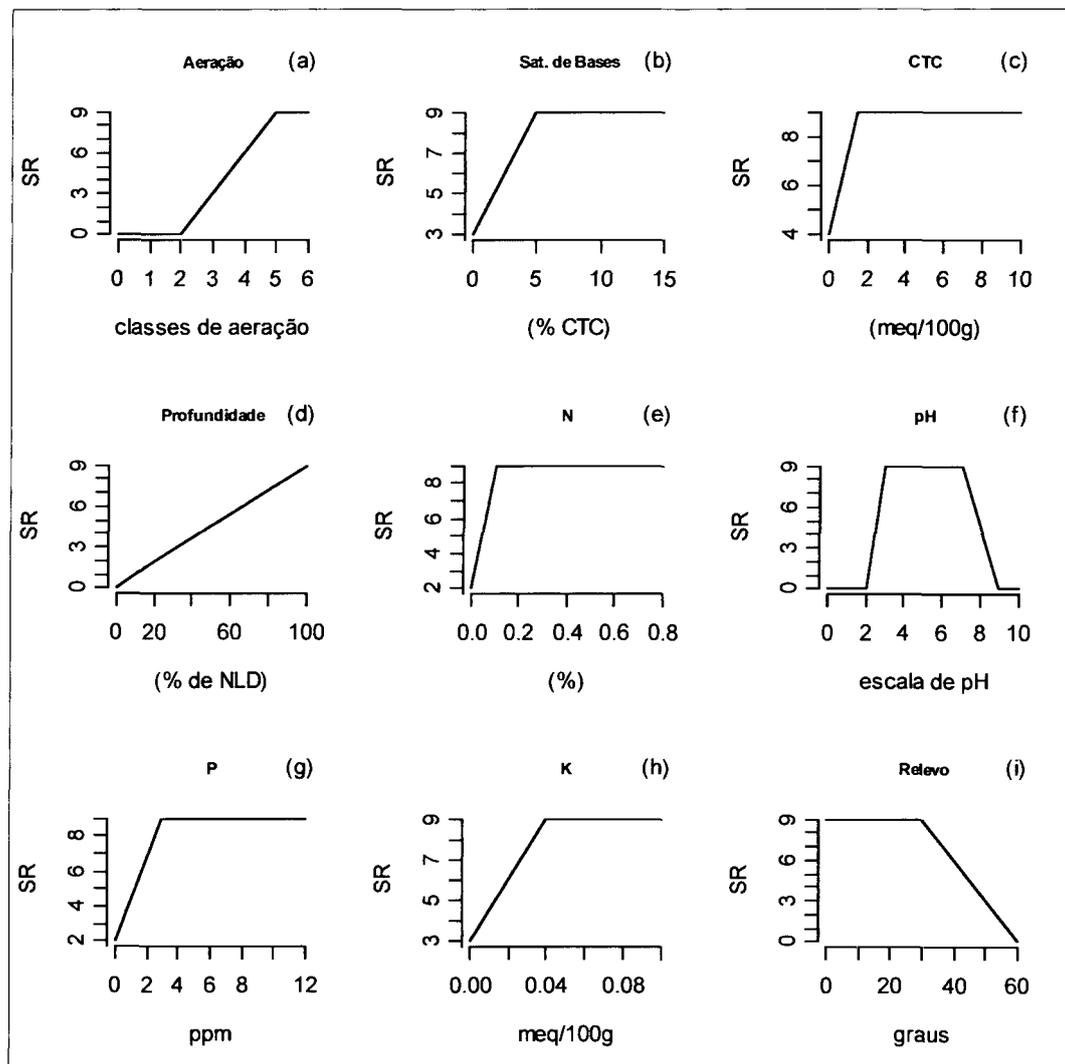
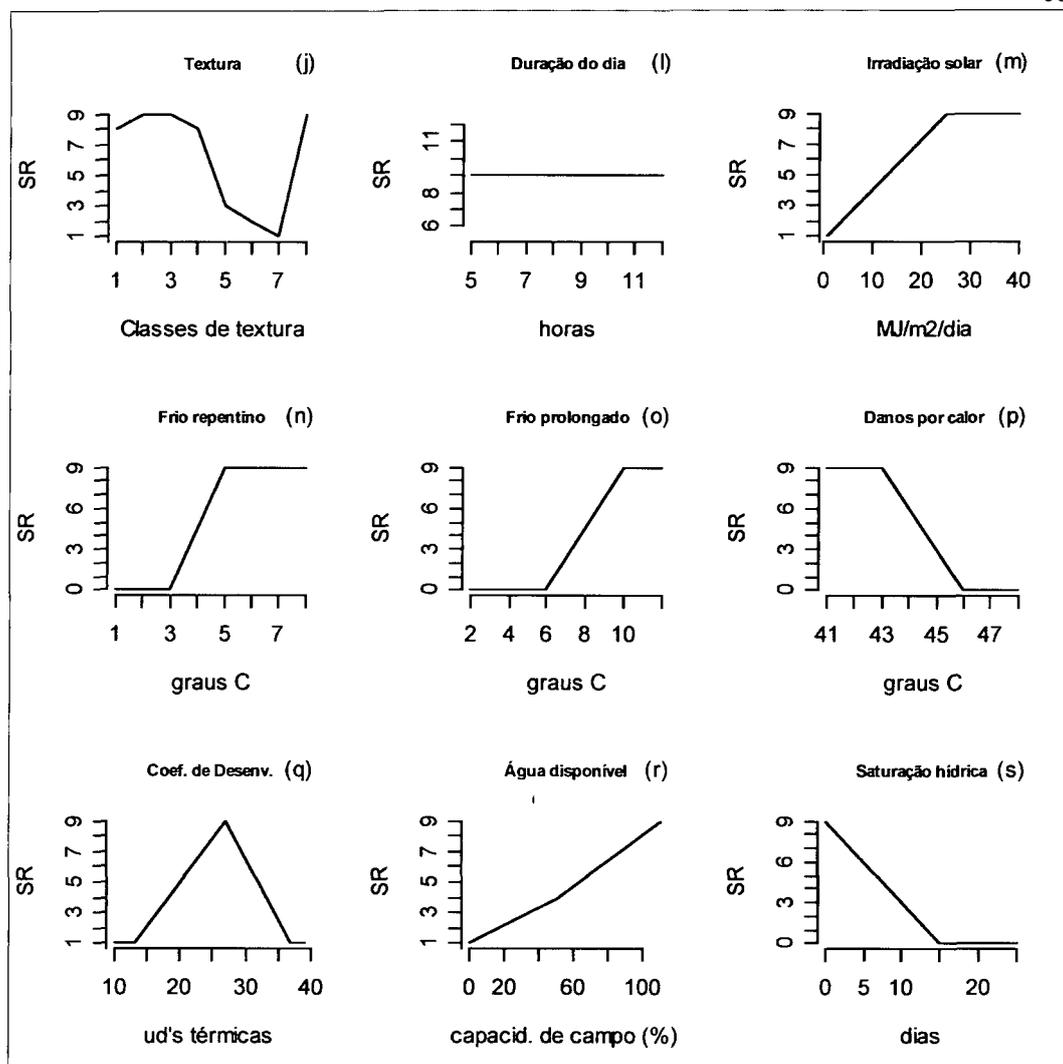


FIGURA 4.31 - RELAÇÕES ECO-FISIOLÓGICAS DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, OBTIDAS A PARTIR DO ARQUIVO PLANTGRO DE PLANTA EM CINCO SÍTIOS NA REGIÃO AMAZÔNICA

conclusão



NOTAS: 1. O eixo-y é chamado de nível de compatibilidade (SR), onde zero=morte rápida e 9=ótimo. A escolha das relações são baseadas na pressuposição de que todas as outras condições são favoráveis.

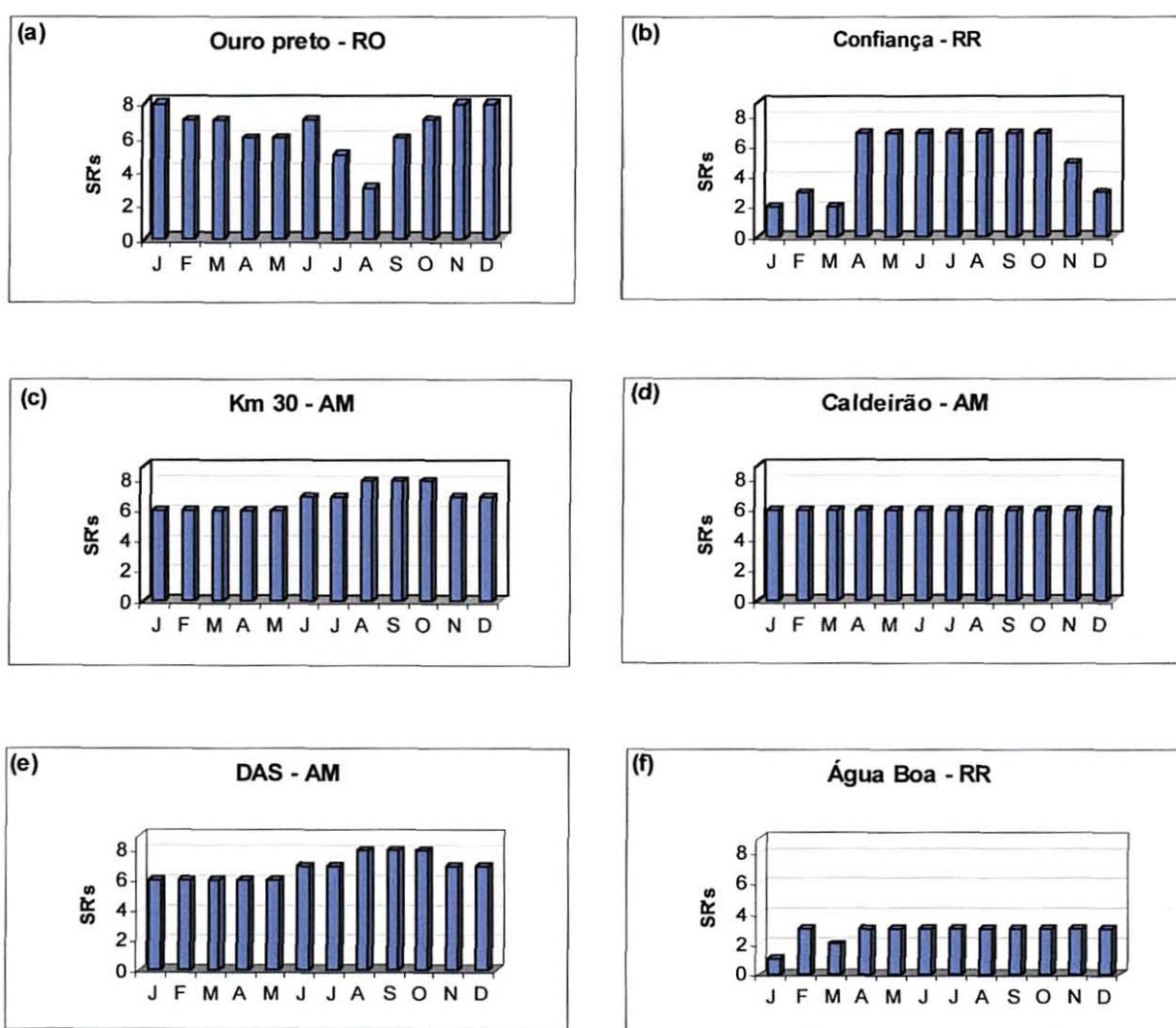
2. As relações poderão ser alteradas posteriormente, à medida que se disponha de melhores informações sobre a espécie.

FONTE: Pesquisa de campo.

As relações da figura 4.31 foram construídas a partir dos resultados obtidos anteriormente com as análises estatísticas clássicas e também pelas análises gráficas do desempenho do *S. paniculatum* em função dos fatores de clima e de solo. À medida que novos conhecimentos venham sendo obtidos sobre a espécie, estas relações podem ser editadas e melhoradas com o acréscimo de novas informações.

A partir do momento em que todas as informações (clima, solo, relações ambientais) foram incorporadas no banco de dados do Plantgro[®], procedeu-se às análises de predição para cada sítio de interesse. Estes resultados estão demonstrados pelo nível de desempenho da espécie para cada sítio estudado na figura 4.32.

FIGURA 4.32. - PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM* EM SEIS SÍTIOS NA AMAZÔNIA, INDICADA PELOS NÍVEIS DE DESEMPENHO (SR'S) DA ESPÉCIE



NOTA: SR's: 8-9=alto, 6-7=mod., 4-5=baixo, 2-3=nulo, 0-1=morte rápida

FONTE: Pesquisa de campo.

Observa-se na figura 4.31 que a predição do crescimento do *S. paniculatum* indicou que os sítios Km 30-AM, Caldeirão-AM e DAS-AM não apresentam sérias restrições para o desenvolvimento da espécie. Nestes, espera-se um crescimento de moderado a alto. O sítio Ouro Preto-RO apresenta na maioria dos meses, níveis de crescimento de moderado a alto, com exceção dos meses julho e agosto, onde há um fator restritivo para a espécie. Observando-se a tabela 4.23, nota-se que a restrição é o fator disponibilidade hídrica, com níveis moderado e baixo nos meses de julho e agosto, respectivamente. Esta informação é importante, principalmente na fase de estabelecimento do plantio, quando as mudas precisam de maior cuidado. Também implica que se redobre a atenção nos meses mais secos, quando o déficit hídrico poderá ser mais acentuado.

TABELA 4.23 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 1 - OURO PRETO D'OESTE - RO

Fatores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. Do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
GLR solo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irradiação solar	1	2	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. De desenvolv.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Água disponível	1	1	1	1	1	1	4	6	3	1	1	1
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	1	2	2	3	3	2	4	6	3	2	1	1

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

Os sítios Confiança-RR e Água Boa-RR foram os que apresentaram as maiores restrições para o cultivo das espécies (figuras 4.31-b e 4.31-f). Nas tabelas 4.24 e 4.25 pode-se identificar os fatores restritivos.

No sítio Confiança-RR, a água disponível é o fator que no período seco

restringe o desenvolvimento da espécie. No sítio Água Boa-RR, além do fator água, os fatores de solo foram identificados com sérias limitações para o desenvolvimento da espécie. Estes fatores podem ser identificados na tabela 4.29.

TABELA 4.24 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 2- CONFIANÇA - RR

Fatores	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
GLR solo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Irradiação solar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. de desenvolv.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Água disponível	7	6	7	1	1	1	1	1	1	1	4	6
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	7	6	7	2	2	2	2	2	2	2	4	6

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

TABELA 4.25 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 3 - ÁGUA BOA - RR

Fatores	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
GLR solo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Irradiação solar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. de desenvolv.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Água disponível	8	6	7	1	1	1	1	1	1	4	6	4
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	8	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

TABELA 4.26- NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 4 - KM 30 - AM

Fatores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. Do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
GLR solo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Irradiação solar	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. de desenvolv.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Água disponível	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

TABELA 4.27 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 5 - CALDEIRÃO - AM

Fatores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. Do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
GLR solo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Irradiação solar	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. de desenvolv.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Água disponível	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

TABELA 4.28 - NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) CALCULADOS PELO PLANTGRO PARA O SÍTIO 6 - DAS - AM

Fatores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Duraç. Do dia/planta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. Térmicas	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
GLR solo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Irradiação solar	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2
Frio repentino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frio longo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unid. de desenvolv.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Água disponível	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saturaç. Hídrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inundação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dano por vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duraç. do dia/homem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLR	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2

NOTAS: 1. GLR solo = nível de restrição geral do solo; GLR = nível de restrição geral.

2. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

FONTE: Pesquisa de campo.

TABELA 4.29- NÍVEIS DE LIMITAÇÕES (LR's) VERIFICADOS NOS SOLOS DAS PARCELAS DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, EM SEIS SÍTIOS NA AMAZÔNIA

Fator	Sítio1 LR(0-9)	sítio 2 LR	Sítio 3 LR	sítio 4 LR	sítio 5 LR	sítio 6 LR
1. Aeração (classes)	6,00 0	5,00 0	4,00 3	5,00 1	5,00 0	5,00 0
2. Satur. de bases (%)	99,90 0	32,90 0	38,10 0	16,20 0	5,40 0	19,10 0
3. CTC (meq/100g)	4,60 0	1,27 1	0,54 3	1,60 1	1,80 0	1,30 1
4. Profundidade (%NLD)	167,0 0	167,0 0	100,0 0	167,0 0	167,0 0	167,0 0
5. Nitrogênio (%)	0,10 0	0,12 0	0,03 5	0,12 0	0,10 0	0,11 0
6. pH	6,10 0	4,50 0	4,60 0	4,10 0	4,10 0	4,30 0
7. Fósforo (ppm)	3,00 0	2,00 2	1,50 3	4,00 1	1,50 3	2,50 1
8. Potássio (meq/100g)	0,17 0	0,07 0	0,02 3	0,04 2	0,03 1	0,04 0
9. Salinidade (mS/cm)	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
10. Relevo (graus)	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0
11. Textura (classes)	3,3 0	4,4 1	5,5 6	1,1 2	3,3 0	1,1 1

FONTE: Pesquisa de campo do autor.

NOTAS: 1. PLANTGRO versão 2.1, usa unidades antigas do Sistema Internacional de Unidade.

2. NLD = tamanho mínimo do sistema radicular para a planta se desenvolver.

3. LR's (% des. planta): 0-2=alta, 3-4=mod., 5-6=baixa, 7-8=nula, 9=morte rápida.

4. Classes de textura: 1=muito argiloso, 2=argiloso, 3=média, 4=siltosa, 5=arenosa, 6=areia grossa, cascalhos, 7=rochoso, 8=turfa, solo orgânico

Na tabela 4.29 nota-se que os fatores de solo que restringem o crescimento no sítio 3 - Água Boa-RR foram: aeração, CTC, nitrogênio, fósforo, potássio e textura. É importante ressaltar que a espécie não foi implantada neste sítio. A sua predição foi

feita no programa Plantgro[®], a partir dos arquivos de solo e clima do sítio Água Boa-RR com o cruzamento das informações contidas no arquivo de planta do *S. paniculatum*. Portanto não se recomendaria o plantio da espécie no sítio Água Boa, pois seria inviável economicamente a correção dos problemas apresentados.

Na simulação realizada para predizer o crescimento do *S. paniculatum* na região do Água Boa-RR, pode-se notar uma das principais aplicações práticas do programa, que é a possibilidade de predizer se a espécie vai crescer e o quanto a espécie poderá crescer no ambiente desejado.

O resultado da predição realizada para os seis sítios em estudo, indicou que a espécie crescerá bem no sítio 6 (DAS-AM), porém as análises de crescimento aos 24 meses de idade (conforme 4.1), revelaram que a espécie não cresceu bem neste local (altura média = 3,6 m). A provável explicação para este fato, está em que apesar do sítio DAS reunir todas as características adequadas para o bom desenvolvimento da espécie, houve algum fator não controlado pelo programa que prejudicou o potencial crescimento esperado.

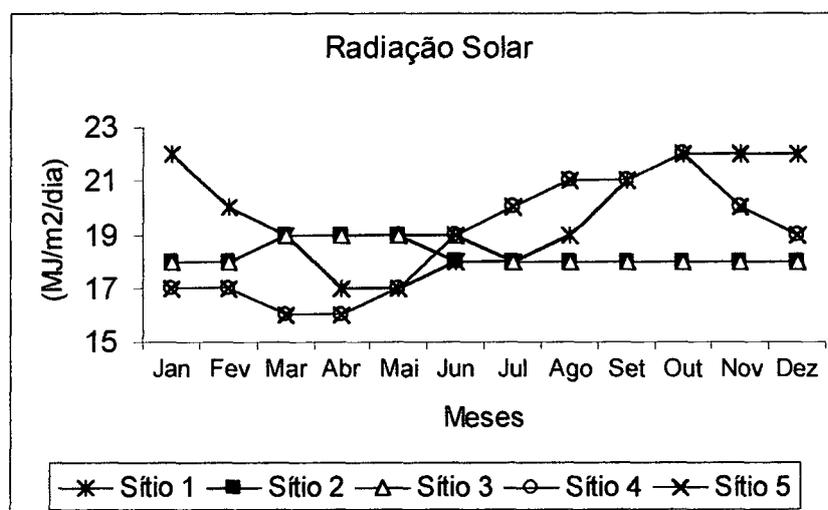
As Observações de campo no sítio 6, permitiram inferir que um dos fatores que prejudicaram o desenvolvimento do *S. paniculatum*, foi a falta de tratamentos culturais na fase inicial de estabelecimento da parcela, acarretando em uma maior competição com as plantas invasoras. Além disso, um segundo fator que foi revelado nas análises múltiplas de regressão, foi o alto conteúdo da fração silte na parcela, influenciando o crescimento da espécie, o que provavelmente prejudicou a aeração e disponibilizou menos água e nutrientes para as plantas. Como esses fatores, são até certo ponto incomuns, e só foram identificados a partir de uma análise mais aprofundada, não invalida a acurácia do programa Plantgro[®] para fazer as predições. Sob este aspecto, HACKETT (1997, p. 14) enfatiza a importância de se usar um misto de métodos para se estabelecer as conjecturas sobre as espécies, e cita como exemplo, que poderia se usar (a) observações diretas das condições experimentadas, (b) examinar dados experimentais, e (c) percepção pessoal .

Resumindo o resultado obtido pelas simulações do Plantgro[®] para os seis sítios, tem-se que as principais limitações para o crescimento do *S. paniculatum* foram:

- a) edáficas: textura, nitrogênio, fósforo e disponibilidade hídrica;
- b) climáticas: radiação solar.

O comportamento do *S. paniculatum* em relação à radiação solar pode ser visualizado na figura 4.33, aonde se pode observar que o seu valor ótimo corresponde a 25 MJ/m²/dia.

FIGURA 4.33 - RADIAÇÃO SOLAR (MJ/m²/dia) EM CINCO SÍTIOS NA AMAZÔNIA, ESTIMADA A PARTIR DAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS



FONTE: Programa Plantgro[®]

NOTAS: 1.Sítios 1=Ouro Preto-RO, 2=Confiança-RR, 3=Água Boa, 4=Km 30-AM, 5=Caldeirão-AM

Observa-se na figura 4.33 que os sítios 4 e 5 foram os que apresentaram as maiores restrições quanto a esta variável, apresentando valor médio nos meses de janeiro a maio, menor ou igual a 17 MJ/m²/dia. Esta limitação se reflete em menores níveis de desenvolvimento da espécie nos meses de janeiro a maio, conforme se observa nas figuras 4.32(c) e 4.32(d).

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que:

- Teores de alumínio (Al), sódio (Na), ferro (Fe), carbono (C), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) são as variáveis químicas que se correlacionam com o crescimento do *S. paniculatum*;
- nos plantios com *S. paniculatum*, deve-se fazer amostragens até a profundidade de 40 cm para caracterização química do solo e para a caracterização física, deve-se considerar a camada 40-80 cm.;
- maior crescimento em altura da espécie está relacionado com o aumento dos teores de sódio (Na) e fósforo (P). Menores valores da relação ferro/fósforo estão associados com os sítios que apresentam maior crescimento em altura;
- Diferentemente do esperado, maiores teores de Mg e Ca não proporcionam maior crescimento em altura da espécie;
- *S. paniculatum* mostra-se bem adaptado aos solos com alto teor de Alumínio (Al);
- os fatores físicos do solo são mais importantes que os químicos nas três profundidades estudadas, considerando-se o percentual da variação do crescimento em altura explicado pelo coeficiente de determinação ajustado;
- as classes de textura e a densidade dos solos nos diferentes sítios, são variáveis físicas importantes para determinar a melhor combinação sítio-espécie. Solos com textura argilosa a muito argilosa favorecem ao melhor desempenho do *S. paniculatum*;
- A capacidade de disponibilidade hídrica - relacionada à contabilidade hídrica do sistema solo - planta, é a variável mais importante para determinação da variação do crescimento da espécie. Solos com

disponibilidade hídrica acima de 110 mm demonstram ser mais adequados para o melhor desempenho da espécie;

- As variáveis precipitação, umidade relativa e evapotranspiração potencial, relacionadas à contabilidade hídrica do sistema planta-solo-ar, são importantes na determinação da melhor combinação sítio-espécie, apresentando alta correlação com o crescimento em altura do *S. paniculatum*;
- Os sítios estudados estão dentro de uma faixa de Longitude estreita, os sítios mais distantes longitudinalmente são o Km 30-AM (60°01'W) e Ouro Preto-RO (62°15'W). A faixa latitudinal foi um pouco mais pronunciada; a maior variação se constatou nos sítios Água Boa no município de Boa Vista-RR (2° 36' N) e Ouro Preto-RO (10° 43' S). Esta configuração geográfica dos sítios em que foram feitos os plantios importou em uma pequena variação climática;
- *S. paniculatum* demonstra boa adaptação aos ambientes estudados, não se detectando nenhum fator climático que restrinja seriamente o crescimento da espécie. No entanto, a radiação solar identificada pelo Plantgro[®] e a temperatura mínima do ar pelas análises de regressão são fatores que favorecem o maior crescimento da espécie. Os resultados indicam que o *S. paniculatum* responde positivamente a níveis mais altos de radiação solar, apresentando menor desenvolvimento nos sítios que apresentam níveis mais baixos de radiação.
- os sítios Km 30-AM e Caldeirão-AM, são os que apresentam melhores níveis de desempenho para a espécie. Os sítios Água Boa-RR, Confiança-RR e DAS-AM apresentam maiores restrições para o cultivo da espécie, principalmente relacionadas ao estresse hídrico e a textura do solo;

- A predição de crescimento do *S. paniculatum* pelo programa Plantgro[®] mostra-se compatível com os resultados obtidos nas análises de crescimento em nível de campo. No entanto, o Plantgro[®] não substitui os ensaios de eliminação e comprovação de espécies, podendo as informações de cada método ser trabalhadas complementarmente entre si, importando na maior acurácia das predições;
- as análises de regressão múltiplas são adequadas como metodologia, para identificar as variáveis edáficas que se relacionam ao crescimento da espécie;
- As análises de regressão múltiplas são importantes para dar suporte científico às decisões quanto à seleção das variáveis de sítio e podem ser usadas conjuntamente com o programa Plantgro[®] para aumentar o grau de precisão das predições.
- Ao se trabalhar com muitas variáveis de diferentes naturezas, é de grande importância para a tomada de decisões, a percepção pessoal e o bom senso do investigador durante a análise e interpretação dos resultados estatísticos. Estes devem ter sempre uma coerência com o desempenho da espécie no campo e ser capaz de gerar uma explicação biológica aceitável para o fenômeno estudado.

6 RECOMENDAÇÕES

- A camada sub-superficial do solo deverá ser considerada separadamente nas análises dos sítios, por ter um grande impacto na variação da resposta do crescimento da espécie;
- análises em idade mais avançada, utilizando esta mesma metodologia, devem ser refeitas para se estudar o balanço nutricional dos plantios de *S. paniculatum* nas condições de clima e solo da Amazônia;
- análises do teor de nutrientes na parte aérea da espécie devem ser acrescentadas à metodologia, para avaliar a eficiência do uso dos recursos do solo;
- Estudo e caracterização da profundidade efetiva e potencial do sistema radicular da espécie assim como a rizografia devem ser realizados, para dar suporte às exigências do Plantgro[®];
- Novas parcelas com o *S. paniculatum* devem ser implantadas em outros sítios de interesse na Amazônia, para se avaliar a espécie em um maior gradiente de solo e clima. Cada sítio específico deverá ser representado com pelo menos 3 ambientes diferentes. O número de árvores úteis da parcela poderá ser menor que 49, para diminuir os custos de implantação.
- A temperatura do solo deverá ser avaliada, por representar uma variável importante nos processos fisiológicos de crescimento da espécie;
- Outra séria limitação foi relacionada com a obtenção e a qualidade dos dados de clima para os locais de plantio. Em outras iniciativas desta natureza se recomenda a instalação de estações meteorológicas automatizadas, para assegurar a consecução destes dados com maior confiabilidade.

- O manejo atual e futuro das espécies instaladas no âmbito do projeto Zoneamento edafoclimático para plantios de rápido crescimento na Amazônia, nos diferentes sítios, devem continuar sendo submetidas aos mesmos tratamentos silviculturais, para assegurar maior precisão nos resultados das análises conjuntas destes plantios;
- É recomendável, porém não imprescindível, o uso do programa Plantgro[®] associado às análises estatísticas convencionais para dar mais segurança e confiabilidade às previsões.
- Ao se implantar novos experimentos desta natureza recomenda-se um planejamento estatístico adequado, de forma que se possa obter melhor nível de resposta aos tratamentos aplicados, tanto para o fator ambiente (sítio) quanto para espécie.
- As variáveis de clima e/ou solo que foram consideradas importantes na conclusão deste estudo, devem ser ensaiadas em ambientes controlados, para se determinar os pontos de máximo e mínimo relacionados às exigências nutricionais da espécie.
- Recomenda-se ampliar a rede experimental com outras espécies e sítios de interesse, incorporando os resultados positivos aqui descritos e corrigindo as falhas que se verificaram. Os plantios das espécies nas parcelas permanentes em empresas privadas deverão ser planejadas com cautela, em razão do longo ciclo de vida e a instabilidade dos empreendimentos florestais na região.
- Recomenda-se que com o uso do programa Plantgro[®] ou similar, criar um banco de dados das relações planta-solo-clima, que incorpore todos os resultados obtidos na pesquisa florestal nas diferentes condições. Com base nestas informações seja estabelecido um zoneamento para plantios de espécies florestais na região.

REFERÊNCIAS

- ALMANAQUE ABRIL. **Brasil 2002**. 28 ed. São Paulo: Editora Abril S. A., 2002.
- AMAZÔNIA LEGAL. Disponível em: <http://www.amazonialegal.com.br>. Acesso em: 05 jul. 2003.
- ANDRADE, E. B. Desmatamento, solos e agricultura na Amazônia Legal. In: Brasil, MMA (Ed.). **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA, p. 235-257, 2001.
- ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; XAUD, H. M. Alterações químicas do solo após a implantação de sistemas agroflorestais no estado de Roraima. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Resumos Expandidos**. Manaus: Embrapa, Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 21-23
- ASPIAZÚ, C.; RIBEIRO, G.A.; RIBEIRO, J.C.; ALVES, L.M. Preenchimento de células com dados climáticos de Minas Gerais estimados por digitalização de mapas isaritmicos. **Revista Árvore**, v.13, n. 2, p.131-139. 1989.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In.: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.
- BASTOS, T. X.; ROCHA, E. P. da; DINIZ, T. D. de A. S.; SANTOS, E. C. R. dos; NOBRE, R. A. A.; CUTRIM, E. M. C.; MENDONÇA, R. O. de. O estado atual dos conhecimentos do clima da Amazônia Brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. p. 19-36
- BONELLI, C.; SCHLATTER, J. Caracterización de suelos rojo arcillosos de la zona centro-sur d Chile. In.: SIMPOSIO IUFRO MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES, 1995, Valdivia, Chile. **Actas...**Valdivia: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 1995. p. 39-60.
- BOOTH, T.H. Nuevos métodos de analisis climatológicos que facilitan la elección de especies para plantaciones. **Unasyuva**, v.42, n.165, p. 51-57. 1991a.
- BOOTH, T.H. A climatic/edaphic database and plant growth index prediction system for Africa. **Ecological Modeling**, n. 56, p. 127-134. 1991b.
- BOOTH, T.H. ; FRYER, J. Modelos bioclimáticos: herramienta para predecir dónde podrían crecer especies arbóreas. **Revista Forestal Centroamericana**, v.13, n.4, p.20-23. 1995.
- BOX . G. E. P.; D. R. COX. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, p.211-243, 1964.
- BRAGA, P. I. S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 4, p. 53-80, Suplemento, 1979.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Programa piloto para proteção das florestas tropicais do Brasil**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/default.htm> Acesso em: 05 jan. 2004.
- BRASIL. REGIÃO NORTE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 05. Set. 2003.

- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. v. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003 (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).
- CASTRO, A. W. V. de. **Seleção de espécies florestais nativas para usos múltiplos no estado de Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1983, 3 p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Pesquisa em andamento, 49).
- CASTRO, W. V. de; YARED, J. A. G.; ALVES, R. N. B.; SILVA, L. S.; MEIRELLES, S. M. L. B. **Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) no cerrado amapaense**. Macapá: EMBRAPA-UEPAE de Macapá, 1990, 4 p. (EMBRAPA-UEPAE de Macapá. Comunicado técnico, 7).
- CASTRO, A. W. V. de; FARIAS NETO, J. T.; CAVALCANTE, E. da S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*sclerolobium paniculatum* Vogel). *Acta Amazonica* v. 28, n. 2, p. 141-146, 1998.
- CHAMBERS, J.; WILLIAM, C.; BEAT, K.; TUKEY, J. W. **Graphical Methods for Data Analysis**. Wadsworth, 1983.
- CLUTTER, J. L.; FORSTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 3ª. Aproximação. Belo Horizonte: EPAMIG, 1978.
- CORPAM - COMISSAO COORDENADORA REGIONAL DE PESQUISA DA AMAZONIA (Belém, PA). **Plano de ciência e Tecnologia para a Amazônia**. (Seção Agropecuária). Belém, 1991.
- COSTA, J. B. da **Caracterização e constituição do solo**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.
- CRASWELL, E. T.; LEFROY, R. D. B. The role and functions of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* v. 61, p. 7-18, 2001.
- DANIEL, T. W.; HELMS, J. A.; BAKER, F. S. **Principles of silviculture**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1979.
- DELEPINASSE, B. M.; BONSE, R. **Diagnóstico da comercialização de produtos florestais**. Brasília: MMA, 2002.
- DIAS, L. E.; BRIENZA, JUNIOR, S.; PEREIRA, C. A. Taxi branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperação de áreas degradadas. In: KANASHIRO, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris: UNESCO, 1995, p. 148-153
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1981.
- DURY, S. J.; MANJUNATH, B. E. The influence of site factors on eucalypt growth in Karnataka. In: CALDER, I. R.; HALL, R. L.; ADLARD, P. G. (Ed.) **Growth and water use of forest plantations**. New York: John Wiley & Sons, 1992. p. 83-99. (Proceedings of the international symposium: Growth and water use of forest plantations.).
- EDMON, N. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, 422 p. (IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente, n. 4)

EMBRAPA. UNIDADE DE EXECUÇÃO DE PESQUISA DE ÂMBITO ESTADUAL DE MANAUS (AM). **Relatório Técnico Anual**. Manaus, 1981.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Campo Experimental de Caldeirão do CPAA/EMBRAPA**, Iranduba, Amazonas. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1990. 74 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, s/no.)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro:Embrapa-CNPS, 1997. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. **Boletim agrometeorológico**. Manaus:EMBRAPA-CPAA, 1990. 23 p

EVANS, J. Plantation forestry in the tropics - tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purpose. New York: Oxford University Press. 2 ed. 1992.

FALESI, I. C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. **Boletim técnico do IPEAN**, Belém, 54, 17-67, 1972.

FAO. **Elección de especies arbóreas para plantación**. Roma: FAO, 1959. 375 p. (FAO: Cuadernos de fomento forestal, 13) .

FAO. ECOTROP 1: the adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. FAO: Rome, Land and Water Division, 1994.

FAO. **Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000** - Informe principal. Roma, 2002. 468 p. (Estudio FAO Montes, 140)

FAO. State of the world's forests. Roma, 2003.

FINEGAN, B. **Silvicultura y manejo de bosques naturais tropicais** – tema 1. Turrialba: CATIE, 1997. 122p. (Apostila do Curso Internacional: Silvicultura y manejo de bosques naturais tropicais, realizado em Turrialba, Costa Rica, período de 10/02 a 22/03/1997).

GHOLZ, H. L.; LIMA, W.P. The ecophysiological basis for productivity in the tropics. In: NAMBIAR, E. K.S.; BROWN, A. G. **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Caberra: ACIAR, 1997, p. 213-246.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais, método utilizado**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 13p. (PRODEPEF. Série Divulgação, 14).

GOLFARI, L; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. 2ª. Aproximação. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PRODEPEF. Série Divulgação, 11).

GONÇALVES, J. L. de M.; MELLO, S. L. de M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba:IPEF, 2000. p. 219-267.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA Jr., J. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. (Eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais no Brasil**. Porto Alegre: Editora e Livraria Agronômica, 2002.

HACKETT, C. Matching plants and land natural. **Resources Series**, n. 11, Canberra: CSIRO Water and Land Resources. 1988.

HACKETT, C. **INFER: an expert system for estimating the environmental relationships of plants from the conditions they experience. Version 2.2.** Canberra: Plantsoft Services, 1996, s/p. (Introductory course on Plantgro, realizado em Manaus, junho de 1996).

HACKETT, C.; HARRIS. G. **PLANTGRO version 2.1 for DOS. A software package for the prediction of plant growth.** Australia: Griffith University, 1996.

HACKETT, C.; HARRIS. G. **PLANTGRO version 2.1 for DOS. A software package for the prediction of plant growth.** Tradução: ALMARCHE, F. A. I. [S.I.: s.n.], 1996b. Tradução de: PLANTGRO version 2.1 for DOS. A software package for the prediction of plant growth (apostila do curso *Introductory course on PLANTGRO*, realizado em Manaus, junho de 1996).

HACKETT, C. New developments in predicting the growth of lesser-known plants: their relevance to the role of databases on forest trees and their environment. In: **TREE PERFORMANCE DATABASES AND SELECTION SYSTEMS**, 1995, Canberra. **Proceedings...** Canberra: CSIRO/RIRDC, 1997. p. 12-17.

HEYBROEK, H. M. The right trees in the right place. *Unasyuva*, v. 34. n. 2, p. 1-16, 1982.

HIGA, A. **O software de modelagem PLANTGRO®.** Manaus, 1995 (palestra apresentada na reunião técnica para elaboração do projeto "Zoneamento edafo-climático para plantio de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia" a ser proposto ao PPD-G7).

IBAMA. **GEO Brasil 2001 - Perspectivas do meio ambiente no Brasil.** Organizado por SANTOS, T. C. C. ; CÂMARA, J. B. D. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

INPE. Desflorestamento da Amazônia 1988-2001. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prode.../> Acesso em: 10 jul. 2003.

ITTO. **Achieving the ITTO objective 2000 and sustainable forest management in Brazil.** Yokohama: ITTO, 2002. 105 p. (Report to be submitted to the International Tropical Timber Council by The Diagnostic Mission Established Pursuant to decision 2 (XXIX).

JONES, C. A.; KINIRY, J. R. **A simulation model of maize growth and development.** Texas: Texas A & M University Press, 1986.

JORDAN, C. F. Soils of the Amazon rainforest. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Key environments: Amazonia.** Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 83-94.

KHANA, P. H.; ULRICH, B. Soil characteristics influencing nutrient supply in forests soils. In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Nutrition of Plantation Forests.** London: Academic Press, 1984. p. 79-117.

KIEHL, J. E. **Manual de edafologia: relações solo-planta.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979.

KOBAYASHI, S.; TURNBULL, J.W.; COSSALTER, C. Rehabilitation of degraded tropical forest ecosystems project. In: **WORKSHOP REHABILITATION OF DEGRADED TROPICAL FOREST ECOSYSTEMS**, 1999, Bogor, Indonésia. **Proceedings...** Bogor: CIFOR, 2001. p. 1-16.

LAMEIRA, O. A.; COIMBRA, J. M. A. **Levantamento e distribuição da precipitação em Roraima.** Boa Vista: UEPAT de Boa Vista, 1988.5 f. (Pesquisa em andamento, no 12, UEPAT de Boa Vista, EMBRAPA)

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem.** São Paulo: EDUSP/IPEF, 2000.

LEHMANN, J.; CRAVO, M. da S.; MACÊDO, J. L. de; MOREIRA, A.; SCHROTH, G. Phosphorus management for perennial crops in central Amazonian uplands soils. **Plant and Soil**, v. 237, p. 309-319, 2001.

LEOPOLDO, P. R.; FRANKEN, W.; MARSUI, E.; SALATI, E. Estimativa da evapotranspiração da floresta Amazônica de terra firme. **Acta Amazonica**, v. 12, n.3, p. 23-28, 1982a.

LEOPOLDO, P. R.; MATSUI, E.; SALATI, E.; FRANKEN, W.; RIBEIRO, M. N. G. Composição isotópica das precipitações e da água do solo em floresta amazônica do tipo terra firme na região de Manaus. **Acta Amazonica**, v. 12, n.3, p. 7-13, 1982b.

LHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R: a language for data analysis and graphics. **Journal of Computacional and Graphical Statistics**, Alexandria, v. 5 n.3, p.299-314, 1996.

LIMA, R. M. B. de (Coord.). **Zoneamento edafo-climático para plantios de espécies de rápido crescimento na Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, março/1996. 20p. (Ministério da Ciência e Tecnologia. PPDG-7, C& T - Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Subprograma de Ciência e Tecnologia. Projeto PPD 0926/95, Conv. FINEP 66.96.0450.00). Projeto concluído.

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise do solo: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: ANDA-Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos, 1989.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo com ênfase aos solos tropicais**. 2. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1988.

MACHADO, S. do A; FIGUEIREDO FILHO, A. - **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003.

MAGALHÃES, L. M. S. **Avaliação edáfico-nutricional de plantios de espécies florestais em diferentes solos , na região de Manaus-AM**. Manaus, 1984.94 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Departamento de Silvicultura Tropical, :INPA/FUA.

MAHAR, J. D. **Government policies and deforestation in Brazil's Amazon region**. New York: The International Bank for reconstruction and development/The World Bank, 1989. 56 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press Limited, 1988.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (Brasília, DF). **Programa nacional de florestas.- PNF Brasília: MMA/SBF/DIFLOR, 2000.**

MARTINEZ, B. A. **Evaluación de la productividad de sitios forestales**. México: Universidad Autónoma Chapingo, 1989.

MARTINS, S.V.; REIS, M. das G.F.; ASPIAZÚ, C.; PEREIRA, J.F. Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n. 3, p.262-271. . 1992a.

MARTINS, S.V.; REIS, M. das G.F.; SOUZA, A.L. de; ASPIAZÚ, C.; REIS, G.G. dos **Classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas**. **Revista Árvore**, v.16, n. 3, p.272-286. 1992b.

MATOS, A. de O. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em taxi (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) de diferentes idades, em Belterra, Pará. Piracicaba. 1993. 250 f. Tese (Doutorado em agronomia) - ESALQ, Universidade de São Paulo.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen/Bern, Switzerland: International Potash Institute, 1987.

MENEZES, M.A. O controle qualificado do desmatamento e o ordenamento territorial na região amazônica. In: Brasil, MMA (Ed.). **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA, p. 103-72, 2001.

MOCHIUTTI, S.; MELÉM JUNIOR, N. J.; FARIAS NETO, J. T.; QUEIROZ, J. A. L. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*): Leguminosa arbórea para a recuperação de áreas degradadas pela agricultura migratória**. Macapá:Embrapa Amapá. 1999. 5p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 28).

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da região Amazônica: mecanismo de precipitação. **Rev. Bras. de Meteorologia**, São José dos Campos, v.2, n.01, p. 107-117, 1987.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

NAMBIAR, E. K. S. Introduction. In: **WORKSHOP SITE MANAGEMENT AND PRODUCTIVITY IN TROPICAL PLANTATION FORESTS**, 1998, Pietermaritzburg, South Africa. **Proceedings...** Bogor: CIFOR, 1999. p. 1-3.

NEWTON, R. J.; MEIER, C. E.; VAN BUIJTENEN, J. P.; MCKINLEY, C. R. Moisture-stress management: silviculture and genetics. In: HENNESSEY, T. C.; DOUGHERTY, P. M.; KOSSUTH, S. V.; JONHSON, J. D. **Strees physiology and forest productivity**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986, p. 35-60. (Proceedings of the Physiology working Group Technical Session. Society of American Foresters National convention, Fort Collins, Colorado, USA, July 28-31, 1985).

NIST/SEMATECH. **e-handbook of statistical Methods**. Disponível em: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/> Acesso em: 20 out. 2002.

PARROTA, J. A.; FRANCIS, J. K.; ALMEIDA, R. R, de **Trees of the Tapajós - a photographic field guide**. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 1995 (General Technical Report, , IITF-1).

PEÑA, L. C. de la; HUERTA, M. A. H. **Estadística multivariante en las ciencias de la vida - fundamentos, métodos y aplicación**. Madrid: Ed. Ciencia, 1993.

PHILIP, M. S. **Measuring trees and forests**. 2 ed. Cambridge:UK University Press, 1994.

POWELL, J.M.; MACIVER, D.C. A summer climate classification for the forest area of the Prairie Provinces using factor analysis. Alberta, Canadian Service. 51p. 1977. (Information Report Nor-X-177) apud MARTINS, S.V.; REIS, M.das G.F.; SOUZA, A.L. de; ASPIAZÚ, C.; REIS, G.G. dos. Classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas. **Revista Arvore**, v.16, n. 3, p.272-286. 1992.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9 ed. São Paulo: Nobel, 1988.

RANKIN, J.M. Manejo Florestal Ecológico. **Acta amazonica**, Manaus, v.9, n.4, Suplemento, p.115-122, 1979.

RANZANI, G. Recursos pedolócios da Amazônia. **Acta amazonica**, Manaus, v.9, n.4, Suplemento, p.123-35, 1979.

ROMAN, E. S. **Caracterização e interpretação para uso e manejo dos principais solos do estado de Rondônia**. Lavras, 1987. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

SALATI, E. The climatology and hydrology of Amazonia. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Key environments: Amazonia**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 18-48

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide**. release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute, 1988.

SCERNE, R.M. C.; SANTOS, A. O. da S. SANTOS, M. M. dos; NETO ANTÔNIO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste-RO: atualização quinquenal**. Belém: Ceplac/Supor, 2000. 48 p. (Boletim técnico no. 17).

SCOLFORO, J. R. **Biometria florestal: métodos para classificação de sítios florestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 151 p. (módulo 3 do curso de especialização pós-graduação "lato-sensu" por tutoria à distância - manejo de florestas plantadas e nativas).

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria florestal: medição e volumetria de árvores**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. (módulo 1 do curso de especialização pós-graduação por tutoria à distância: manejo de florestas plantadas e nativas).

SERRÃO, E. A. S. Modelos alternativos para o desenvolvimento sustentado da pecuária em terras já alteradas na Amazônia. In: Seminário Internacional sobre Meio Ambiente, Pobreza e Desenvolvimento. **Anais ...** Belém, 1992. p.262-268.

SILVA, J.N.M.; UHL, C. Atividade madeireira como uma alternativa viável para utilização sustentada dos recursos florestais na Amazônia brasileira. In: Seminário Internacional sobre Meio Ambiente, Pobreza e Desenvolvimento. **Anais ...** Belém, 1992. p.257-261.

SILVA, M. L.F. da. **Análise de regressão**. Curitiba: UFPR, 2003 (Apostila do curso de especialização em controle estatístico de qualidade, módulo análise de regressão, realizado na UFPR, Curitiba, 2003).

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, H. L. OM in the soil. In: TISDALE et al. (Eds.). **Soil Fertility and Fertilizers**. 5. ED. New York: Macmillan, 1993. p. 568-572.

TOBAR, A. **Qualidade de sitio con referencia especial a la altura mayor**. Esmeraldas, Equador: Universidade Tecnica Luis Vargas Torres, 1976 (Revisión bibliográfica).

UGALDE A, L. **Mirasilv**. 2.6 ed. Turrialba: CATIE, 2000.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília:INMET/Gráfica e Editora Pax, 2001.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo com ênfase aos solos tropicais**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1988.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

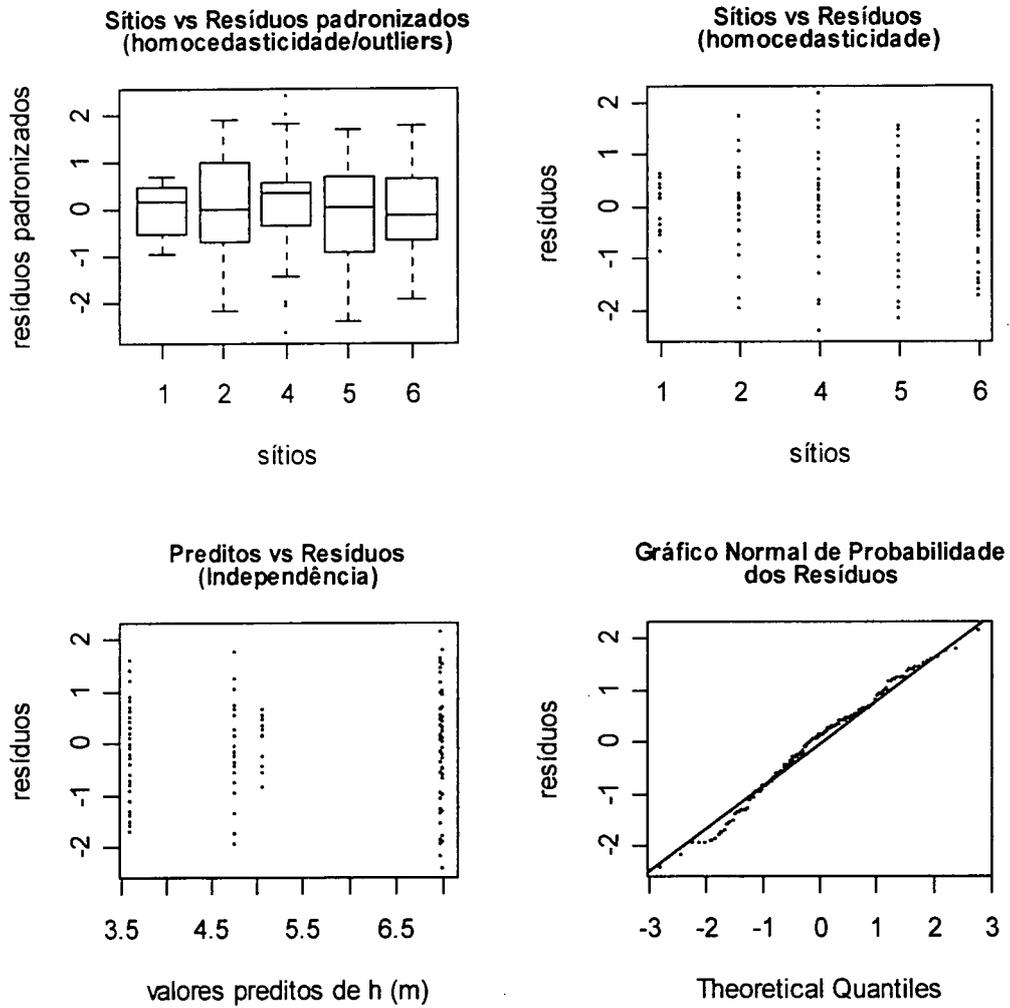
WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. **Tropical Forestry Paper**, Oxford, n. 15 (2nd. edition), 1984.

YARED, J.A.G.; BRIENZA JUNIOR, S. A atividade florestal e o desenvolvimento da Amazônia. **Pará Desenvolvimento**, n.25, p. 60-64. 1989.

YARED, J.A.G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6. **Anais...** Campos do Jordão, 1990, v. 1, p.119-122.

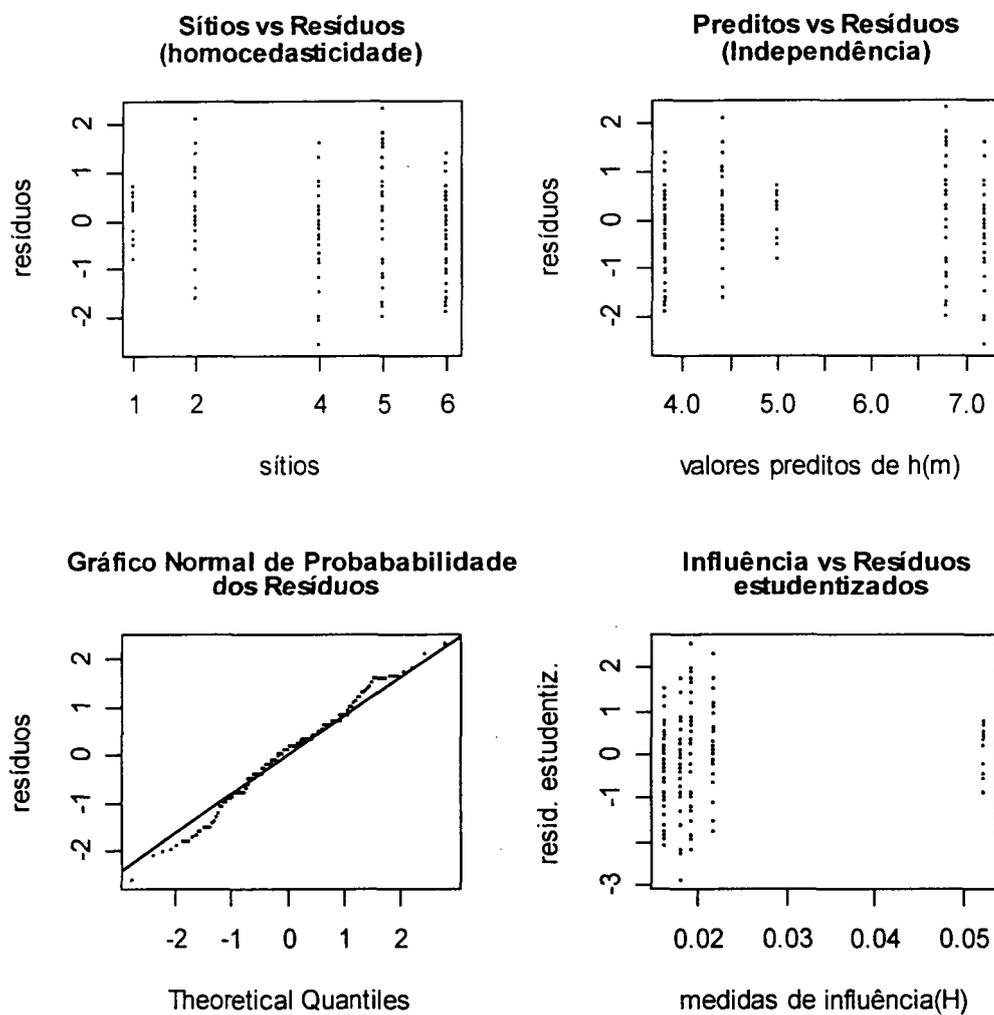
APÊNDICES

APÊNDICE 1- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALTURA(h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE



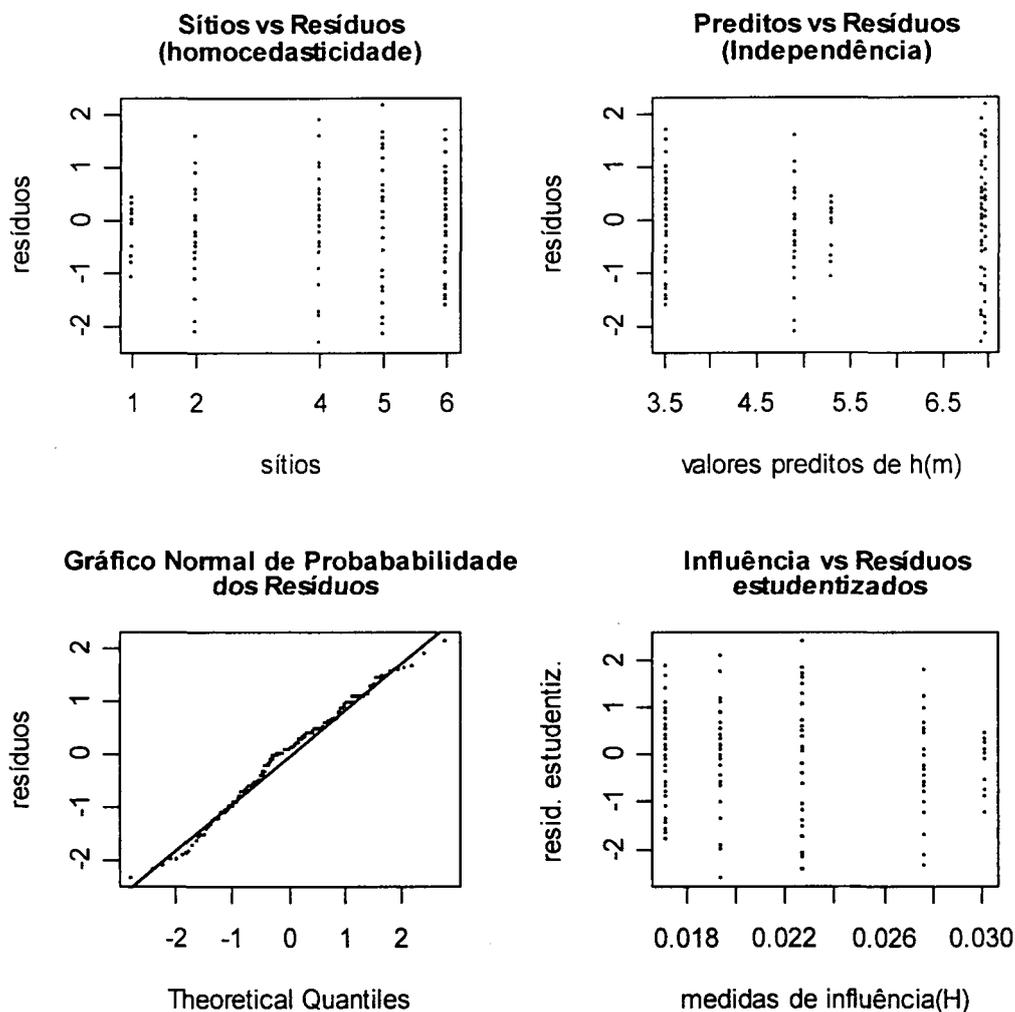
FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 2- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Al + \beta_2 Na + \beta_3 Fe$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 1 (0 A 20 cm)



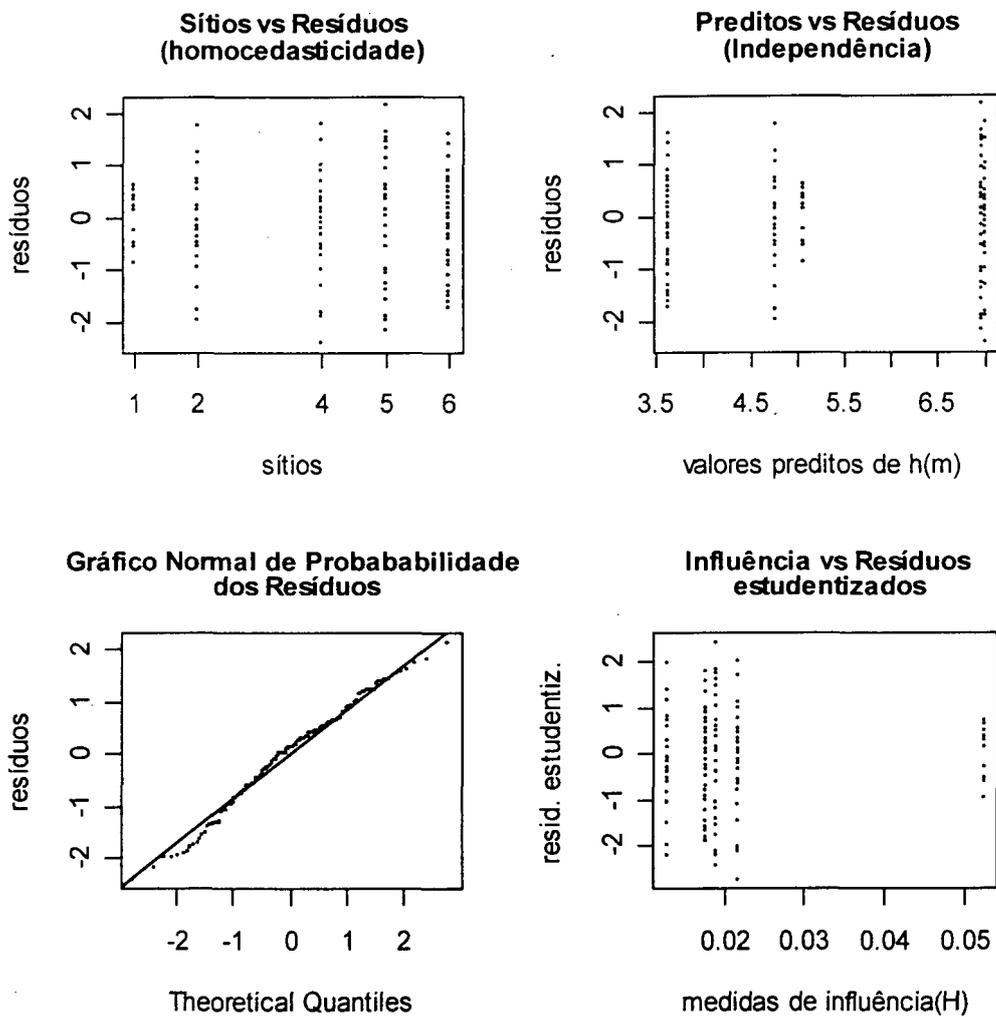
FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 3- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Na + \beta_2 C + \beta_3 Fe$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 2 (20 - 40 cm).



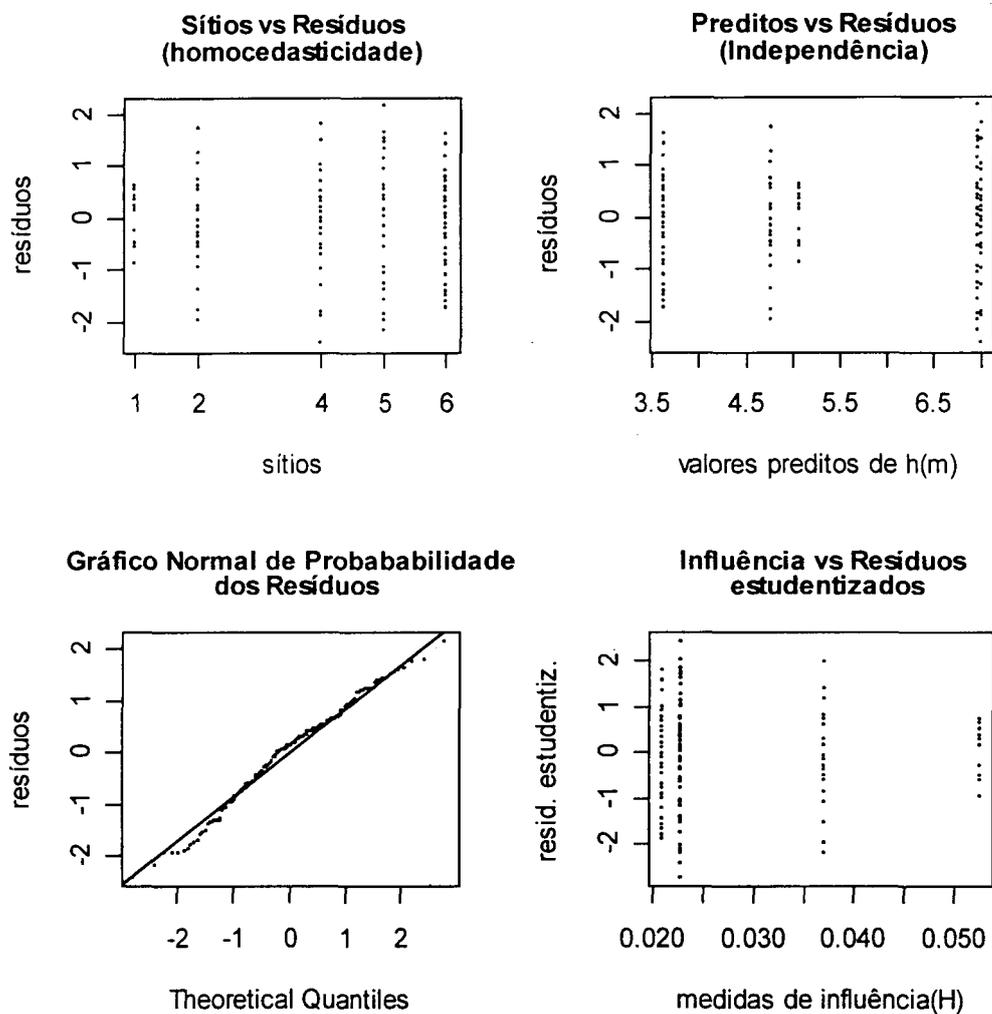
FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 4- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 Fe + \beta_2 Mg + \beta_3 Ca$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 3 (40 A 80 cm)



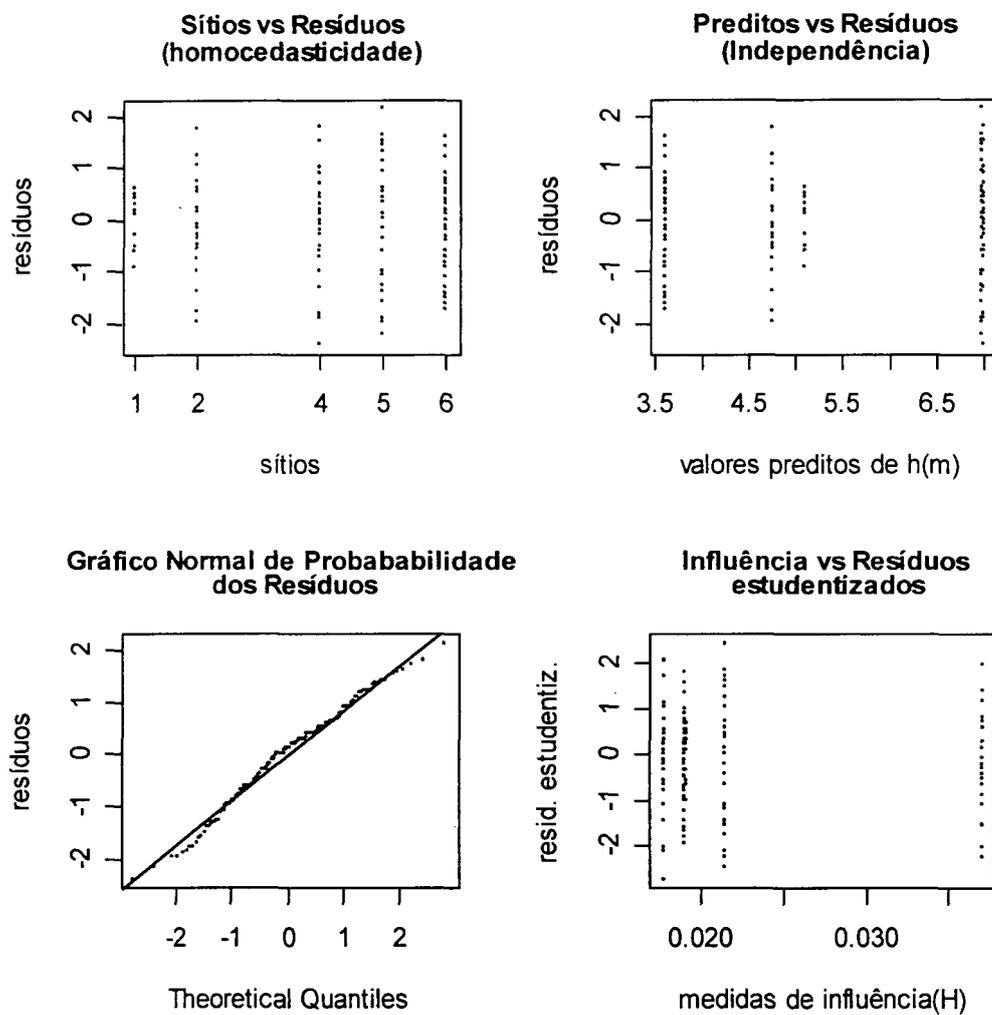
FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 5- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 \text{densi} + \beta_2 \text{awcmm} + \beta_3 \text{macropo} + \beta_4 \text{silte}$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 1 (0 - 20 cm)



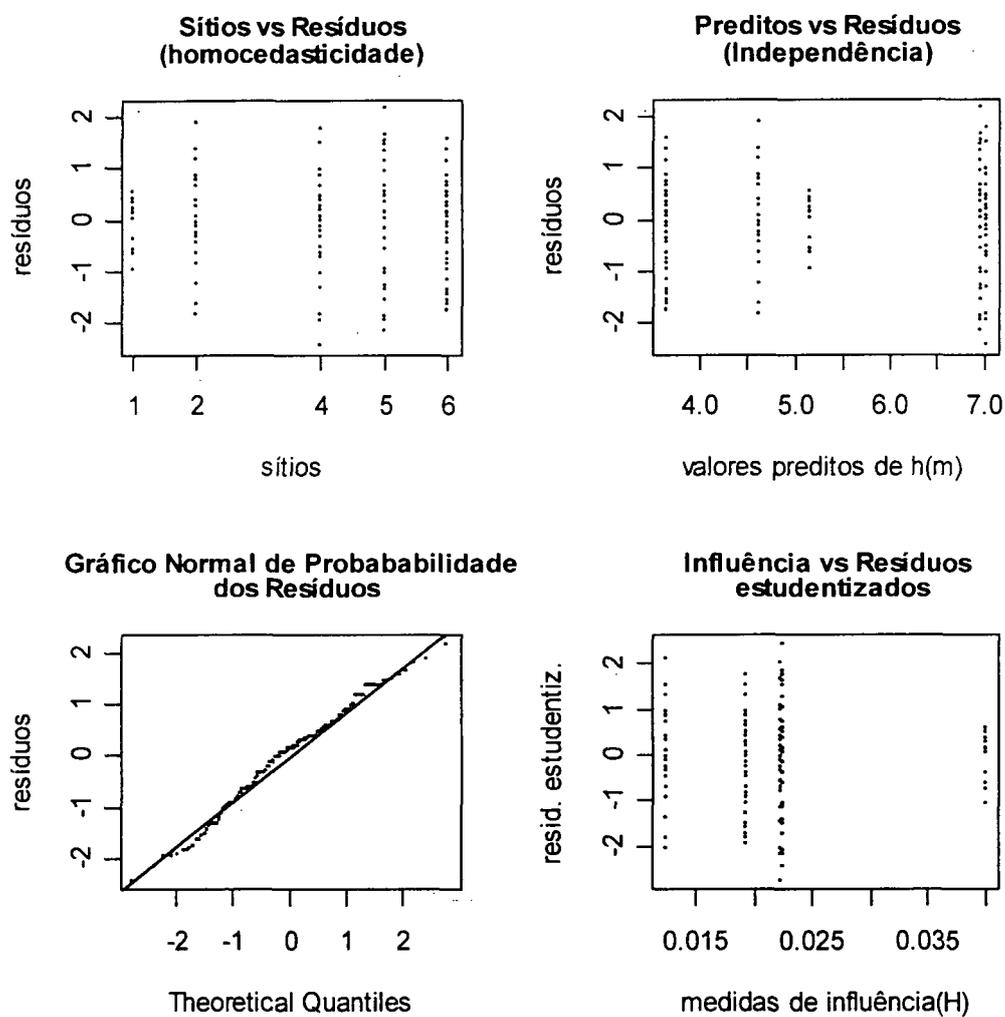
FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 6- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 awcmm + \beta_2 macropo + \beta_3 silte$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 2 (20 - 40 cm)



FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 7- ANÁLISE GRÁFICA DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO $\hat{h} = \beta_0 + \beta_1 \text{ silte} + \beta_2 \text{ macropo} + \beta_3 \text{ dense}$, DA ESPÉCIE *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE 3 (40 - 80 cm)



FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 8 - EXEMPLO DE UM ARQUIVO PLANTGRO® DE SOLO, ELABORADO PARA O SÍTIO 4- KM 30, NO ESTADO DO AMAZONAS

```

***SOIL FILE*** - soils\K30-BERT.sl-

1. SOIL site: Km 30-BERTEX
2. Local soil name:
3. A soil taxonomy name: Latossolo Vermelho-amarelo
4. Brief description: Textura muito argilosa
5. Name of file author: Lima, R. M. de
6. Date created: 30.12.2003
7. Data-provider's name: Pesquisa de campo.
8. Printed source(s) of data: Projeto Zoneamento edafoclimático-Embrapa
9. Special reasons for interest: Tese de doutorado
10. Remarks:
11. Remarks:
12. Remarks:
13. Remarks:

***DATA
SOIL 1. Aer'n (class,1-6,nil to good):          5 (imperfect)
SOIL 2. Base saturation (% CEC):              11,9 (low)
SOIL 3. CEC (meq/100 g):                      1,4 (low)
SOIL 4. Depth overall (root access)(cm):      250
SOIL 5. Nitrogen (%):                         0,11 (low)
SOIL 6. Ph:                                   4,1 (v. acid)
SOIL 7. Phosphorus (avail.ppm,Olsen):        4 (v.low)
SOIL 8. Potassium (meq/100g):                0,04 (v.low)
SOIL 9. Salinity (dS/m):                     0
SOIL10. Slope (deg.):                         0
SOIL31. Depth - layer A (cm):                 20
SOIL32. Depth - layer B (cm):                 230
SOIL33. Depth - infil'n zone I (cm):         0
SOIL34. Texture - layer A (class,1-8):       1 (sw. clay)
SOIL35. Texture - layer B (class,1-8):       1 (sw. clay)
SOIL36. Texture - infil'n zone I (class,1-8): 0
SOIL37. AWCA% (pl. avail. water - cm/m):     19 (mod.)
SOIL38. AWCB%:                               13,8 (low)
SOIL39. DRWCA% (drainable ....):            22 (mod.)
SOIL40. DRWCB%:                              16 (mod.)
SOIL41. DRWCI%:                              0
***end of file***

```

FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 9 - EXEMPLO DE UM ARQUIVO PLANTGRO® DE CLIMA, ELABORADO PARA O
SÍTIO 4- KM 30, NO ESTADO DO AMAZONAS

```

***CLIMATE FILE*** - climates\months\average\K30-DINI.cmv :
Climate data file written on Thursday November 27, 2003 at 3:52:02 p.m
1. CLIMATE site: Km-30 Manaus-Amazonas
2. Country: Brazil
3. Latitude (deg.N/S):-3
4. Longitude (deg.E/W): 60W
5. Station no.:
6. Elevation (m): 50
7. (For averages) no. of years of data: 5
8. File author: Lima. R. M. B. de
9. Date: 27.11.2003
10. Provider's name: Embrapa Amazonia Ocidental
11. Printed source(s) of data:
12. Special reasons for interest: Tese doutorado
13. Remarks:
14. Remarks: .
15. Remarks: .
16. Remarks:

```

Months - average

***DATA

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
CLIM 1. Rainfall (mm)	317	331	344	374	297	204	144	116	128	198	189	238
CLIM 2. Evaporation(mm)	62	58	59	50	57	66	79	97	100	100	86	70
CLIM 3. Irrigation(mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CLIM 4. Flooding -warning value(1/0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CLIM 5. Daylength -average daily (hrs)	13	12.9	12.8	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.8	12.9	13	13
CLIM 6. Solar radiation -average daily (MJ/m ² /day)	17	17	16	16	17	19	20	21	21	22	20	19
CLIM 7. Temp.- mean of the daily MAX's (deg. C)	30	30	31	31	31	31	27	33	33	33	33	32
CLIM 8. Temp. - mean of the daily MIN's (deg. C)	23	23	23	23	23	22	22	21	22	22	23	23
CLIM 9. Temp.- lowest-e.g. mean min- (mean min - absolute min)/2	22	22	22	22	22	21	21	21	21	22	22	22
CLIM10. Wind - average (km/hr)	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CLIM11. Wind - extreme (km/hr)	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3
CLIM12. Humidity (RH,%)	90	91	91	92	92	90	90	87	87	86	87	91

FONTE: Pesquisa de campo..

APÊNDICE 10 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS NA CAMADA 0-20 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	N	C	Fe	Zn	Mn	Cu
h	1													
pH	-0,25*	1												
P	0,26*	0,08 ^{ns}	1											
K	-0,21*	1,00*	0,11 ^{ns}	1										
Na	0,29*	0,77*	0,45*	0,80*	1									
Ca	-0,14 ^{ns}	0,98*	0,09 ^{ns}	0,99*	0,84*	1								
Mg	-0,17*	0,99*	0,13 ^{ns}	0,99*	0,84*	1,00*	1							
Al	0,46*	-0,88*	-0,27*	-0,86*	-0,53*	-0,79*	-0,82*	1						
N	0,00 ^{ns}	-0,25*	0,39*	-0,23*	-0,01 ^{ns}	-0,17*	-0,13 ^{ns}	0,22*	1					
C	-0,25*	-0,13 ^{ns}	0,73*	-0,14 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,20*	-0,13 ^{ns}	-0,26*	0,55*	1				
Fe	0,01 ^{ns}	-0,91*	-0,15*	-0,93*	-0,90*	-0,97*	-0,96*	0,65*	-0,01 ^{ns}	0,21*	1			
Zn	-0,08 ^{ns}	0,96*	0,30*	0,97*	0,90*	0,98*	0,98*	-0,81*	-0,08 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,96*	1		
Mn	-0,10 ^{ns}	0,96*	0,11 ^{ns}	0,97*	0,87*	0,99*	0,99*	-0,74*	-0,09 ^{ns}	-0,21*	-0,99*	0,98*	1	
Cu	-0,32*	0,77*	0,02 ^{ns}	0,75*	0,40*	0,67*	0,66*	-0,85*	-0,70*	-0,08 ^{ns}	-0,46*	0,64*	0,59*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 11 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS NA CAMADA 20-40 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	N	C	Fe	Zn	Mn	Cu
h	1													
pH	-0,23*	1												
P	0,10 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	1											
K	-0,19*	0,96*	0,03 ^{ns}	1										
Na	0,52*	0,09 ^{ns}	0,72*	0,25*	1									
Ca	-0,11 ^{ns}	0,98*	0,08 ^{ns}	0,94*	0,23*	1								
Mg	-0,14 ^{ns}	0,98*	0,10 ^{ns}	0,93*	0,22*	1,00*	1							
Al	0,51*	-0,92*	-0,02 ^{ns}	-0,91*	0,05 ^{ns}	-0,86*	-0,87*	1						
N	0,17*	-0,13*	0,77*	-0,22*	0,37*	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,16*	1					
C	-0,16*	0,46*	0,84*	0,54*	0,61*	0,55*	0,57*	-0,56*	0,52*	1				
Fe	0,13 ^{ns}	-0,44*	0,07 ^{ns}	-0,19*	0,32*	-0,50*	-0,50*	0,32*	-0,47*	-0,09 ^{ns}	1			
Zn	-0,20*	0,24*	-0,44*	0,41*	-0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,33*	-0,91*	-0,15*	0,64*	1		
Mn	-0,11 ^{ns}	0,98*	0,07 ^{ns}	0,92*	0,21*	1,00*	1,00*	-0,85	0,05 ^{ns}	0,53*	-0,53*	0,06 ^{ns}	1	
Cu	-0,22*	0,42*	-0,41*	0,58*	-0,02 ^{ns}	0,28*	0,27*	-0,48*	-0,87*	-0,04 ^{ns}	0,52*	0,98*	0,25*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 12 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS QUÍMICAS NA CAMADA 40-80 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	N	C	Fe	Zn	Mn	Cu
h	1													
pH	-0,17 ^{ns}	1												
P	-0,10 ^{ns}	0,97*	1											
K	-0,26*	0,99*	0,94*	1										
Na	0,45*	0,61*	0,61*	0,53*	1									
Ca	-0,12 ^{ns}	0,98*	1,00*	0,95*	0,62*	1								
Mg	-0,47*	0,91*	0,89*	0,94*	0,28*	0,91*	1							
Al	-0,01 ^{ns}	-0,95*	-0,88*	-0,93*	-0,75*	-0,90*	-0,75*	1						
N	-0,21*	-0,38*	-0,22*	-0,38*	-0,36	-0,23*	-0,10 ^{ns}	0,60*	1					
C	-0,41*	0,52*	0,51*	0,56*	0,36*	0,54*	0,64*	-0,41*	0,33*	1				
Fe	-0,49*	-0,17*	-0,22*	-0,09 ^{ns}	-0,18*	-0,19*	0,07 ^{ns}	0,25*	0,55*	0,72*	1			
Zn	-0,16*	0,51*	0,34*	0,56*	0,10 ^{ns}	0,35*	0,40*	-0,61*	-0,89*	-0,19*	-0,41*	1		
Mn	-0,11 ^{ns}	0,96*	1,00*	0,93*	0,62*	1,00*	0,89*	-0,87*	-0,18*	0,55*	-0,18*	0,30*	1	
Cu	-0,17*	0,59*	0,40*	0,64*	0,23*	0,43*	0,46*	-0,71*	-0,89*	-0,01 ^{ns}	-0,27*	0,98*	0,37*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 13 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICAS NA CAMADA 0-20 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	atotal	silte	argila	densi	micropo	macropo	doispf	awcmm
h	1								
atotal	0,18*	1							
silte	-0,19*	0,66*	1						
argila	-0,14*	-1,00*	-0,72*	1					
densi	-0,67*	-0,36*	0,18*	0,31*	1				
micropo	-0,16*	-0,96*	-0,82*	0,97*	0,26*	1			
macropo	-0,27*	-0,48*	0,25*	0,42*	0,28*	0,26*	1		
doispf	-0,05 ^{ns}	-0,96*	-0,71*	0,97*	0,35*	0,93*	0,32*	1	
awcmm	0,56*	0,01 ^{ns}	-0,47*	0,04 ^{ns}	-0,22*	0,08 ^{ns}	-0,69*	0,24*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo

APÊNDICE 14 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICAS NA CAMADA 20-40 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	atotal	silte	argila	densi	micropo	macropo	doispcf	awcmm
h	1								
atotal	0,12 ^{ns}	1							
silte	-0,66*	-0,42*	1						
argila	0,00 ^{ns}	-0,99*	0,25*	1					
densi	0,65*	0,37*	-0,39*	-0,31*	1				
micropo	0,00 ^{ns}	-0,98*	0,24*	1,00*	-0,34*	1			
macropo	0,48*	-0,23*	0,08 ^{ns}	0,23*	0,70*	0,21*	1		
doispcf	0,26*	-0,88*	0,07 ^{ns}	0,92*	0,05 ^{ns}	0,91*	0,44*	1	
awcmm	0,73*	0,11 ^{ns}	-0,89*	0,05 ^{ns}	0,53*	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,32*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo

APÊNDICE 15 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON(r) ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICAS NA CAMADA 40-80 cm DO SOLO E A ALTURA MÉDIA (h) DO *SCLEROLOBIUM PANICULATUM*, AOS 24 MESES DE IDADE

	h	atotal	silte	argila	densi	micropo	macropo	doispcf	awcmm
h	1								
atotal	0,12 ^{ns}	1							
silte	-0,78*	-0,30*	1						
argila	0,19*	-0,92*	-0,09 ^{ns}	1					
densi	-0,69*	0,24*	0,80*	-0,57*	1				
micropo	-0,04 ^{ns}	-0,98*	0,24*	0,93*	-0,25*	1			
macropo	-0,54*	0,55*	0,32*	-0,71*	0,68*	-0,61*	1		
doispcf	0,21*	-0,86*	-0,03 ^{ns}	0,92*	-0,39*	0,94*	-0,70*	1	
awcmm	0,76*	0,12 ^{ns}	-0,71*	0,17*	-0,52*	0,04 ^{ns}	-0,60*	0,37*	1

*Significante com probabilidade de $|r| < 0,05$, sob a hipótese $H_0: r = 0$.

FONTE: Pesquisa de campo

APÊNDICE 16 - DADOS CLIMÁTICOS DO SÍTIO 1- OURO PRETO D'OESTE-RO

APÊNDICE 16.1 - TOTAIS MENSIS DE INSOLAÇÃO (HORAS DECIMAIS) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 M) NO PERÍODO DE 1982 -2002

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1982	111.993.0	128.6161.4213.1207.1275.4213.1167.6192.2161.3125.72050.4											
1983	122.9113.9119.3191.3221.6165.1253.0236.0176.1145.1143.6118.42006.3												
1984	115.1137.3145.7140.1192.2247.0286.2247.1191.9170.0146.3125.72144.6												
1985	90.1	104.1116.6136.4177.1268.6250.7233.5134.1164.1134.4116.91926.6											
1986	95.0	100.490.9	175.7163.0265.4239.8179.6104.8163.3164.3124.71866.9										
1987	112.9109.6103.9169.4217.4195.1287.4202.5155.1202.1112.8116.91985.1												
1988													
1989	99.9	104.2118.3132.9209.6179.4255.7217.1201.4147.1182.593.7	1941.8										
1990	123.786.7	154.2157.3207.4180.3230.4210.7121.7182.7127.286.9	1869.2										
1991	90.8	95.3	94.8	152.3161.0194.6198.372.7	71.6	141.590.9	82.9	1446.7					
1992	99.2	78.8	111.6155.9211.1246.7239.0160.0133.1153.7113.3120.21822.6										
1993													
1994													
1995	122.179.2	152.8142.3171.9204.9180.0205.7114.0171.4112.5106.21763.0											
1996	107.3160.3132.0160.2165.1247.3313.2215.6192.3184.1113.1149.42139.9												
1997	121.8119.978.9	147.7211.0258.1268.9220.7130.3154.7168.2158.52038.7											
1998	158.1123.0161.1191.6196.2241.9290.9216.7205.9166.2122.7134.82209.1												
1999	117.0119.1138.0205.9220.9226.8288.5250.5184.3204.8174.492.1	2222.3											
2000	123.8106.8134.0185.6243.2201.9132.9205.7181.3144.6130.9151.51942.2												
2001	91.5	84.1	120.8180.0158.9197.9218.3145.7193.4193.8153.8109.21847.4										
2002													

Média 1998-2001 122.6108.3138.5190.8204.8217.1232.7204.7191.2177.4145.5121.92055.3

Normal 17 anos 111.9106.8123.6163.9196.5219.3247.6201.9156.4169.5138.4118.51954.3

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinqüenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.2 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 mm), NO PERÍODO DE 1982 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1982	22.1	22.4	22.1	22.0	20.5	19.4	18.0	19.7	21.4	21.6	22.2	29.7	21.8
1983	23.0	23.0	22.8	22.8	21.7	18.3	18.0	18.5	20.4	21.6	21.9	21.8	21.2
1984	21.3	21.7	22.1	21.7	20.6	18.2	17.9	17.9	20.6	22.1	22.1	22.2	20.7
1985	22.2	21.7	22.3	21.8	20.1	16.6	17.8	20.8	20.8	21.3	21.8	21.9	20.8
1986	21.8	21.8	20.9	21.0	20.7	17.1	17.9	19.2	19.8	20.6	22.2	22.7	20.5
1987	22.3	22.4	22.0	22.3	20.1	19.6	19.0	18.7	21.5	23.0	22.9	23.1	21.4
1988	23.3	23.1	23.0	22.7	21.3	18.0	15.8	17.3	21.1	22.8	22.5	22.3	21.1
1989	22.0	22.3	24.3	22.3	19.8	19.6	17.1	20.5	20.4	21.5	22.1	22.3	21.2
1990	21.9	22.1	22.3	21.5	21.1	20.0	17.8	19.5	20.6	22.6	22.7	22.8	21.2
1991	22.7	23.0	22.8	22.2	22.2	19.8	17.3	18.2	21.6	21.7	21.8	22.1	21.3
1992	22.8	22.8	22.7	22.7	22.1	19.1	17.5	19.8	21.2	22.0	21.9	22.5	21.4
1993	22.3	22.4	22.1	22.2	18.7	19.0	17.8	19.0	21.3	22.1	22.6	22.6	21.0
1994	22.7	22.3	22.4	22.3	21.5	19.9	18.0	19.0	21.4	22.2	22.6	22.6	21.4
1995	22.6	22.5	22.7	22.1	20.6	19.3	18.6	18.8	21.5	22.5	22.6	22.3	21.3
1996	22.1	22.4	22.6	21.8	21.9	18.0	18.0	20.2	20.8	22.0	22.5	22.1	21.2
1997	22.5	22.2	22.4	22.4	21.2	19.6	18.2	20.3	22.7	22.6	23.0	23.0	21.7
1998	23.7	23.8	23.6	23.2	20.6	19.8	18.7	21.0	21.2	22.7	22.4	22.2	21.9
1999	22.6	22.4	22.6	21.4	21.1	20.2	18.5	17.5	21.7	21.6	21.9	23.0	21.2
2000	22.4	22.2	22.2	22.0	20.7	19.2	17.4	20.3	21.3	22.1	21.7	22.1	21.1
2001	22.1	21.9	21.9	22.8	21.3	18.0	19.9	19.4	21.6	22.4	22.9	22.7	21.4
2002	22.0	23.2	21.9	22.5	22.1	19.6	20.2	21.0	21.1	22.1	22.3	22.8	21.7
Média 1998-2002	22.6	22.7	22.4	22.4	21.2	19.4	18.9	19.8	21.4	22.2	22.2	22.6	21.5
Normal 1982-2002	22.4	22.5	22.5	22.2	20.9	19.0	18.1	19.4	21.1	22.1	22.3	22.8	21.2

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinzenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.3 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 m), NO PERÍODO DE 1982 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1982	24.2	24.4	24.5	24.5	23.6	23.2	23.0	24.2	24.9	25.4	25.2	24.9	24.3
1983	25.6	25.4	25.3	25.5	25.0	22.0	22.9	23.6	25.7	25.3	25.0	24.4	24.6
1984	23.9	24.4	24.8	24.2	24.0	22.4	23.1	23.7	24.9	25.3	24.9	24.7	24.2
1985	24.2	24.3	24.8	24.4	23.8	21.8	22.5	23.8	25.3	24.9	25.0	24.3	24.1
1986	24.8	24.4	24.5	24.0	24.0	22.1	22.8	24.2	23.9	24.8	25.2	25.0	24.1
1987	24.9	25.0	24.6	25.3	23.8	23.9	24.0	23.8	26.2	26.7	25.7	25.5	25.0
1988	25.4	25.1	25.3	24.9	23.9	22.1	21.6	23.9	26.0	26.2	25.0	24.4	24.5
1989	24.3	24.4	24.3	25.6	23.4	23.6	21.9	24.8	24.5	25.1	25.6	24.8	24.4
1990	24.6	24.4	24.9	24.6	24.3	23.3	22.3	24.7	24.7	26.6	25.4	25.1	24.6
1991	25.0	25.4	24.8	24.8	24.6	23.4	22.3	23.8	25.8	25.5	25.1	25.2	24.6
1992	25.4	24.9	24.9	24.9	25.3	24.0	22.5	24.4	24.6	25.6	24.7	25.0	24.7
1993	24.4	24.7	24.4	25.1	23.8	23.1	22.5	23.5	24.8	25.3	25.3	24.9	24.3
1994	24.7	24.7	25.1	25.1	24.6	23.5	22.0	24.6	25.4	25.6	25.7	25.0	24.7
1995	25.2	24.8	25.4	24.6	23.8	23.1	24.2	24.6	26.4	26.5	25.6	25.1	24.9
1996	24.5	25.1	24.8	24.5	24.8	22.2	23.3	24.5	25.0	25.6	25.2	25.1	24.6
1997	24.9	24.8	24.7	24.8	24.2	24.0	23.7	24.9	26.6	26.4	26.3	25.7	25.1
1998	26.2	26.1	26.0	26.0	23.9	23.8	24.5	25.8	26.0	26.2	25.1	24.9	25.4
1999	25.0	24.8	25.0	24.6	24.3	24.1	23.4	23.9	26.2	25.4	25.1	25.4	24.8
2000	24.7	24.6	24.8	24.9	24.2	23.6	22.7	24.8	25.4	25.6	25.0	25.2	24.6
2001	24.3	23.6	25.0	25.5	24.4	21.9	23.8	25.4	25.6	26.1	25.9	25.6	24.8
2002	23.3	25.3	24.4	25.5	25.1	23.4	24.3	25.2	25.4	25.7	25.3	25	24.9
Média 1998-2002	24.7	24.9	25.0	25.3	24.4	23.4	23.7	25.0	25.7	25.8	25.3	25.2	24.9
Normal 1982-2002	24.7	24.8	24.9	24.9	24.2	23.1	23.0	24.4	25.4	25.7	25.3	25.0	24.6

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinzenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.4 - MÉDIAS MENSAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 m), NO PERÍODO 1982-2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1982	90	90	89	87	86	86	79	79	82	81	84	86	85
1983	88	88	87	87	85	86	78	75	70	78	83	87	83
1984	88	87	87	87	86	88	78	72	76	82	85	84	83
1985	87	87	86	87	87	76	76	72	74	81	83	87	82
1986	86	85	87	88	87	86	80	76	81	82	83	87	84
1987	86	86	86	86	84	82	73	66	70	74	84	86	80
1988	85	88	85	88	82	81	66	61	67	77	85	87	79
1989	86	87	87	88	81	82	74	74	74	80	80	86	82
1990	87	89	86	86	85	82	72	68	73	79	83	86	81
1991	88	86	91	87	85	82	73	70	72	76	83	83	81
1992	83	87	86	87	84	78	69	79	81	79	82	83	82
1993	86	86	87	85	84	80	72	72	77	80	83	87	82
1994	88	89	87	85	84	79	76	66	73	79	81	85	81
1995	85	97	84	85	85	81	69	63	64	73	82	84	79
1996	86	84	88	87	85	76	68	75	77	79	84	83	81
1997	86	86	89	87	84	79	70	72	76	78	81	83	81
1998	85	86	87	86	83	77	67	70	68	80	84	82	80
1999	85	85	86	79	83	81	74	60	70	74	82	85	79
2000	87	87	86	86	82	77	71	77	82	83	85	84	82
2001	89	86	86	85	86	81	80	68	76	79	82	84	82
2002	73	84	83	85	84	79	76	76	74	79	83	85	80
Média 1998-2002	83.8	85.6	85.6	84.2	83.6	79.0	73.6	70.2	74.0	79.0	83.2	84.0	80.5
Normal 1982-2002	85.9	87.1	86.7	86.1	84.4	80.9	73.4	71.0	74.1	78.7	83.0	85.0	81.4

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinqüenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.5 - MÉDIAS MENSAIS DA EVAPORAÇÃO DO AR (mm) NO TANQUE CLASSE A EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 M), NO PERÍODO 1982-2002

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2000	101.0	102.7	124.7	115.7	134.6	127.6	148.2	159.9	145.9	132.7	117.5	130.0	1540.5
2001	103.4	107.3	113.1	130.2	110.8	114.5	124.3	178.3	148.7	176.0	138.7	112.1	1557.4
2002	97.9	96.0	115.8	135.2	121.8	129.4	135.6	145.7	136.0	142.5	123.0	112.0	1490.9
Média 2000-2002	100.8	102.0	117.9	127.0	122.4	123.8	136.0	161.3	143.5	150.4	126.4	118.0	1529.6
Normal 1982-1999	109.5	98.0	109.5	107.5	108.5	112.0	139.0	151.0	136.0	142.5	123.0	112.0	1448.5

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinquenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.6 - TOTAIS MENSIS DE PRECIPITAÇÃO (mm) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 m), NO PERÍODO DE 1982 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1982	410.2	211.8	232.7	177.4	66.4	30.1	11.0	52.7	109.7	138.8	280.9	260.0	1971.7
1983	300.3	361.8	379.7	265.8	68.0	14.9	0.0	0.0	5.2	137.6	221.8	386.4	2141.5
1984	320.4	231.2	257.5	134.8	80.7	34.8	2.1	8.6	117.6	170.4	244.2	290.2	1892.5
1985	238.2	186.6	249.4	435.7	92.2	0.0	33.8	1.4	243.5	184.9	179.0	320.3	2165.0
1986	357.5	142.6	237.5	496.4	178.8	33.8	0.0	45.2	131.5	259.5	280.2	176.2	2339.2
1987	225.7	230.1	259.4	194.7	23.4	34.4	0.0	6.0	48.8	113.9	278.5	290.2	1705.1
1988	305.2	390.9	296.7	233.6	3.4	5.2	0.0	0.0	30.6	106.4	257.4	316.3	1945.7
1989	270.1	345.2	299.6	287.6	15.2	83.8	2.4	42.8	130.0	192.6	125.3	255.4	2050.0
1990	184.4	349.0	146.6	103.0	67.2	14.2	8.4	42.0	147.0	84.2	249.3	298.4	1693.7
1991	219.3	240.9	299.0	161.4	131.6	0.4	1.8	0.0	45.0	154.3	268.9	210.5	1733.1
1992	328.4	337.6	274.2	268.2	53.0	0.6	1.0	94.6	153.6	136.0	298.4	180.6	2126.2
1993	342.6	269.2	243.0	144.6	63.9	10.4	12.2	81.4	71.8	195.0	181.6	278.4	1894.1
1994	333.6	288.4	273.2	232.2	27.0	16.8	44.8	1.0	113.3	397.2	115.8	374.8	1963.1
1995	275.8	275.8	128.1	234.8	131.8	0.8	0.0	0.0	29.8	140.1	370.2	246.1	1833.3
1996	295.4	220.1	468.2	243.0	101.0	16.0	0.0	116.6	59.0	181.1	121.3	0293.2	2206.6
1997	193.0	172.0	277.9	99.6	73.6	20.6	0.0	70.6	117.4	164.2	130.7	176.7	1487.3
1998	364.9	292.8	300.5	84.5	47.1	0.0	5.0	16.2	48.8	132.6	298.3	329.2	1919.9
1999	271.0	282.0	242.6	51.8	122.2	46.4	16.0	26.0	103.6	95.2	246.0	333.4	1836.2
2000	336.0	321.8	226.6	162.8	32.2	0.4	10.6	115.0	92.0	247.8	161.0	416.8	2123.0
2001	327.8	421.5	201.0	17.4	122.0	56.8	24.8	14.4	138.0	152.6	230.6	242.8	1949.7
2002	234.9	315.7	171.2	259.2	46.0	4.0	21.6	56.4	96.8	154.2	231.6	283.8	1875.4
Média 1998-2002	306.9	326.8	228.4	115.1	173.9	21.5	15.6	45.6	95.8	156.5	233.5	321.2	1940.8
Normal 1982-2001	295.0	278.6	264.7	201.0	77.3	21.0	8.2	36.7	96.8	154.2	231.6	283.8	1948.8

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinquenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.7 - TOTAIS MENSAIS DE INSOLAÇÃO (HORAS DECIMAIS) EM OURO PRETO D'OESTE, RO (LAT. 10° 44' 30" S; LONG. 62° 12' 30" W, ALT. 240 m), NO PERÍODO DE 1982 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1982	111.993.0	128.6161.4213.1207.1275.4213.1167.6192.2161.3125.72050.4											
1983	122.9113.9119.3191.3221.6165.1253.0236.0176.1145.1143.6118.42006.3												
1984	115.1137.3145.7140.1192.2247.0286.2247.1191.9170.0146.3125.72144.6												
1985	90.1 104.1116.6136.4177.1268.6250.7233.5134.1164.1134.4116.91926.6												
1986	95.0 100.490.9 175.7163.0265.4239.8179.6104.8163.3164.3124.71866.9												
1987	112.9109.6103.9169.4217.4195.1287.4202.5155.1202.1112.8116.91985.1												
1988													
1989	99.9 104.2118.3132.9209.6179.4255.7217.1201.4147.1182.593.7 1941.8												
1990	123.786.7 154.2157.3207.4180.3230.4210.7121.7182.7127.286.9 1869.2												
1991	90.8 95.3 94.8 152.3161.0194.6198.372.7 71.6 141.590.9 82.9 1446.7												
1992	99.2 78.8 111.6155.9211.1246.7239.0160.0133.1153.7113.3120.21822.6												
1993													
1994													
1995	122.179.2 152.8142.3171.9204.9180.0205.7114.0171.4112.5106.21763.0												
1996	107.3160.3132.0160.2165.1247.3313.2215.6192.3184.1113.1149.42139.9												
1997	121.8119.978.9 147.7211.0258.1268.9220.7130.3154.7168.2158.52038.7												
1998	158.1123.0161.1191.6196.2241.9290.9216.7205.9166.2122.7134.82209.1												
1999	117.0119.1138.0205.9220.9226.8288.5250.5184.3204.8174.492.1 2222.3												
2000	123.8106.8134.0185.6243.2201.9132.9205.7181.3144.6130.9151.51942.2												
2001	91.5 84.1 120.8180.0158.9197.9218.3145.7193.4193.8153.8109.21847.4												
2002													

Média 1998-2001 122.6108.3138.5190.8204.8217.1232.7204.7191.2177.4145.5121.92055.3

Normal 17 anos 111.9106.8123.6163.9196.5219.3247.6201.9156.4169.5138.4118.51954.3

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinquenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n°. 17).

APÊNDICE 16.8 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 1 (OURO PRETO D'OESTE, RO), PELO MÉTODO DE TORNTHTWAITE, NO PERÍODO DE 1982 -2002

Tempo (meses)	Eto (mm)	P-ETo (mm)	NEG-AC (mm)	ARM1 (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponib. Hídrica
Jan	116.9	190.0	0.0	304.0	114.0	0.0	116.9	0.0	190.0	1.00
Fev	106.4	220.4	0.0	334.4	114.0	0.0	106.4	0.0	220.4	1.00
Mar	116.8	111.6	0.0	225.6	114.0	0.0	116.8	0.0	111.6	1.00
Abr	114.4	0.7	0.0	114.7	114.0	0.0	114.4	0.0	0.7	1.00
Mai	103.1	-29.2	-29.3	88.2	88.2	-25.8	99.7	3.4	0.0	0.97
Jun	86.2	-64.7	-94.0	50.0	50.0	-38.2	59.7	26.5	0.0	0.69
Jul	93.2	-77.6	-171.6	25.3	25.3	-24.7	40.3	52.9	0.0	0.43
Ago	112.6	-67.0	-238.3	14.1	14.1	-11.2	56.8	55.8	0.0	0.50
Set	122.0	-26.2	-264.5	11.2	11.2	-2.9	98.7	23.3	0.0	0.81
Out	130.9	25.6	0.0	36.8	36.8	25.6	130.9	0.0	0.0	1.00
Nov	121.5	112.0	0.0	148.8	114.0	77.2	121.5	0.0	34.8	1.00
Dez	125.2	196.0	0.0	310.0	114.0	0.0	125.2	0.0	196.0	1.00
Média	112.4	49.3	-66.5	138.6	-	-	98.9	13.5	62.8	-
Total/Ano	1349.2	591.6	-797.7	1663.1	-	-	1187.3	161.9	753.5	-

FONTE: CEPLAC - posto meteorológico da CEPLAC de Ouro Preto d' Oeste-RO (dados adaptados).

FONTE: SCERNE, R.M.C; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto d'Oeste, RO: atualização quinqüenal.** Belém:CEPLAC/SUPOR, 2000. 48 p.(boletim técnico n.º 17).

APÊNDICE 17. DADOS CLIMÁTICOS DO SÍTIO 3 - ÁGUA BOA - RR

APÊNDICE 17.1 - MÉDIAS MENSAIS DA PRECIPITAÇÃO (mm) EM ÁGUA BOA-RR
(LAT. 02° 36' N; LONG. 60° 50' W; ALT. m), NO PERÍODO 1991-2001.

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1991	18.0	27.3	99.3	51.7	238.2	370.5	390.4	257.1	160.9	84.0	0.0	7.3	1.704.7
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	223.8	270.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	494.2
1993	29.7	15.0	72.5	207.5	417.7	538.7	145.2	168.0	40.6	24.6	224.4	28.2	1.912.1
1994	0.0	10.2	175.9	87.0	339.4	274.0	260.6	212.6	108.0	45.6	106.0	22.8	1.642.1
1995	0.0	0.0	44.6	94.6	442.8	493.1	432.9	164.0	77.6	105.5	92.9	93.9	2.041.9
1996	17.4	49.0	29.8	42.8	382.7	497.1	422.2	199.4	74.3	41.8	42.3	24.0	1.822.8
1997	87.6	219.4	13.4	96.6	196.2	146.2	327.6	84.8	57.8	5.0	53.0	56.8	1.344.4
1998	2.0	7.8	15.8	301.0	308.0	451.4	299.0	205.8	174.8	89.2	90.0	101.2	2.049.0
1999	39.8	200.0	38.6	212.0	338.4	296.6	318.6	198.2	135.0	65.0	90.0	67.8	2.000.0
2000	191.8	71.6	124.2	398.8	501.0	255.0	277.2	209.8	63.4	98.4	59.0	57.7	2.307.9
2001	4.6	0.0	14.0	171.6	242.2	431.0	254.4	350.4	131.4	53.6	7.2	77.2	1.737.6
Média 1998-2001	59.6	69.9	48.2	270.9	347.4	358.5	287.3	241.1	126.2	77.3	61.6	76.0	2023.6
Normal 1991-2001	35.5	54.6	57.1	151.2	309.7	361.6	309.0	186.4	93.1	56.0	69.5	48.8	1732.4

FONTE: Embrapa-Roraima (dados adaptados).

APÊNDICE 17.2 - MÉDIAS MENSAIS DA PRECIPITAÇÃO (mm) EM BOA VISTA-RR
(LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	0.1	10.0	0.0	215.1	377.0	569.8	378.0	233.1	194.7	22.6	55.4	231.7	2187.5
1999	20.3	165.0	23.8	230.9	245.0	300.3	244.0	326.6	225.3	39.2	246.8	92.0	1959.4
2000	45.4	76.4	71.0	302.4	415.0	311.8	220.0	187.5	76.8	70.1	107.5	49.2	1933.5
2001	0.0	0.7	3.7	54.6	249.0	214.7	167.0	329.1	116.1	63.7	43.5	83.6	1325.3
2002	3.5	2.5	27.5	186.4	312.0	522.2	262.0	183.1	45.7	0.4	29.7	41.5	1615.5
Média 1998-2002	13.9	50.9	25.2	197.9	319.6	383.8	254.0	251.9	111.7	39.2	56.6	99.6	1804.2

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA : Os dados de Boa Vista foram usados para estimar os do sítio Água Boa.

APÊNDICE 17.3 - MÉDIAS MENSAIS DE EVAPORAÇÃO (mm) EM BOA VISTA-RR (LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	255.1	237.1	312.6	145.5	92.3	85.1	87.4	108.2	132.2	165.9	177.6	172.8	1971.8
1999	170.9	161.7	213.7	154.7	156.8	91.9	67.5	89.3	123.1	121.4	158.5	184.6	1694.1
2000	170.2	178.4	254.2	154.7	96.7	74.4	74.6	87.8	115.0	136.1	176.3	149.7	1668.0
2001	265.2	246.3	261.1	213.4		65.5	84.8	74.3	73.8	114.8	176.3	185.6	1761.0
2002	234.4	230.5	229.2	105.1	41.0	55.2	58.6	79.5	130.7	142.4	192.7	235.2	1734.5
Média													
1998-2002	219.2	210.8	254.2	154.7	96.7	74.4	74.6	87.8	115.0	136.1	176.3	185.6	1785.2

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA : Os dados de Boa Vista foram usados para estimar os de Água Boa.

APÊNDICE 17.4 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) EM BOA VISTA-RR (LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m) , NO PERÍODO 1988-2002

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	64.0	62.0	58.0	78.0	86.0	86.0	89.0	88.0	77.0	72.0	70.0	72.0	75.2
1999	75.0	75.0	71.0	78.0	81.0	86.0	92.0	87.0	79.0	78.0	74.0	73.0	79.1
2000	77.0	71.0	70.0	82.0	86.0	87.0	84.0	79.0	72.0	70.0	72.0	69.0	76.6
2001	66.0	61.0	61.0	66.0	83.0	87.0	85.0	83.0	74.0	70.0	67.0	70.0	72.8
2002	61.0	60.0	66.0	78.0	83.0	88.0	81.0	76.0	64.0	61.0	66.0	63.0	70.6
Média 1998-2002	68.6	65.8	65.2	76.4	83.8	86.8	86.2	82.6	73.2	70.2	69.8	69.4	74.8

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA : Os dados de Boa Vista foram usados para estimar os de Água Boa

APÊNDICE 17.5 - MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA DO AR (°C) EM BOA VISTA-RR (LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m) , NO PERÍODO 1988-2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	34.4	35.9	36.1	33.7	32.1	31.6	31.9	33.2	34.2	35.1	34.8	34.6	34.0
1999	32.7	32.9	33.4	32.2	32.1	31.4	31.1	32.0	35.2	36.7	38.0	33.5	33.4
2000	32.7	32.9	33.4	32.2	32.1	31.4	31.1	32.0	35.2	36.7	38.0	33.5	33.4
2001	33.5	33.3		34.3	31.8	30.6	31.8	32.3	33.7	35.4	35.0	34.4	33.3
2002	34.4	34.1	34.9	33.2	32.0	30.6	32.2	32.5	35.4	36.0	35.5	33.7	33.7
Média 1998-2002	33.5	33.8	34.5	33.1	32.0	31.1	31.6	32.4	34.7	36.0	36.3	33.9	33.6

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA: Os dados de Boa Vista foram usados para estimar os de Água Boa.

APÊNDICE 17.6 - MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) EM BOA VISTA-RR (LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m), NO PERÍODO 1988-2002

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	24.0	26.0	25.8	24.8	24.3	23.5	23.4	24.4	24.8	25.4	25.2	24.8	24.7
1999	24.1	23.9	24.3	23.7	23.4	23.4	22.9	23.2	24.3	24.0	24.3	24.7	23.9
2000	24.0	23.6	23.9	23.5	23.1	23.5	22.9	23.3	23.9	24.1	24.0	23.5	23.6
2001	23.1	23.4	24.0	24.4	23.3	22.7	23.0	22.9	23.8	24.8	24.5	24.7	23.7
2002	24.2	24.6	24.7	23.5	23.5	22.4	23.5	23.5	24.3	24.8	24.7	24.4	24.0
Média 1998-2002	23.9	24.3	24.5	24.0	23.5	23.1	23.1	23.5	24.2	24.6	24.5	24.4	24.0

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA : Os dados de Boa Vista foram usados para estimar os de Água Boa.

APÊNDICE 17.7 - MÉDIAS MENSAIS DE INSOLAÇÃO (HORAS DECIMAIS) EM BOA VISTA-RR (LAT. 02° 49' N; LONG. 60° 39' W; ALT. 90,0 m), NO PERÍODO 1988-2002

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	194.3	78.4	38.5	47.9	87.5	35.0	78.4	126.2	158.3	153.0	123.1	119.6	1240.2
1999	118.6	75.8	145.1	54.2	128.7	95.4	79.7	94.3	172.4	137.0	135.1	178.7	1315.0
2000	66.8	158.1	121.1	93.7	114.9	170.5	144.5	153.4	206.1	171.0	134.8	107.8	1642.7
2001	175.2	120.3	192.6	138.5	143.9	122.4	170.5	176.7	226.3	226.5	254.0	172.4	2119.3
2002	226.4	186.5	186.5	106.9	127.1	105.8	118.3	137.7	190.8	171.9	161.8	119.6	1839.2
Média 1998-2002	156.3	123.8	136.8	88.2	120.4	105.8	118.3	137.7	190.8	171.9	161.8	119.6	1631.3

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR (dados adaptados)

APÊNDICE 17.8 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 3 (ÁGUA BOA-RR), PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE NO PERÍODO DE 1998 A 2002.

Tempo (meses)	Eto (mm)	P-Eto (mm)	NEG-AC (mm)	ARM1 (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponib. Hídrica
Jan	172.1	-112.6	-515.9	0.0	0.0	0.0	59.6	112.5	0.0	0.35
Fev	157.9	-88.1	-604.0	0.0	0.0	0.0	69.9	88.0	0.0	0.44
Mar	195.1	-147.0	-751.0	0.0	0.0	0.0	48.2	146.9	0.0	0.25
Abr	158.0	112.9	0.0	112.9	51.0	51.0	158.0	0.0	61.9	1.00
Mai	150.7	196.7	0.0	247.7	51.0	0.0	150.7	0.0	196.7	1.00
Jun	115.8	242.7	0.0	293.7	51.0	0.0	115.8	0.0	242.7	1.00
Jul	135.1	152.2	0.0	203.2	51.0	0.0	135.1	0.0	152.2	1.00
Ago	153.5	87.6	0.0	138.6	51.0	0.0	153.5	0.0	87.6	1.00
Set	178.4	-52.3	-52.3	18.3	18.3	-32.7	158.9	19.5	0.0	0.89
Out	200.9	-123.6	-176.6	1.6	1.6	-16.7	94.0	106.9	0.0	0.47
Nov	195.6	-134.1	-318.0	0.1	0.1	-1.5	63.1	132.5	0.0	0.32
Dez	169.3	-93.3	-403.3	0.0	0.0	-0.1	76.1	93.2	0.0	0.45
Média	165.2	3.4	-234.4	84.7	-	-	106.9	58.3	61.8	-
Total/Ano	1982.4	41.1	-2812.4	1016.1	-	-	1282.9	699.5	741.1	-

APÊNDICE 18. DADOS CLIMÁTICOS DO SÍTIO 2 - CONFIANÇA-RR

APÊNDICE 18.1 - MÉDIAS MENSAS DA PRECIPITAÇÃO (mm) EM CONFIANÇA-RR (LAT. 02° 15' N; LONG. 60° 39' W; ALT. ... m), NO PERÍODO 1995-2001.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1995	13.9	0.0	65.4	196.2	442.0	405.3	584.9	188.1	44.2	119.0	59.9	94.3	1.937.7
1996	69.2	83.8	39.9	184.8	498.7	468.4	320.3	200.4	272.6	57.1	141.1	42.6	2.378.9
1997	49.5	138.1	22.3	160.7	380.6	173.9	415.9	141.7	28.5	4.8	90.5	46.8	1.653.3
1998	0.0	32.6	0.0	378.2	290.0	526.8	270.3	221.6	151.3	43.3	52.1	125.8	2.092.0
1999	74.4	137.3	79.0	274.9	306.6	517.8	347.2	330.7	165.7	70.7	81.0	88.0	2.473.3
2000	87.7	69.2	90.6	340.0	764.2	240.2	327.6	260.7	118.5	63.4	91.5	27.0	2.480.6
2001	0.0	0.0	45.4	119.4	382.1	425.4	225.2	216.5	250.6	27.8	16.1	13.5	1.722.0
Média 1998-2001	40.5	59.8	53.8	278.1	435.7	427.6	292.6	257.4	171.5	51.3	60.2	63.6	2192.0
Normal 1995-2001	42.1	65.9	48.9	236.3	437.7	394.0	355.9	222.8	147.3	55.2	76.0	62.6	2105.4

FONTE: Embrapa-Roraima

NOTA: Dados trabalhados pelo autor

APÊNDICE 18.2 - MÉDIAS MENSAS DA PRECIPITAÇÃO (mm) EM CARACARAÍ-RR (LAT. 01° 50' N; LONG. 61° 08' W; ALT. 94,05 m), NO PERÍODO 1998 A 2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	3.2	16.0	25.0	220.0	366.8	476.2	367.3	111.2	218.8	75.2	67.0	129.4	2076.1
1999	61.6	118.2	70.8	273.8	98.2	497.6	318.6	276.5	124.6	120.7	97.6	8.6	2066.8
2000	118.8	18.4	246.7	344.6	357.3	337.7	323.7	91.2	115.6	42.8	244.8	81.4	2323.0
2001	76.6	28.8	56.8	115.2	329.8	280.6	192.6	227.0	168.4	48.4	35.2	86.6	1646.0
2002	22.6	7.2	226.0	340.0	289.9	435.1	323.2	173.9	122.8	22.2	40.3	22.0	2025.2
Média 1998-2002	56.6	37.7	125.1	258.7	288.4	405.4	305.1	176.0	150.0	61.9	97.0	65.6	2027.4

FONTE: INMET - 1°. Distrito de Meteorologia - 1°. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA : Os dados de Caracarái foram usados para estimar os do sítio Confiança.

APÊNDICE 18.3 - MÉDIAS MENSAS DE TEMPERATURA DO AR (°C) EM CARACARAÍ-RR (LAT. 01° 50' N; LONG. 61° 08' W; ALT. 94,05 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	28.5	28.4	30.2	27.5	26.9	26.2	26.1						27.7
1999		27.0	27.1	26.6	26.4	25.8	25.5	26.0	27.1	26.9	27.8	27.7	26.7
2000	26.6	26.5	26.6	23.8	26.2	26.3	25.6	26.8	27.5	28.2	28.2	27.0	26.6
2001	26.6	27.4	28.1	27.9	26.4	25.2	26.1	25.9	27.5	28.9	29.1	28.4	27.3
2002	28.3	28.3	28.3	26.9	26.3	25.9	26.7	27.1	28.9	29.3	28.7	28.2	27.7

Média 1998-2002 27.5 27.5 28.1 26.5 26.4 25.9 26.0 26.5 27.8 28.3 28.5 27.8 27.2

FONTE: INMET - 1°. Distrito de Meteorologia - 1°. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA: Os dados de Caracarái foram usados para estimar os do sítio Confiança.

APÊNDICE 18.4 - MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA DO AR (°C) EM CARACARAÍ-RR (LAT. 01° 50' N; LONG. 61° 08' W; ALT. 94,05 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	35.6	35.6	36.3	33.3	32.3	31.6	30.4						33.6
1999		32.5	32.2	31.0	31.5	31.1	30.8	32.0	34.1	34.2	34.8	34.4	32.6
2000	32.8	32.9	32.7	31.4	31.3	31.9	31.2	33.7	34.4	35.3	34.6	33.2	33.0
2001	32.4	33.4	34.6	34.1	32.0	30.4	32.4	33.2	34.2	35.9	36.0	34.5	33.6
2002	34.9	34.2	34.4	32.6	31.0	31.4	32.8	33.6	36.0	36.1	35.5	34.4	33.9
Média 1998-2002	33.9	33.7	34.0	32.5	31.6	31.3	31.5	33.1	34.7	35.4	35.2	34.1	33.4

FONTE: INMET - 1°. Distrito de Meteorologia - 1°. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA 2: Os dados de Caracarái foram usados para estimar os do sítio Confiança.

APÊNDICE 18.5 - MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) EM CARACARAÍ-RR (LAT. 01° 50' N; LONG. 61° 08' W; ALT. 94,05 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	20.7	21.2	22.1	21.2	20.7	20.7	23.2	23.4	23.4	24.0	24.0	23.6	22.4
1999	23.0	22.5	22.7	22.9	22.6	21.7	21.3	21.5	22.0	21.2	21.4	21.4	22.0
2000	21.0	20.3	20.7	21.2	23.0	22.9	22.3	22.2	22.8	23.0	23.5	22.5	22.1
2001	21.6	22.0	22.0	22.3	21.9	20.9	21.2	22.0	22.6	23.7	23.8	23.5	22.3
2002	22.7	23.2	23.5	23.1	23.0	22.4	22.7	22.9	23.4	23.8	23.2	23.1	23.1

Média 1998-2002 21.8 21.8 22.2 22.1 22.2 21.7 22.1 22.4 22.8 23.1 23.2 22.8 22.4

FONTE: INMET - 1°. Distrito de Meteorologia - 1°. DSME AM/AC/RR(dados adaptados).

NOTA: Os dados de Caracarái foram usados para estimar os do sítio Confiança.

APÊNDICE 18.6 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (°C) EM CARACARAÍ-RR (LAT. 01° 50' N; LONG. 61° 08' W; ALT. 94,05 m), NO PERÍODO 1988-2002.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1998	81.0	78.0	75.0	75.0	73.0	74.0	72.0	72.0	73.0	74.0	74.0	73.0	74.5
1999	73.0	73.0	73.0	73.0	72.0	72.0	71.0	72.0	71.0	66.0	66.0	67.0	70.8
2000	66.0	66.0	64.0	68.0	92.0	91.0		85.0	83.0	82.0	87.0	89.0	79.4
2001	86.0	84.0	81.0	85.0	94.0	94.0	94.0	87.0	84.0	79.0	76.0	80.0	85.3
2002		73.0	78.0	88.0	93.0	93.0	91.0	88.0	80.0	75.0	77.0	75.0	82.8

Média 1998-2002 76.5 74.8 74.2 77.8 84.8 84.8 82.0 80.8 78.2 75.2 76.0 76.8 78.5

FONTE: INMET - 1°. Distrito de Meteorologia - 1°. DSME AM/AC/RR (dados adaptados).

NOTA: Os dados de Caracarái foram usados para estimar os do sítio Confiança.

APÊNDICE 18.7 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NO SÍTIO 2 (CONFIANÇA-RR),
PELO MÉTODO DE TORNTHWAITE, NO PERÍODO 1988-2002.

Tempo (meses)	Eto (mm)	P-Eto (mm)	NEG-AC (mm)	ARM1 (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponib. Hídrica
Jan	155.7	-115.2	-458.6	0.1	0.1	-0.5	41.0	114.7	0.0	0.26
Fev	141.6	-81.8	-533.6	0.0	0.0	-0.1	59.9	81.7	0.0	0.42
Mar	170.1	-116.4	-650.0	0.0	0.0	0.0	53.8	116.3	0.0	0.32
Abr	132.6	145.5	0.0	145.5	70.0	70.0	132.6	0.0	75.5	1.00
Mai	135.6	300.1	0.0	370.1	70.0	0.0	135.6	0.0	300.1	1.00
Jun	120.8	306.8	0.0	376.8	70.0	0.0	120.8	0.0	306.8	1.00
Jul	127.0	165.6	0.0	235.6	70.0	0.0	127.0	0.0	165.6	1.00
Ago	135.5	121.9	0.0	191.9	70.0	0.0	135.5	0.0	121.9	1.00
Set	157.9	13.6	0.0	83.6	70.0	0.0	157.9	0.0	13.6	1.00
Out	176.1	-124.8	-124.6	11.8	11.8	-58.2	109.5	66.6	0.0	0.62
Nov	172.6	-112.4	-236.1	2.4	2.4	-9.4	69.6	103.0	0.0	0.40
Dez	163.0	-99.4	-333.2	0.6	0.6	-1.8	65.4	97.6	0.0	0.40
Média	149.0	33.6	-194.5	118.2	-	-	100.7	48.3	82.0	-
Total/Ano	1788.5	403.5	-2334.0	1418.4	-	-	1208.6	579.9	983.5	-

FONTE: INMET - 1º. Distrito de Meteorologia - 1º. DSME AM/AC/RR(dados adaptados)

APÊNDICE 19 - DADOS CLIMÁTICOS DO SÍTIO 4 - KM 30 -AM

APÊNDICE 19.1 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÁXIMA DO AR (°C) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	30.2	30.4	30.5	30.6	31.3	30.6	30.7	32.7	32.4	34.0	32.3	31.5	31.4
1991	30.0	31.0	30.1	30.4	30.9	31.1	30.8	31.7	32.6	32.4	34.0	31.6	31.4
1992	32.2	31.5	30.6	31.7	32.6	32.2	31.4	31.4	33.4	33.0	32.1	30.2	31.9
1993	29.5	29.8	30.0	30.0	31.0	31.1	30.7	31.6	32.0	31.1	30.9	30.2	30.7
1994	29.5	29.7	30.3	30.5	30.7	30.4	30.7	31.8	32.0	32.1	31.5	29.8	30.7
1995	30.5	30.1	30.1	30.6	30.4	30.4	31.5	32.7	32.8	31.2	30.6	30.8	31.0
1996	29.2	29.2	30.2	30.5	30.7	29.7	30.7	32.7	33.3	32.6	32.7	31.8	31.1
1997	30.4	29.7	30.3	31.0	31.1	32.1	32.9	33.0	35.5	35.2	32.8	31.6	32.1
1998	30.8	31.0	30.9	30.9	30.3	30.7	31.5	33.2	32.0	32.8	31.4	32.1	31.5
1999	29.3	28.8	30.3	30.1	29.7	31.2	9.0	32.1	33.1	32.9	33.0	31.3	29.2
2000	30.5	30.6	30.8	30.1	31.1	31.5	30.5	32.3	33.1	33.1	33.4	31.5	31.5
2001	29.6	30.6	31.2	31.0	31.5	29.5	31.1	33.5	33.6	34.5	33.9	31.1	31.8
2002	31.5	31.0	30.9	31.9	31.6	30.8	32.2	33.1	34.3	33.2	32.8	31.4	32.1
Média 1998-2002	30.3	30.4	30.8	30.8	30.8	30.8	26.8	32.8	33.2	33.3	32.9	31.5	31.2
Normal 1990-2002	30.3	30.3	30.5	30.7	31.0	30.9	29.5	32.5	33.1	32.9	32.4	31.1	31.3

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.2 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	22.4	22.8	22.4	22.6	22.7	22.3	21.9	22.0	22.1	22.9	22.9	22.4	22.4
1991	22.9	22.8	22.7	22.5	22.7	22.5	21.3	20.8	22.3	22.2	22.6	23.4	22.4
1992	23.5	23.1	23.0	23.0	22.9	22.0	21.5	21.3	22.2	22.4	22.1	21.8	22.4
1993	21.9	22.5	22.2	22.5	22.6	21.5	21.7	21.6	22.1	21.9	22.0	21.7	22.0
1994	22.1	21.6	22.4	21.5	22.5	22.0	21.8	21.9	22.0	22.1	22.5	22.3	22.1
1995	22.4	23.0	22.5	22.8	22.3	22.0	21.3	22.0	22.1	22.1	22.1	22.2	22.2
1996	21.7	22.2	22.7	22.6	22.5	21.7	22.3	21.9	22.2	22.2	22.6	21.6	22.2
1997	22.1	21.9	22.4	22.8	22.3	21.8	21.4	21.8	22.9	23.6	23.4	23.4	22.5
1998	23.6	24.0	23.6	23.4	23.2	22.2	22.0	22.1	22.3	22.5	22.8	22.8	22.9
1999	22.0	22.4	22.6	22.6	22.5	21.8	20.9	20.5	21.9	21.9	22.6	22.4	22.0
2000	22.1	22.2	22.3	22.1	22.7	21.7	21.4	21.3	21.9	22.4	22.4	22.7	22.1
2001	22.0	22.6	22.3	22.3	22.6	21.2	21.2	21.5	21.9	22.4	22.5	23.4	22.2
2002	23.0	22.9	22.7	22.4	22.8	22.1	22.0	21.9	22.1	22.2	22.5	22.4	22.4
média 1998-2002	22.5	22.8	22.7	22.6	22.8	21.8	21.5	21.4	22.0	22.3	22.5	22.7	22.3
Normal 1982-2002	22.4	22.6	22.6	22.5	22.6	21.9	21.6	21.6	22.2	22.4	22.5	22.5	22.3

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados)

APÊNDICE 19.3 - MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÉDIA DO AR (° C) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	25.4	25.4	25.5	25.6	25.9	25.5	25.0	25.9	33.7	27.1	26.5	25.8	26.4
1991	25.5	25.9	25.6	25.5	25.8	26.0	25.3	25.3	26.5	26.3	27.1	26.8	25.9
1992	26.5	26.1	25.8	26.1	26.5	26.1	25.1	25.0	26.5	26.4	26.2	25.3	26.0
1993	24.5	25.4	25.3	24.9	26.2	25.9	25.1	25.4	25.6	25.1	24.4	24.6	25.2
1994	25.0	25.4	25.3	24.8	25.8	25.2	25.9	25.8	26.1	26.2	25.8	25.1	25.5
1995	25.7	25.5	25.6	25.8	25.5	25.7	25.8	26.6	26.7	26.0	25.1	25.7	25.8
1996	24.8	25.1	25.8	25.6	25.9	25.2	25.6	27.3	28.1	27.8	28.5	28.0	26.5
1997	26.4	26.3	26.5	27.2	27.4	27.9	28.4	28.1	30.2	30.7	28.5	28.0	28.0
1998	27.5	27.9	27.5	27.6	27.2	27.0	27.3	28.6	28.0	28.4	27.8	28.2	27.7
1999	25.9	25.9	26.4	26.5	26.3	26.9	26.6	27.2	28.2	28.5	28.4	27.5	27.0
2000	26.7	26.6	26.7	26.3	27.2	27.4	26.3	27.7	28.2	28.6	28.6	27.5	27.3
2001	26.0	26.9	26.9	26.8	27.4	25.8	26.9	28.4	28.3	29.5	29.0	27.2	27.4
2002	27.4	27.3	26.9	27.5	27.7	27.4	27.9	28.4	29.2	28.5	28.6	27.1	27.8
média 1998-2002	26.7	26.9	26.9	26.9	27.2	26.9	27.0	28.1	28.4	28.7	28.5	27.5	27.5
Normal 1982-2002	26.0	26.1	26.1	26.2	26.5	26.3	26.3	26.9	28.1	27.6	27.3	26.7	26.7

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.4 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	88.8	90.0	90.5	92.2	89.7	86.9	85.0	78.7	78.2	75.7	78.8	81.6	84.7
1991	87.1	85.9	87.7	89.3	87.1	85.1	85.4	83.1	76.6	79.9	79.1	88.8	84.6
1992	89.1	90.0	90.2	90.6	91.1	85.8	86.5	86.8	94.4	94.3	85.3	87.1	89.3
1993	88.9	89.5	88.2	84.4	83.8	80.7	80.0	81.7	83.2	87.7	86.2	85.7	85.0
1994	89.7	90.9	90.1	89.7	88.0	87.9	82.6	84.8	83.1	81.3	83.2	86.8	86.5
1995	88.1	85.3	89.7	87.4	86.1	85.4	87.5	82.9	86.4	87.0	88.7	88.9	87.0
1996	84.1	90.4	89.3	89.2	89.5	87.2	87.5	86.9	83.9	87.0	86.4	87.3	87.4
1997	90.5	90.5	89.8	89.1	88.0	85.1	80.3	82.5	75.8	78.5	80.9	85.7	84.7
1998	88.2	87.9	89.5	91.0	89.0	86.3	86.3	88.4	87.9	85.9	88.2	90.2	88.2
1999	87.4	91.8	91.9	92.7	92.8	91.5	89.0	85.2	86.5	85.7	84.9	89.1	89.0
2000	90.1	90.8	90.3	92.4	91.6	88.4	89.1	88.4	87.3	89.6	87.9	91.2	89.8
2001	93.5	90.9	89.0	91.6	92.7	93.2	91.2	82.9	89.1	88.2	88.8	92.2	90.3
2002	90.3	91.6	92.3	92.4	91.9	89.4	90.0	88.4	81.6	82.7	86.4	91.5	89.0
Média 1998-2002	89.9	90.6	90.6	92.0	91.6	89.8	89.1	86.6	86.5	86.4	87.2	90.8	89.3
Normal 1982-2002	89.0	89.7	89.9	90.3	89.5	87.3	86.4	84.8	84.3	85.0	85.1	88.4	87.5

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.5 - TOTAIS MENSAIS DE EVAPORAÇÃO DO AR (mm) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W; ALT. 50 M), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1990	57.8	49.0	69.5	45.6	56.9	55.3	59.5	88.8	75.7	156.8	83.1	66.8	864.8
1991	50.3	46.1	47.9	939.8	49.9	49.7	70.7	73.4	82.5	94.3	104.5	74.7	783.9
1992	73.9	65.4	52.4	57.0	77.2	80.1	79.4	59.5	86.4	81.4	73.8	42.2	828.7
1993	44.6	42.8	42.2	245.9	54.4	68.6	75.4	84.1	80.4	60.0	56.6	56.2	711.2
1994	36.4	22.0	33.9	42.1	42.4	54.8	78.2	65.4	77.0	75.7	45.1	58.2	631.2
1995	59.0	48.5	38.7	43.1	45.0	62.2	66.1	83.1	81.6	65.8	68.5	59.4	721.0
1996	50.1	43.2	51.8	46.5	52.5	47.4	50.7	68.3	84.6	76.3	74.3	56.9	702.6
1997	43.9	38.5	48.0	62.3	121.5	180.8	233.3	230.0	297.2	290.1	170.8	133.6	1850.0
1998	104.9	94.5	70.4	60.1	67.2	63.1	81.6	100.2	83.6	100.2	75.4	87.5	988.7
1999	50.6	43.9	52.7	49.5	57.5	63.8	88.3	91.5	82.6	86.1	121.3	76.5	864.3
2000	47.4	60.3	58.8	49.3	56.6	81.6	63.2	87.5	101.3	89.1	83.1	74.6	852.8
2001	41.9	44.9	57.6	44.5	48.3	50.3	64.7	118.4	113.1	197.1	77.9	55.6	814.3
2002	63.0	44.3	53.7	47.5	55.4	68.9	95.5	84.8	117.0	129.0	73.4	55.0	887.5
Média 1998-2002	61.6	57.6	58.6	50.2	57.0	65.5	78.7	96.5	99.5	100.3	86.2	69.8	881.5
Normal 1990-2002	55.7	49.5	52.1	48.7	60.4	71.3	85.1	95.0	104.8	107.8	85.2	69.0	884.7

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.6 - MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W; ALT. 50 M), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	384.2	150.2	476.4	292.1	302.9	123.3	171.5	122.1	131.6	102.8	130.5	286.4	2674.0
1991	357.3	275.0	339.3	453.3	270.1	171.8	100.9	69.4	105.5	149.7	72.4	151.4	2516.1
1992	238.1	339.5	334.8	311.6	133.8	129.4	110.5	211.9	135.0	177.1	121.1	246.1	2488.9
1993	365.0	373.0	463.6	265.2	147.0	135.2	83.8	75.0	94.1	312.8	324.7	296.2	2935.6
1994	416.7	397.8	339.9	471.7	244.1	210.3	90.5	98.7	156.4	169.1	183.5	202.9	2981.6
1995	230.3	207.5	262.2	372.0	318.6	183.5	61.2	25.6	148.8	136.8	324.9	257.3	2528.7
1996	291.7	276.0	1092.4	366.5	144.6	212.8	133.5	199.5	110.4	116.7	178.6	168.2	3290.9
1997	251.7	319.3	469.1	271.0	177.2	69.8	44.9	137.1	48.4	65.6	261.3	127.7	2243.1
1998	296.5	226.1	333.1	377.3	226.3	187.6	117.1	87.9	125.9	174.7	234.4	162.6	2549.5
1999	310.8	366.1	290.5	425.2	426.0	276.1	77.8	169.2	144.8	116.8	223.5	362.7	3189.5
2000	393.7	428.6	290.2	411.7	240.4	214.0	143.1	127.9	100.8	216.2	226.1	183.5	2976.2
2001	340.2	267.1	334.7	298.2	241.8	179.4	214.9	46.8	212.1	294.0	110.2	212.9	2752.3
2002	241.4	367.9	473.1	359.8	351.2	161.7	167.8	148.0	55.8	187.8	155.4	267.3	2937.2
média 1998-2002	316.5	331.2	344.3	374.4	297.1	203.8	144.1	116.0	127.9	197.9	189.9	237.8	2880.9
Normal 1990-2001	316.7	307.2	423.0	359.7	248.0	173.5	116.7	116.9	120.7	170.8	195.9	225.0	2774.1

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.7 - TOTAIS MENSAIS DE INSOLAÇÃO (HORAS DECIMAIS) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W; ALT. 50 M), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1990	115.4	85.8	125.2	111.0	182.0	194.9	180.2	244.4	249.7	217.5	146.8	127.4	1980.3
1991	109.0	122.2	99.7	107.8	159.3	174.1	208.6	196.4	225.6	199.1	245.0	116.8	1963.6
1992	154.9	138.7	128.4	161.1	234.8	242.0	215.9	166.9	204.2	191.9	137.5	161.2	2137.5
1993	134.3	107.1	134.6	125.8	294.8	204.0	208.0	225.9	206.3	173.2	147.3	150.3	2111.6
1994	69.7	62.9	95.6	93.5	137.8	142.1	196.4	186.2	161.4	174.8	155.5	132.2	1608.1
1995	134.2	129.6	117.2	111.6	134.3	145.4	184.5	216.6	188.5	175.7	112.9	144.2	1794.7
1996	89.9	90.8	111.1	107.2	120.6	95.2	127.2	146.6	131.1	127.6	120.5	83.7	1351.5
1997	94.6	71.8	76.6	110.2	112.7	170.3	206.1	174.8	168.8	165.8	90.5	110.1	1552.3
1998	89.2	121.1	116.4	109.8	113.3	143.9	150.8	191.1	133.5	158.3	109.8	157.2	1594.4
1999	72.6	74.8	91.5	115.8	97.3	134.9	160.8	166.6	151.9	168.3	160.3	126.3	1521.1
2000	99.9	103.1	98.0	75.4	123.3	126.7	113.6	192.2	149.8	167.5	147.6	138.0	1535.1
2001	74.4	90.4	128.8	108.8	124.3	81.0	164.5	206.3	152.9	177.8	166.5	87.0	1562.7
2002	115.0	93.3	110.6	114.4	123.0	96.5	190.8	177.9	155.5	142.1	130.3	73.9	1523.3
média 1998-2002	90.2	96.5	109.1	104.8	116.2	116.6	156.1	186.8	148.7	162.8	142.9	116.5	1547.3
Normal 1990-2002	104.1	99.4	110.3	111.7	150.6	150.1	177.5	191.7	175.3	172.3	143.9	123.7	1710.5

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.8 - MÉDIAS MENSAIS DE VELOCIDADE DO VENTO (m/s) NO SÍTIO KM-30, AM (LAT. 03° 08' 05" N; LONG. 60° 01' W; ALT. 50 M), NO PERÍODO DE 1990 -2002.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1990	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7
1991	3.1	0.7	0.7	3.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	1.1
1992	0.7	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
1993	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
1994	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
1995	0.6	0.9	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7
1996	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7
1997	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7
1998	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
1999	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.6
2000	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
2001	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
2002	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6
Média 1998-2002	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
Normal 1990-2002	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 19.9 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 4 (KM 30-AM),
PELO MÉTODO DE THORNTHWAITTE NO PERÍODO DE 1998 A 2002.

Tempo (meses)	Eto (mm)	P-ETo (mm)	NEG- AC1	NEG- AC (mm)	ARM1 (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibil. Hídrica
Jan	140.9	175.6	0.0	0.0	399.6	224.0	0.0	140.9	0.0	175.6	1.00
Fev	130.5	200.7	0.0	0.0	424.7	224.0	0.0	130.5	0.0	200.7	1.00
Mar	143.6	200.7	0.0	0.0	424.7	224.0	0.0	143.6	0.0	200.7	1.00
Abr	137.9	236.5	0.0	0.0	460.5	224.0	0.0	137.9	0.0	236.5	1.00
Mai	148.2	148.9	0.0	0.0	372.9	224.0	0.0	148.2	0.0	148.9	1.00
Jun	137.0	66.8	0.0	0.0	290.8	224.0	0.0	137.0	0.0	66.8	1.00
Jul	143.5	0.6	0.0	0.0	224.6	224.0	0.0	143.5	0.0	0.6	1.00
Ago	169.7	-53.7	-53.7	-53.6	176.3	176.3	-47.7	163.7	6.0	0.0	0.96
Set	172.8	-44.9	-98.6	-98.7	144.2	144.2	-32.1	160.0	12.8	0.0	0.93
Out	187.7	10.2	0.0	0.0	154.4	154.4	10.2	187.7	0.0	0.0	1.00
Nov	177.6	12.3	0.0	0.0	166.7	166.7	12.3	177.6	0.0	0.0	1.00
Dez	159.2	78.6	0.0	0.0	245.3	224.0	57.3	159.2	0.0	21.3	1.00
Média	154.1	86.0	-12.7	-12.7	290.4	-	-	152.5	1.6	87.6	-
Total/Ano	1848.6	1032.3	-152.3	-152.3	3484.7	-	-	1829.8	18.8	1051.1	-

FONTE: Embrapa Amazônia Ocidental (dados adaptados).

NOTA: Latitude = -3.14 °C; Altitude = 50 m; CAD(mm) = 224

APÊNDICE 20 - DADOS CLIMÁTICOS DO SÍTIO 5 - CALDEIRÃO -AM

APÊNDICE 20.1 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÁXIMA DO AR (°C) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1984 -1994.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1984				30.1	30.1	30.8	31.2	31.4	31.1	31.8	32.1	30.2	31.0
1985	29.9	30.3	30.3	31.7	29.1	29.9	29.8	31.4	31.1	32.1	30.6	30.4	30.5
1986	29.7	29.8	29.9	30.7	30.9	30.3	30	33.4	31.5	30.9	30.8	30.9	30.7
1987	29.5	30.1	30.2	30.5	31.4		33	32.5	33.2	33.5	32.4	31.2	31.6
1988	30.3	30.9	31.1	31.1	30.4	30.2	31.2	32.7	32.9	32.7	30.7	30.9	31.3
1989	30.6	28.6	30.6	29.9	29.8	30.6	30.2	32.8	33.1	32	32.6	31.5	31.0
1990	30.4	29.1	29.3	29.5	30.2	30.7	30.8	32.5	33	30.6	32.4	31.6	30.8
1991	30.7	31.0	31.0	30.8	30.6	30.8	30.5	29.9	30.5	30.2	31.8	31	30.7
1992	31.2	30.5	29.9	30.9	31.8	32	31	30.4	32.3	32	31.5	29.8	31.1
1993	30.1	29.7	29.7	30.0	30.6	30.9	30.6	31.3	32.5	31.7	30.8	30.9	30.7
1994	29.3	29.3	30.3	30.3	30.4	29.8	30.8	32.1	32.7	33	32.2	30.7	30.9
Normal 1983-1994	30.2	29.9	30.2	30.5	30.5	30.6	30.8	31.9	32.2	31.9	31.6	30.8	30.9

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.2 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (°C) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1984 -1994.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1984				21.6	23.3	22.7	21.7	21.5	20.6	20.5	20.2	20.0	21.3
1985	19.1	18.7	18.9	21.0	21.4	21.4	21.2	19.8	19.7	19.2	20.5	23.3	20.4
1986	23.4	22.8	23.0	22.5	22.4	22.0	23.4	23.0	23.1	22.8	23.2	22.9	22.9
1987	22.0	21.4	21.3	22.2	21.6		18.5	19.3	18.8	19.3	18.8	18.9	20.2
1988	18.1	18.6	22.9	22.9	23.4	22.8	22.1	22.8	23.1	22.7	22.1	22.7	22.0
1989	23.1	22.7	21.5	22.8	21.9	22.0	22.1	22.7	23.2	23.0	22.8	20.8	22.4
1990	21.4	21.6	22.6	22.1	22.5	22.1	21.9	22.5	22.3	24.0	20.4	21.2	22.1
1991	22.5	21.1	20.9	22.2	22.6	22.0	20.1				21.1	22.1	21.6
1992	23.9	23.5	23.4	23.9	23.8	22.6	22.4	22.3	23.1	23.3	23.4	23.1	23.2
1993	22.9	23.0	23.0	23.3	23.7	23.5	22.9	22.6	23.2	23.1	23.2	23.5	23.2
1994	23.1	23.2	23.3	23.2	23.4	23.0	22.6	23.1	23.4	23.3	23.6	23.7	23.2
Normal 1983-1994	22.0	21.7	22.1	22.5	22.7	22.4	21.7	22.0	22.1	22.1	21.8	22.0	22.1

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.3 - MÉDIAS MENSIS DE TEMPERATURA MÉDIA DO AR (° C) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1984 -1994

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1984				25.2	26.0	26.2	25.9	26.1	25.5		26.5	25.3	25.9
1985	25.1	24.9	25.1	26.2	25.5	25.0	25.3	25.4	25.6		25.6	25.8	25.7
1986	25.7	25.5	25.6	25.9	26.3	25.7	25.8	27.4	26.4		26.3	26.4	26.4
1987	25.4	25.6	25.8	26.1	26.6		26.5	26.0	26.9		26.3	26.0	26.2
1988	25.6	25.4	26.4	26.2	26.3	25.8	26.1	26.9	27.3		26.1	26.7	26.4
1989	26.8	25.4	25.8	26.0	25.5	25.8	25.4	27.0	26.9		27.2	26.2	26.7
1990	25.8	25.4	26.1	25.6	26.0	26.4	25.2	26.8	27.1		26.2	26.9	26.6
1991	26.7	26.2	26.0	27.9	27.6	26.9	26.2	27.3	27.0		27.1	26.6	26.9
1992	26.7	26.3	25.9	26.5	27.1	26.9	25.9	25.5	26.9		26.5	25.5	26.0
1993	25.5	25.5	25.4	25.8	26.5	26.6	26.0	26.1	26.9		26.0	26.2	26.1
1994	25.3	25.3	25.8	25.9	26.1	25.6	26.0	26.7	27.0		26.9	26.4	26.7
Normal 1983-1994	25.9	25.6	25.8	26.1	26.3	26.1	25.8	26.5	26.7		26.4	26.2	26.3

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.4 - MÉDIAS MENSIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1984 -1994

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1984				84.0	85.0	81.0	84.0	80.0	84.0	85.0	83.0	84.0	83.3
1985	85.0	87.0	86.0	84.0	86.0	85.0	82.0	79.0	83.0	82.0	85.0	87.0	84.3
1986	86.0	87.0	87.0	90.0	85.0	85.0	87.0	77.0	84.0	88.0	84.0	85.0	85.4
1987	88.0	88.0	86.0	87.0	83.0		87.0	88.0	85.0	85.0	86.0	87.0	86.4
1988	85.0	87.0	86.0	93.0	88.0		87.0	85.0	86.0	88.0	91.0	93.0	88.1
1989	95.0	83.0	92.0	94.0	95.0	90.0	88.0	87.0	83.0	88.0	85.0	77.0	88.1
1990	88.0	94.0	90.0	93.0	87.0	92.0	90.0	81.0	86.0	88.0	87.0	87.0	88.6
1991	90.0	91.0	92.0	91.0	85.0	93.0	94.0		89.0	84.0	89.0		89.8
1992	87.0	88.0	90.0	89.0	86.0	87.0	86.0	86.0	82.0	84.0	88.0	90.0	86.9
1993	88.0	88.0	89.0	89.0	88.0	86.0	84.0	86.0	81.0	86.0	88.0	88.0	86.8
1994	89.0	90.0	88.0	88.0	87.0	87.0	82.0	83.0	84.0	82.0	85.0	88.0	86.1
Normal 1983-1994	88.1	88.3	88.6	89.3	86.8	87.3	86.5	83.2	84.3	85.5	86.5	86.6	86.7

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados)

APÊNDICE 20.5 - MÉDIAS MENSAIS DE EVAPORAÇÃO DO AR (mm) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1983 -1991.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1983	81.1	74.5	67.6	41.6	63.6	56.5	73.0	54.7	57.5	43.2	43.7	32.6	689.6
1984	43.7	35.9	58.3	43.5	54.3	68.2	69.9	86.9	64.3	69.2	84.8	46.2	725.2
1985	52.7	50.4	47.7	62.8	40.9	53.3	56.3	60.2	16.5	51.9	47.0	40.8	580.5
1986	24.3	36.0	46.0	44.7	28.3	34.4	37.3	81.5	42.9	30.7	17.9	43.2	467.2
1987	38.0	36.5	51.1	40.1	13.5	41.2	29.5	55.1	46.8	63.4	63.6	43.3	522.1
1988	19.5	23.3	46.6	34.1	34.1	39.8	47.8	83.4	81.1	67.1	39.4	40.5	556.7
1989	47.7	25.3	37.3	35.4	46.1	69.7	36.1	67.0	80.9	63.4	67.2	40.3	616.4
1990	34.1	28.6	35.2	49.6	60.6	66.7	67.1	79.3	83.3	84.4	66.4	60.7	716.0
1991	77.9	58.3	54.9	69.2	59.5	56.7	58.3	76.1	85.5	95.5	80.3	30.0	802.2
Normal 1983-1991	46.6	41.0	49.4	46.8	44.5	54.1	52.8	71.6	62.1	63.2	56.7	42.0	630.7

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.6 - MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1983 -1994.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1983	68.5	58.0	231.0	188.5	179.0	70.4	49.0	79.7	139.2	127.8	61.9	327.4	1580.4
1984	212.9	278.0	203.6	333.9	178.8	91.2	61.0	50.4	144.6	140.2	77.0	228.7	2000.3
1985	257.8	323.0	317.8	116.6	301.4	110.4	133.0	154.1	16.0	111.7	252.2	337.2	2431.2
1986	307.2	283.8	459.4	230.6	125.0	90.6	168.6	6.6	113.0	319.1	136.4	242.4	2482.7
1987	218.9	239.6	444.0	268.9	108.0	43.6	13.1	133.2	85.7	68.6	116.4	235.7	1975.7
1988	467.6	366.0	187.6	194.5	115.1	179.2	29.0	16.1	67.2	218.4	175.0	380.1	2395.8
1989	159.5	358.5	376.2	299.7	315.7	232.6	186.9	97.0	189.3	380.1	449.8	395.5	3440.8
1990	476.4	394.6	386.1	420.9	637.6	174.9	91.7	103.5	93.8	249.5	269.0	400.0	3698.0
1991		459.2	580.9		198.5	100.4	250.5	47.2	103.4	183.8	45.4	122.1	2091.4
1992	171.0	438.5	519.7	401.0	140.7	56.8	67.5	203.5	68.5	85.0	71.5	276.5	2500.2
1993	322.0	478.0	286.0	248.5	289.5	140.5	79.0	58.0	128.0	168.0	206.5	287.5	2691.5
1994	484.5	257.0	187.0	254.0	177.0	87.5	48.5	75.0	89.5	129.5	329.0	268.5	2387.0
Normal													
Normal 1983-1994	286.0	327.9	348.3	268.8	230.5	114.8	98.2	85.4	103.2	181.8	182.5	291.8	2519.2

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.7 - MÉDIAS MENSIS DE INSOLAÇÃO (HORAS DECIMAIS) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1983 -1994.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1983	133.3	137.5	127.8	86.2	78.8	177.8	198.1	209.3		191.7	199.1	121.7	1661.3
1984	102.7	122.2	131.6	183.4	151.0	162.7	198.0	192.7	190.2	141.8	138.9	91.3	1806.5
1985	110.9	126.3	140.8	169.5	191.6	88.0	147.3	283.3		181.0	141.1	164.4	1744.2
1986	98.1	110.1	134.7	119.7	127.7	171.8	265.5	233.1	166.8	146.0	128.6	54.1	1756.2
1987	155.0	76.5	130.9	131.9	139.5	144.9	188.1	221.7	104.6	197.3	129.3	93.4	1713.1
1988	124.9	83.2	97.1	109.4	124.3	165.5	166.9	258.4	204.0	175.7	161.4	94.9	1765.7
1989	109.1	134.5	95.9	97.5	149.3	191.3	188.7	230.1	209.4	238.0	165.1	146.9	1955.8
1990	89.5	113.6	86.4	123.3	131.8	153.2	223.4	185.3	142.1	232.4	228.4	140.8	1850.2
1991	151.6	127.2	138.9	128.1	257.3	264.4	236.0	178.2	131.7	192.3	155.1	42.4	2003.2
1992	112.7	85.1	132.4	134.1	188.0	164.5	218.7	250.3	227.7	194.8	147.5	145.3	2001.1
1993			114.2	135.4	179.4	184.7	237.3	241.2	206.0	228.9	171.8	183.1	1882.0
1994										194.2			
Normal 1983-1994	118.8	111.6	121.0	129.0	156.2	169.9	206.2	225.8	177.7	192.7	160.6	116.2	1885.6

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.8 - MÉDIAS MENSIS DE VELOCIDADE DO VENTO (m/s) NO SÍTIO CALDEIRÃO, AM, NO PERÍODO DE 1986 -1994.

Ano\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1986			0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9
1987	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
1988	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8
1989	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	0.7	0.8	0.8
1990	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8
1991	0.8	1.0	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8
1992	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8
1993	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7
1994	0.5		0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6
Normal 1986-1994	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8

FONTE: Embrapa-Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 20.9 - BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO SÍTIO 5 (CALDEIRÃO-AM),
PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE NO PERÍODO DE 1984 A 1994.

Tempo (meses)	Eto (mm)	P-Eto (mm)	NEG- AC1 (mm)	NEG- AC (mm)	ARM1 (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponib. Hídrica
Jan	128.5	157.5	0.0	0.0	505.5	348.0	0.0	128.5	0.0	157.5	1.00
Fev	110.6	217.3	0.0	0.0	565.3	348.0	0.0	110.6	0.0	217.3	1.00
Mar	125.7	222.6	0.0	0.0	570.6	348.0	0.0	125.7	0.0	222.6	1.00
Abr	126.0	142.8	0.0	0.0	490.8	348.0	0.0	126.0	0.0	142.8	1.00
Mai	133.0	97.5	0.0	0.0	445.5	348.0	0.0	133.0	0.0	97.5	1.00
Jun	124.6	-9.8	-9.8	-9.8	338.3	338.3	-9.7	124.5	0.1	0.0	1.00
Jul	123.9	-25.8	-35.6	-35.6	314.2	314.2	-24.1	122.3	1.6	0.0	0.99
Ago	137.1	-51.7	-87.3	-87.3	270.8	270.8	-43.4	128.8	8.3	0.0	0.94
Set	137.3	-34.1	-121.4	-121.4	245.5	245.5	-25.3	128.5	8.8	0.0	0.94
Out	131.8	50.0	0.0	0.0	295.5	295.5	50.0	131.8	0.0	0.0	1.00
Nov	133.7	48.8	0.0	0.0	344.3	344.3	48.8	133.7	0.0	0.0	1.00
Dez	134.9	156.9	0.0	0.0	501.2	348.0	3.7	134.9	0.0	153.2	1.00
Média	128.9	81.0	-21.2	-21.2	407.3	-	-	127.4	1.6	82.6	-
Total/Ano	1547.1	1972.0	-254.1	-254.1	4887.5	-	-	1528.3	18.8	990.9	-

FONTE: Embrapa Amazônia Ocidental (dados adaptados).

APÊNDICE 21 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 1 -
OURO PRETO D'OESTE-RONDÔNIA

APÊNDICE 21 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 1 - OURO PRETO D'OESTE-RO

Profund (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	S	Al	m (%)	CECefet c.molc/dm3	BSeftiva %CECefetiva
		-----mg/dm ³ -----			-----c.mol _c /dm ³ -----						
0-20	6,2	4	80	14	3,60	1,33	5,20	0,004	0,08	5,20	99,92
20-40	6,0	2	56	9	2,77	1,03	3,98	0,003	0,08	3,99	99,92
40-80	6,0	2	46	6	1,34	0,14	1,62	0,002	0,12	1,63	99,87

Profund (cm)	N	C	M.O	Fe	Zn	Mn	Cu	AREIA (g/kg)		
	-----g/Kg-----			-----mg/dm ³ -----				GROSSA	FINA	TOTAL
0-20	1,21	9,39	16,13	204	3,06	179,36	0,95	327,35	206,84	534,18
20-40	0,78	15,37	26,44	154	1,79	98,75	0,99	298,82	190,02	488,84
40-80	0,47	9,19	15,81	77	0,64	35,31	0,60	295,82	173,42	469,24

Profund (cm)				Microp Porosid.		Macrop orosida		2 pF		Planta(Bal. Híd.)		Solo(Plantgro)	
	SILTE (g/kg)	ARGILA (g/kg)	Dens. Part. (g/cm ³)	Total (%)	de (%)	de (%)	de (%)	(%)	AWC(mm)	AWC(%)	AWC(mm)	AWC(%)	
0-20	184,32	281,50	2,74	45,27	30,63	14,64	29,90	136,87	9,12	228,12	9,12		
20-40	182,16	329,00	2,74	39,26	33,23	6,03	32,62	89,89	5,99	149,82	5,99		
40-80	92,27	438,50	2,74	49,60	35,35	14,25	33,50	117,76	7,85	196,27	7,85		

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 22 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 2 -
CONFIANÇA-RORAIMA

APÊNDICE 22- ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 2 - CONFIANÇA - RR

Profund (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	S	Al	m (%)	CECefet	BSeftiva
		-----mg/dm ³ -----			-----c.mol _c /dm ³ -----					c.molc/dm ³	%CECefetiva
0-20	4,5	3	28	5	0,37	0,16	0,62	0,86	57,83	1,48	42,17
20-40	4,5	1	24	5	0,12	0,05	0,25	0,82	76,39	1,07	23,61
40-80	4,7	1	16	3	0,07	0,04	0,16	0,58	78,02	0,75	21,98

Profund (cm)	N	C	M.O	Fe	Zn	Mn	Cu	AREIA (g/kg)		
	-----g/Kg-----			-----mg/dm ³ -----				GROSSA	FINA	TOTAL
0-20	0,84	11,91	20,49	313	0,43	0,32	0,93	228,25	419,29	647,54
20-40	0,35	5,94	10,22	305	6,93	0,42	2,01	249,31	336,06	585,37
40-80	0,31	4,44	7,63	102	1,02	0,17	0,84	261,43	276,25	537,68

Profund (cm)	SILTE		ARGILA (g/kg)	Dens. Part. (g/cm ³)	Microp Porosid. de			Macrop orosida de		2 pF (%)	Planta(Bal. Hid.)		Solo(Plantgro)	
	(g/kg)	(g/kg)			%	%	%	AWC(mm)	AWC(%)		AWC(mm)	AWC(%)		
0-20	136,96	215,50	2,53	40,06	35,09	4,96	22,33	139,74	9,32	232,89	9,32			
20-40	133,63	281,00	2,50	37,45	33,16	4,29	22,20	77,29	5,15	128,81	5,15			
40-80	163,82	298,50	2,73	40,77	30,04	10,73	24,25	31,34	2,09	52,24	2,09			

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 23 - ANÁLISES FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 3 - ÁGUA BOA-RR

APÊNDICE 23 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 3 - ÁGUA BOA-RR

Profund (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	S	Al	m (%)	CECefet c.molc/dm3	BSeftiva %CECefetiva
		-----mg/dm ³ -----			-----c.mol _c /dm ³ -----						
0-20	4,55	1	8	4	0,08	0,05	0,17	0,16	49,27	0,33	50,73
20-40	4,59	2	6	3	0,10	0,06	0,19	0,55	74,55	0,74	25,45
40-80	4,71	1	2	2	0,02	0,06	0,09	0,42	81,67	0,51	18,33

Profund (cm)	N	C	M.O	Fe	Zn	Mn	Cu	AREIA (g/kg)		
	-----g/Kg-----			-----mg/dm ³ -----				GROSSA	FINA	TOTAL
0-20	0,29	5,54	9,52	68	0,61	0,57	0,60	513,50	303,75	817,25
20-40	0,25	4,28	7,37	74	0,56	0,74	0,38	477,71	285,59	763,30
40-80	0,16	2,74	4,72	17	0,29	0,09	0,18	397,78	311,12	708,90

Profund (cm)	SILTE		ARGILA (g/kg)	Dens. Part. (g/cm ³)	Microp Porosid. Total		Macrop orosida de		2 pF (%)	Planta(Bal. Híd.)		Solo(Plantgro)	
	(g/kg)	(g/kg)			%	%	%	%		AWC(mm)	AWC(%)	AWC(mm)	AWC(%)
0-20	26,75	156,00	2,63	40,20	20,92	19,28	11,23	100,47	6,70	100,47	6,70		
20-40	87,70	149,00	2,66	32,97	23,61	9,36	14,77	26,75	1,78	26,75	1,78		
40-80	81,61	209,50	2,66	38,93	25,35	13,58	17,83	35,66	2,38	35,66	2,38		

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 24 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 4 - KM
30-AMAZONAS

APÊNDICE 24 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 4 - KM 30-AM

Profund (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	S	Al	m (%)	CECefet	BSeftiva
		-----mg/dm ³ -----			-----c.mol _c /dm ³ -----					c.molc/dm3	%CECefetiva
0-20	4,13	6	18	8	0,10	0,10	0,28	1,41	83,36	1,69	16,64
20-40	4,11	3	12	13	0,09	0,05	0,23	1,22	84,30	1,45	15,70
40-80	4,43	1	6	5	0,05	0,01	0,10	0,74	88,35	0,83	11,65

Profund (cm)	N	C	M.O	Fe	Zn	Mn	Cu	AREIA (g/kg)		
	-----g/Kg-----			-----mg/dm ³ -----				GROSSA	FINA	TOTAL
0-20	1,43	20,91	35,96	298	0,59	2,29	0,20	100,18	35,19	135,38
20-40	0,93	12,58	21,64	258	0,23	0,68	0,10	82,00	27,39	109,39
40-80	0,56	6,89	11,86	171	0,03	0,50	0,01	45,21	17,63	62,83

Profund (cm)	Microp			Macrop			2 pF (%)	Planta(Bal. Hid.)		Solo(Plantgro)	
	SILTE (g/kg)	ARGILA (g/kg)	Dens. Part. (g/cm ³)	Porosid. Total (%)	orosida (%)	orosida (%)		AWC(mm)	AWC(%)	AWC(mm)	AWC(%)
0-20	100,62	764,00	2,50	59,78	48,85	10,94	47,22	284,56	18,97	474,27	18,97
20-40	136,11	754,50	2,63	55,34	48,90	6,44	48,34	213,68	14,25	356,13	14,25
40-80	70,17	867,00	2,50	54,52	50,53	3,87	45,13	197,77	13,18	329,62	13,18

FONTE: Pesquisa de campo.

APÊNDICE 25 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DE SOLO DO SÍTIO 5 -
CALDEIRÃO-AMAZONAS

APÊNDICE 25 - ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO DO SÍTIO 5 - CALDEIRÃO-AM

Profund (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	S	Al	m (%)	CECefet c.molc/dm3	BSeftiva %CECefetiva
		-----mg/dm ³ -----			-----c.molc/dm ³ -----						
0-20	4,01	2	14	6	0,04	0,02	0,12	2,06	94,41	2,18	5,59
20-40	4,19	1	6	4	0,03	0,01	0,07	1,34	94,87	1,42	5,13
40-80	4,30	1	2	3	0,01	0,01	0,04	0,91	95,97	0,95	4,03

Profund (cm)	N	C	M.O	Fe	Zn	Mn	Cu	AREIA (g/kg)		
	-----g/Kg-----			-----mg/dm ³ -----				GROSSA	FINA	TOTAL
0-20	1,22	3,82	6,57	299	0,06	0,81	0,08	304,62	168,26	472,87
20-40	0,72	2,59	4,45	198	0,19	0,93	0,07	242,02	192,60	434,61
40-80	0,55	2,70	4,64	17	0,22	0,55	0,12	259,92	167,75	427,66

Profund (cm)	Microp			Macrop			2 pF (%)	Planta(Bal. Hid.)		Solo(Plantgro)	
	SILTE (g/kg)	ARGILA (g/kg)	Dens. Part. (g/cm3)	Porosid. Total %	orosida %	orosida %		AWC(mm)	AWC(%)	AWC(mm)	AWC(%)
0-20	115,13	412,00	2,60	40,79	39,48	1,31	37,85	483,44	32,23	805,73	32,23
20-40	84,89	480,50	2,63	43,66	39,24	4,42	37,99	337,75	22,52	562,92	22,52
40-80	100,34	472,00	2,70	45,23	38,90	6,32	37,92	287,23	19,15	478,71	19,15

FONTE: Pesquisa de campo.