

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS**

**VARIABILIDADE E TENDÊNCIA CLIMÁTICA E A
PRODUTIVIDADE DA SOJA NO ESTADO DE SÃO PAULO**

ADRIANA ROSA BIERAS

Orientadora: Profa. Dra. MARIA JURACI ZANI dos SANTOS

**Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia – Área de Concentração em
Organização do Espaço, para a obtenção
do título de Doutor em Geografia**

Rio Claro

2006

551.6 Bieras, Adriana Rosa
B588v Variabilidade e tendência climática e a produtividade da
soja no Estado de São Paulo / Adriana Rosa Bieras. – Rio
Claro : [s.n.], 2006
222 f. : il., tabs., gráfs.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Maria Juraci Zani dos Santos

1. Climatologia. 2. Climatologia agrícola. 3.
Bioclimatologia. 4. Mudanças climáticas. I. Título.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Juraci Zani dos Santos

Prof. Dr. Emerson Galvani

Prof. Dr. José Bueno Conti

Profa. Dra. Luci Hidalgo Nunes

Prof. Dr. Helmut Troppmair

Adriana Rosa Bieras
(aluna)

Rio Claro, 09 de novembro de 2006

Resultado: _____

Ao Fabio e a meus pais

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Juraci Zani dos Santos, pela orientação competente e sempre presente e, acima de tudo, pela amizade à mim dedicada durante todos esses anos de convivência;

Ao CNPq, pela concessão da Bolsa de Estudos, fundamental para a realização deste trabalho;

À todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP/Rio Claro;

Ao Instituto de Economia Agrícola, na pessoa da Pesquisadora Denise Viane Caser, pela concessão dos dados referentes à produtividade da soja nas Regionais estudadas;

Ao Instituto Agrônomo de Campinas, pela concessão dos dados climáticos referentes ao município de Assis (SP);

À Estação de Citricultura de Bebedouro, pelo fornecimento dos dados climáticos do município e Bebedouro (SP);

Ao geógrafo Rogério Dell'Antonio, pelo auxílio na confecção dos cartogramas de espacialização da cultura da soja;

Ao desenhista Gilberto D. Henrique, pelo auxílio na confecção final das figuras;

Aos amigos Diego Corrêa Maia, Zilda de Fátima Mariano, Fabio E. Souza Mena e Andréia Medinilha Panher, pela amizade e constante incentivo durante o desenvolvimento desta tese.

RESUMO

Buscou-se estudar a variabilidade e a tendência das variáveis climáticas precipitação pluviométrica e temperatura, e sua relação com a produtividade da soja nas Regionais Agrícolas de Assis e Orlândia (SP), a fim de confirmar a hipótese de ser a precipitação pluviométrica o principal fator determinante da variação interanual do rendimento da cultura, em tais regiões. Para tanto, foram utilizadas médias mensais dos parâmetros climáticos considerados e dados anuais de produtividade agrícola. Na análise da variabilidade climática foram aplicados os cálculos da média, desvio padrão e coeficiente de variação; e para a tendência aplicou-se os cálculos da média móvel (n=5) e da regressão linear baseada no método dos mínimos quadrados. A contabilização da água do solo foi feita através do programa “Balanço Hídrico” desenvolvido por Rolim et al (2002), baseado em Thornthwaite e Mather (1955). A correlação das variáveis climáticas com a produtividade agrícola foi realizada aplicando-se a metodologia da retirada da tendência tecnológica, utilizada por Carmona e Berlato (1999) e Mariano (2005). Desta forma, os resultados alcançados para as Regionais Agrícolas de Assis e Orlândia demonstraram que a disponibilidade de água do solo ao longo do ciclo da cultura e a quantidade de precipitação, explicaram os valores extremos ocorridos na produtividade da cultura em ambas as Regionais estudadas, confirmando a hipótese considerada.

Palavras – chave: clima, variabilidade, tendência, soja, produtividade

ABSTRACT

The objective of the research was to study the variability and tendency of the climatic variables rainfall and temperature, and their influence in the yield of soybean in Assis and Orlandia (SP) Agricultural Regional, confirming the hypothesis that the rainfall is the main factor that determines the annual variation of the cultivation yield, in such areas. In this way, were used monthly average of climatic variables and annual data of yield. In the analysis of climatic variability were used calculation of the average, gauge deviation and coefficient off variation; and to the tendency was used the calculation of the move average (n=5) and linear return based in the minimum square method. The characterization of the soil water was made through the program "Hidric Balance" made by Rolim et al (2002), based in Thornthwaite and Mather (1955). The relation of the climatic variables with the yield was made using the withdrawn of technological tendency method, used by Carmona and Berlato (1999) and Mariano (2005). Thus, the results showed that the available water in the soil along the course of the cultivation cycle and the quantity of rainfall, explained the extremes values in the yield of the cultivation in both Regional studied, confirming the analyzed hypothesis.

Key – words: climate, variability, tendency, soybean, yield

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
1.1 – Mudanças Climáticas	7
1.2 – Variabilidade e tendência climática no Estado de São Paulo	13
1.3 – Clima e produção agrícola	17
1.4 – Influência climática na produtividade da soja	26
Capítulo 2- METODOLOGIA	31
2.1 – Metodologia empregada na análise da evolução têmporo- -espacial da cultura da soja nas regiões de estudo	31
2.2 – Metodologia empregada na análise das condições climáticas das regiões em estudo	31
2.3 – Metodologia empregada na contabilização do balanço hídrico	34
2.4 – Metodologia empregada na análise da correlação entre clima e produtividade da soja nas regiões em estudo	35
Capítulo 3 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)	36
3.1 – Regional Agrícola de Assis (SP)	36
3.1.1 – Aspectos geológicos e geomorfológicos	36
3.1.2 – Aspectos pedológicos	37
3.1.3 – Aspectos climáticos	38
3.2 – Regional Agrícola de Orândia (SP)	40
3.2.1 – Aspectos geológicos e geomorfológicos	40
3.2.2 – Aspectos pedológicos	41
3.2.3 – Aspectos climáticos	42
Capítulo 4 – CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA SOJA NAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)	43
4.1 – Aspectos gerais da cultura da soja	43
4.2 – Evolução espaço-temporal da cultura da soja na Regional Agrícola de Assis (SP)	47
4.3 – Evolução espaço-temporal da cultura da soja na Regional Agrícola de Orândia (SP)	55
Capítulo 5 – ANÁLISE DAS CONDIÇÕES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS DOS MUNICÍPIOS DE ASSIS E BEBEDOURO (SP)	63
5.1 – Condições termo-pluviométricas do município de Assis (SP)	63
5.1.1 – Temperatura	63
5.1.2 – Precipitação pluviométrica	88
5.2 – Condições termo-pluviométricas do município de Bebedouro (SP)	112
5.2.1 – Temperatura	112
5.2.2 – Precipitação pluviométrica	136

Capítulo 6 – COMPORTAMENTO DA ÁGUA DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA NAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)	160
6.1 – Importância da água do solo para a produtividade da soja	160
6.2 – Análise dos balanços hídricos do município de Assis (SP) no período de 1976 a 2000	162
6.3 – Análise do modelo de correlação aplicado à produtividade da soja na Regional Agrícola de Assis (SP)	172
6.4 – Análise dos balanços hídricos do município de Bebedouro (SP) no período de 1989 a 2003	175
6.5 – Análise do modelo de correlação aplicado à produtividade da soja na Regional Agrícola de Orlandia (SP)	186
CONCLUSÕES	189
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	192

ÍNDICE DE QUADRO E TABELAS

Quadro 1 – Produtividade da soja no Brasil, por Região, nas safras de 1990/91 a 2004/05	46
Tabela 1 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura média anual e mensal, no município de Assis (SP), para os anos de 1976 a 2000	65
Tabela 2 – Indicação da tendência da temperatura e da precipitação pluviométrica, à nível mensal, no município de Assis (SP)	87
Tabela 3 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da precipitação pluviométrica anual e mensal, do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	88
Tabela 4 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura média anual e mensal, do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	112
Tabela 5 – Indicação da tendência da temperatura e da precipitação pluviométrica, à nível mensal, no município de Bebedouro (SP)	135
Tabela 6 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da precipitação pluviométrica anual e mensal, do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	136
Tabela 7 – Produtividade original e corrigida da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002	173
Tabela 8 – Produtividade original e corrigida da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlandia (SP), no período de 1983 a 2002	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das Regionais Agrícolas de Assis e Orlândia no Estado de São Paulo	6
Figura 2 – Localização dos municípios de Assis e Orlândia no esquema representativo das feições climáticas individualizadas no Estado de São Paulo, segundo Monteiro (1973)	39
Figura 3 – Ciclo fenológico da cultura da soja	44
Figura 4 – Área, produção e produtividade da cultura da soja no Brasil, no período de 1964 a 2004, segundo CONAB (2005)	44
Figura 5 – Comportamento anual da produção, área plantada e produtividade da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002	47
Figura 6 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no ano de 1983	49
Figura 7 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no ano de 1987	50
Figura 8 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no ano de 1992	51
Figura 9 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no ano de 1997	53
Figura 10 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no ano de 2002	54
Figura 11 – Comportamento anual da produção, área plantada e produtividade da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no período de 1983 a 2002	55
Figura 12 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no ano de 1983	57
Figura 13 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no ano de 1987	58
Figura 14 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no ano de 1992	59
Figura 15 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no ano de 1997	61
Figura 16 – Área cultivada, produção e produtividade da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no ano de 2002	62
Figura 17 – Temperatura média anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	64
Figura 18 – Temperatura média anual e média móvel do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	64
Figura 19 – Tendência da temperatura média anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	64
Figura 20 – Temperatura média mensal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	66
Figura 21 – Temperatura média do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	67

Figura 22 – Temperatura média e média móvel do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	67
Figura 23 – Tendência da temperatura média do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	67
Figura 24 – Temperatura média do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	68
Figura 25 – Temperatura média e média móvel do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	68
Figura 26 – Tendência da temperatura média do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	68
Figura 27 – Temperatura média do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	70
Figura 28 – Temperatura média e média móvel do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	70
Figura 29 – Tendência da temperatura média do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	70
Figura 30 – Temperatura média do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	71
Figura 31 – Temperatura média e média móvel do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	71
Figura 32 – Tendência da temperatura média do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	71
Figura 33 – Temperatura média do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	72
Figura 34 – Temperatura média e média móvel do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	72
Figura 35 – Tendência da temperatura média do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	72
Figura 36 – Temperatura média do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	73
Figura 37 – Temperatura média e média móvel do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	73
Figura 38 – Tendência da temperatura média do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	73
Figura 39 – Temperatura média do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	75
Figura 40 – Temperatura média e média móvel do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	75
Figura 41 – Tendência da temperatura média do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	75
Figura 42 – Temperatura média de mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	76
Figura 43 – Temperatura média e média móvel do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	76
Figura 44 – Tendência da temperatura média do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	76
Figura 45 – Temperatura média do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	77
Figura 46 – Temperatura média e média móvel do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	77

Figura 47 – Tendência da temperatura média do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	77
Figura 48 – Temperatura média do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	78
Figura 49 – Temperatura média e média móvel do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	78
Figura 50 – Tendência da temperatura média do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	78
Figura 51 – Temperatura média do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	80
Figura 52 – Temperatura média e média móvel do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	80
Figura 53 – Tendência da temperatura média do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	80
Figura 54 – Temperatura média do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	81
Figura 55 – Temperatura média e média móvel do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	81
Figura 56 – Tendência da temperatura média do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	81
Figura 57 – Temperatura média da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	82
Figura 58 – Temperatura média e média móvel da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	82
Figura 59 – Tendência da temperatura média da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	82
Figura 60 – Temperatura média do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	84
Figura 61 – Temperatura média e média móvel do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	84
Figura 62 – Tendência da temperatura média do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	84
Figura 63 – Temperatura média do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	85
Figura 64 – Temperatura média e média móvel do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	85
Figura 65 – Tendência da temperatura média do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	85
Figura 66 – Temperatura média do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	86
Figura 67 – Temperatura média e média móvel do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	86
Figura 68 – Tendência da temperatura média do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	86
Figura 69 – Precipitação pluviométrica anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	89
Figura 70 – Precipitação pluviométrica anual e média móvel, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	89
Figura 71 – Tendência da precipitação pluviométrica anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	89

Figura 72 – Precipitação pluviométrica média mensal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	90
Figura 73 – Precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	91
Figura 74 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	91
Figura 75 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	91
Figura 76 – Precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	93
Figura 77 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	93
Figura 78 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	93
Figura 79 – Precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	94
Figura 80 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	94
Figura 81 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	94
Figura 82 – Precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	95
Figura 83 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	95
Figura 84 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	95
Figura 85 – Precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	97
Figura 86 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	97
Figura 87 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	97
Figura 88 – Precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Assis (SP) no período de 1976 a 2003	98
Figura 89 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	98
Figura 90 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	98
Figura 91 – Precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Assis (SP), no período e 1976 a 2003	99
Figura 92 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	99
Figura 93 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	99
Figura 94 – Precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	101
Figura 95 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	101
Figura 96 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	101

Figura 97 – Precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	102
Figura 98 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	102
Figura 99 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	102
Figura 100 – Precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	103
Figura 101 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	103
Figura 102 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	103
Figura 103 – Precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	104
Figura 104 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	104
Figura 105 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	104
Figura 106 – Precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	106
Figura 107 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	106
Figura 108 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	106
Figura 109 – Precipitação pluviométrica da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	107
Figura 110 – Precipitação pluviométrica e média móvel da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	107
Figura 111 – Tendência da precipitação pluviométrica da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	107
Figura 112 – Precipitação pluviométrica do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	108
Figura 113 – Precipitação pluviométrica e média móvel do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	108
Figura 114 – Tendência da precipitação pluviométrica do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	108
Figura 115 – Precipitação pluviométrica do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	110
Figura 116 – Precipitação pluviométrica e média móvel do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	110
Figura 117 – Tendência da precipitação pluviométrica do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	110
Figura 118 – Precipitação pluviométrica do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	111
Figura 119 – Precipitação pluviométrica e média móvel do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	111
Figura 120 – Tendência da precipitação pluviométrica do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003	111
Figura 121 – Temperatura média anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	113

Figura 122 – Temperatura média anual e média móvel do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	113
Figura 123 – Tendência da temperatura média do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	113
Figura 124 – Temperatura média mensal do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	114
Figura 125 – Temperatura média do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	115
Figura 126 – Temperatura média e média móvel do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	115
Figura 127 – Tendência da temperatura média do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	115
Figura 128 – Temperatura média do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	117
Figura 129 – Temperatura média e média móvel do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	117
Figura 130 – Tendência da temperatura média do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	117
Figura 131 – Temperatura média do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	118
Figura 132 – Temperatura média e média móvel do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	118
Figura 133 – Tendência da temperatura média do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	118
Figura 134 – Temperatura média do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	119
Figura 135 – Temperatura média e média móvel do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	119
Figura 136 – Tendência da temperatura média do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	119
Figura 137 – Temperatura média do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	120
Figura 138 – Temperatura média e média móvel do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	120
Figura 139 – Tendência da temperatura média do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	120
Figura 140 – Temperatura média do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	122
Figura 141 – Temperatura média e média móvel do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	122
Figura 142 – Tendência da temperatura média do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	122
Figura 143 – Temperatura média do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	123
Figura 144 – Temperatura média e média móvel do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	123
Figura 145 – Tendência da temperatura média do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	123
Figura 146 – Temperatura média do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	124

Figura 147 – Temperatura média e média móvel o mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	124
Figura 148 – Tendência da temperatura média do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	124
Figura 149 – Temperatura média do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	125
Figura 150 – Temperatura média e média móvel do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	125
Figura 151 – Tendência da temperatura média do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	125
Figura 152 – Temperatura média do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	127
Figura 153 – Temperatura média e média móvel do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	127
Figura 154 – Tendência da temperatura média do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	127
Figura 155 – Temperatura média do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	128
Figura 156 – Temperatura média e média móvel do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	128
Figura 157 – Tendência da temperatura média do mês e novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	128
Figura 158 – Temperatura média do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	129
Figura 159 – Temperatura média e média móvel do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	129
Figura 160 – Tendência da temperatura média do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	129
Figura 161 – Temperatura média da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	130
Figura 162 – Temperatura média e média móvel da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	130
Figura 163 – Tendência da temperatura média da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	130
Figura 164 – Temperatura média do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	132
Figura 165 – Temperatura média e média móvel do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	132
Figura 166 – Tendência da temperatura média do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	132
Figura 167 – Temperatura média do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	133
Figura 168 – Temperatura média e média móvel do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	133
Figura 169 – Tendência da temperatura média do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	133
Figura 170 – Temperatura média do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	134
Figura 171 – Temperatura média e média móvel do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	134

Figura 172 – Tendência da temperatura média do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	134
Figura 173 – Precipitação pluviométrica anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	137
Figura 174 – Precipitação pluviométrica anual e média móvel, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	137
Figura 175 – Tendência da precipitação pluviométrica anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	137
Figura 176 – Precipitação pluviométrica mensal do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	138
Figura 177 – Precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	139
Figura 178 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	139
Figura 179 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	139
Figura 180 – Precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	141
Figura 181 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	141
Figura 182 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	141
Figura 183 – Precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	142
Figura 184 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	142
Figura 185 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	142
Figura 186 – Precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	143
Figura 187 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	143
Figura 188 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	143
Figura 189 – Precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	144
Figura 190 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	144
Figura 191 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	144
Figura 192 – Precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	146
Figura 193 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	146
Figura 194 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	146
Figura 195 – Precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	147
Figura 196 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	147

Figura 197 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	147
Figura 198 – Precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	148
Figura 199 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	148
Figura 200 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	148
Figura 201 – Precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	150
Figura 202 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	150
Figura 203 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	150
Figura 204 – Precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	151
Figura 205 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	151
Figura 206 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	151
Figura 207 – Precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	152
Figura 208 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	152
Figura 209 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	152
Figura 210 – Precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	153
Figura 211 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	153
Figura 212 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	153
Figura 213 – Precipitação pluviométrica da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	155
Figura 214 – Precipitação pluviométrica e média móvel da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	155
Figura 215 – Tendência da precipitação pluviométrica da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	155
Figura 216 – Precipitação pluviométrica do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	156
Figura 217 – Precipitação pluviométrica e média móvel do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	156
Figura 218 – Tendência da precipitação pluviométrica do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	156
Figura 219 – Precipitação pluviométrica do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	157
Figura 220 – Precipitação pluviométrica e média móvel do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	157
Figura 221 – Tendência da precipitação pluviométrica do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	157

Figura 222 – Precipitação pluviométrica do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	159
Figura 223 – Precipitação pluviométrica e média móvel do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	159
Figura 224 – Tendência da precipitação pluviométrica do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003	159
Figura 225 – Balanço hídrico normal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	163
Figura 226 – Extrato do balanço hídrico normal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	163
Figura 227 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) mensal da água no solo, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	164
Figura 228 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	164
Figura 229 – Excedente hídrico anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	166
Figura 230 – Excedente hídrico anual e média móvel, no município de Assis (SP) no período de 1976 a 2000	166
Figura 231 – Tendência do excedente hídrico anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	166
Figura 232 – Deficiência hídrica anual no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	167
Figura 233 – Deficiência hídrica anual e média móvel, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	167
Figura 234 – Tendência da deficiência hídrica anual no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	167
Figura 235 – Balanço hídrico seqüencial do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	168
Figura 236 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	169
Figura 237 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) calculados para balanço hídrico seqüencial, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	170
Figura 238 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica calculados para balanço hídrico seqüencial, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000	171
Figura 239 – Produtividade original da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002	174
Figura 240 – Produtividade corrigida da cultura da soja, na regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002	174
Figura 241 – Balanço hídrico normal do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	177
Figura 242 – Extrato do balanço hídrico normal, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	177
Figura 243 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) mensal da água no solo, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	178
Figura 244 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	178

Figura 245 – Excedente hídrico anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	179
Figura 246 – Excedente hídrico anual e média móvel, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	179
Figura 247 – Tendência do excedente hídrico anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	179
Figura 248 – Deficiência hídrica anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	181
Figura 249 – Deficiência hídrica anual e média móvel, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	181
Figura 250 – Tendência da deficiência hídrica anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	181
Figura 251 – Balanço hídrico seqüencial do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	182
Figura 252 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	183
Figura 253 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) calculados para balanço hídrico seqüencial, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003	184
Figura 254 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica calculados para balanço seqüencial, no município de Assis (SP), no período de 1989 a 2003	185
Figura 255 – Produtividade original da cultura da soja na Regional Agrícola de Orlandia (SP), no período de 1983 a 2002	187
Figura 256 – Produtividade corrigida da cultura da soja na Regional Agrícola de Orlandia (SP), no período de 1983 a 2002	187

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam hoje um tema de grande relevância em nível mundial, sendo alvo de preocupação e discussão tanto por parte do meio científico-acadêmico, quanto de organizações ambientais e da sociedade, em decorrência de todas as implicações de âmbito econômico, social e ambiental que elas desencadeiam.

O clima é considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta tanto nos processos de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade de modo geral, constituindo-se portanto, em um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1993).

Tal preocupação acerca das mudanças climáticas deve-se ao fato comprovado de que, desde meados do século passado, o clima do planeta vem apresentando uma maior e mais acentuada variação em seu comportamento desde o último episódio glacial, estando esta variação atrelada à crescente concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, colocando em discussão a participação do homem, através de suas atividades econômicas, como agente acelerador das mudanças climáticas de curto prazo.

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, Mitchel (1966) define mudanças climáticas como sendo todas as formas de inconstâncias climáticas, independentemente de sua natureza estatística ou causas físicas, compreendendo diversas categorias de inconstâncias cujas ocorrências se enquadram nas definições de tendência, descontinuidade, variação, flutuação, oscilação, vacilação, periodicidade e variabilidade climática, podendo ser analisada em diferentes escalas temporais - curto, médio e longo prazo, e espaciais - global, regional e local (CHRISTOFOLETTI, 1992).

A respeito dos mecanismos causadores de mudanças no clima, Conti (1993, 2000), Lombardo (1994) e Tavares (2001) salientam que os fatores responsáveis são, em sua maioria, os de ordem natural relacionados a parâmetros orbitais da Terra, a taxa de rotação, a intensidade de radiação solar e interação entre atmosfera-oceano, sendo que a importância e magnitude dessas causas variam com a escala de tempo, não podendo atribuir a um único fator a responsabilidade pela mudança, haja vista que os sistemas climáticos envolvem interações complexas entre atmosfera-criosfera-oceanos-superfície

terrestre, sendo difícil prever com exatidão tais causas. Porém, deve-se considerar também as causas de natureza antrópica, impulsionadas pela intensa transformação ambiental que a Terra vem sofrendo, sendo o efeito estufa e a destruição da camada de ozônio, os principais protagonistas vinculados às mudanças climáticas atuais.

Neste sentido, o último relatório publicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2001) afirma que existem novas e fortes evidências que a maior parte do aquecimento global observado nos últimos cinquenta anos é atribuída à atividade humana. Estudos publicados neste relatório registraram aumento de 0,6°C na temperatura da Terra durante o século XX, sendo a década de 1990 a mais quente desde meados do século XIX ; registrando também aumento gradativo na concentração de gases do efeito estufa na atmosfera (TAVARES, 2001).

Ainda sobre as causas desencadeadoras das mudanças climáticas, Santos (2000) argumenta que no estágio atual dos estudos, paira ainda uma dificuldade em separar as oscilações climáticas naturais das decorrentes de processos antropogênicos, havendo uma conscientização de que o homem não poderá deter a ocorrência das mudanças, mas sim atenuar as causas que lhes são conferidas como desencadeadoras no processo.

Não se pode deixar de considerar que as influências antrópicas podem estar acelerando as mudanças no clima provocadas por causas naturais. As adversidades climáticas representadas por episódios de secas, enchentes, furacões, entre outras, as quais trazem grandes transtornos para o homem, influenciando nas atividades econômicas e nas organizações espaciais, talvez representem a resposta do clima frente aos *in puts* recebidos pelas atividades humanas.

A década de 80, por exemplo, caracterizou-se por uma série de excepcionalidades climáticas que resultaram em profundos prejuízos para a agricultura e para sociedade de modo geral, inclusive com a perda de muitas vidas humanas. O fenômeno El Niño, observado como uma excepcionalidade climática de ordem natural, teve sua frequência intensificada a partir da década de 80 provocando, entre outras conseqüências, chuvas em excesso ocorridas no Equador e Peru, secas severas que atingiram a Austrália e Indonésia, chuvas e inundações no Sul e secas intensas no Nordeste do Brasil, aumento da intensidade de furacões ao longo do Pacífico Sul, maiores desvios climáticos entre os anos considerados excepcionais

Considerando a importância exercida pelo clima sobre a sociedade, tornam-se crescentes e imprescindíveis os estudos a respeito das mudanças climáticas e suas

implicações nas diversas atividades humanas. Atenção maior será dada às conseqüências das mudanças climáticas sobre a agricultura, por ser esta atividade econômica extremamente sensível e dependente das condições climáticas, e de grande importância para o suprimento de alimentos atual e futuro.

Dentro do contexto das mudanças climáticas, a variabilidade é definida como a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro, e a tendência como uma inconstância caracterizada por aumento ou diminuição, de forma suave, nos valores médios de um determinado período de registro. Segundo Christofolletti (1992), Santos (2000) entre outros, elas se enquadram na categoria de mudança climática de curto prazo, porém, servem de subsídios às de longo prazo. Seus estudos vem adquirindo cada vez mais importância pois tem sido manifestadas, por exemplo, por desastrosas secas e por valores meteorológicos extremos registrados em muitas partes do mundo, persistindo durante semanas, meses e até anos, trazendo sofrimento humano e influenciando negativamente as atividades econômicas.

Para a agricultura, como salienta Ayoade (1986), o clima é a variável mais importante, exercendo influência direta sobre todos os estágios da produção agrícola, desde a preparação da terra até a comercialização, e também sobre a incidência de pragas e doenças que atacam as lavouras. Além disso, durante todas as suas fases de crescimento e desenvolvimento as culturas estão sujeitas aos azares climáticos, representados pela seca, granizo, geada, ventos de alta velocidade, os quais são responsáveis, muitas vezes, pela perda total da produção agrícola.

Cada cultura possui uma exigência climática própria, ou seja, condições climáticas que favoreçam seu crescimento e desenvolvimento ideal, culminando com uma maior produtividade, sendo estas exigências específicas também para cada fase do seu ciclo fenológico. Assim, variações diárias, sazonais e anuais nos valores dos elementos climáticos são de grande importância na determinação da eficiência do crescimento, desenvolvimento e da produtividade, principalmente das culturas anuais. Um episódio de seca, ou geada, ou chuva excessiva durante determinada fase do ciclo de vida de uma planta compromete as fases posteriores, sendo responsável por oscilações nas safras agrícolas (MOTA,1986).

Considerando a estreita relação existente entre clima e agricultura, os estudos sobre variabilidade e tendência climática são de grande importância no sentido de verificar como as mudanças na dinâmica dos elementos do clima afetam e poderão afetar

a produção agrícola, servindo também como subsídio para o planejamento deste setor econômico.

Vários estudos abordando a relação do clima com a produção agrícola já foram realizados para diferentes culturas anuais e semi-perenes. Na literatura estrangeira entre os trabalhos mais recentes estão Rosenzweig e Hillel (1995), Kumar e Parikh (2001), Jones e Thornton (2003) entre outros. Como exemplo de trabalhos da literatura nacional podemos citar Villela (1973), Chen (1981), Tetila (1983), Brunini et al (1983), Wadsted (1983), Camargo (1984), Silva et al. (1987;1988), Santos (1992), Chaim (1995), Berlato e Fontana (1999), Maia (2003), Mariano (2005) entre outros, além de diversas publicações do Instituto de Economia Agrícola e da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, ressaltando a importância do comportamento das variáveis climáticas para a produção e planejamento agrícola.

Pretende-se nesta pesquisa focar a cultura da soja, por representar um dos principais produtos agrícolas que o Brasil exporta, apresentando a cada safra uma expansão em área plantada e no volume da produção. O Brasil representa hoje o segundo produtor mundial de grãos, ficando atrás apenas dos EUA e, dentro do grupo dos grãos, a soja se destaca ocupando aproximadamente 21,24 milhões de hectares, com produção de 61.408.900 toneladas na safra 2004/05, considerada como recorde (CONAB, 2005). Tal é a sua importância para a economia do país, que as pesquisas sobre melhoramento genético visando maior rendimento encontram-se bastante desenvolvidas, inclusive em relação às variedades transgênicas. Além disso, por se tratar de uma cultura anual, os efeitos das variáveis climáticas são mais evidenciadas sobre a produtividade agrícola, refletindo nas oscilações das safras.

Dentro do contexto nacional, o Estado de São Paulo figura como o sétimo maior produtor, com a safra de 2004/05 atingindo 2.085.200 toneladas, segundo a CONAB (2005). Apesar da produção de soja no espaço paulista não ser tão expressiva quanto a de outras culturas anuais e semi-perenes, como o milho e a cana-de-açúcar por exemplo, ela vem apresentando crescimento em relação às safras anteriores e à área cultivada, ganhando o espaço antes ocupado por outras culturas, principalmente em relação ao feijão e ao milho, ocupando hoje uma área plantada de aproximadamente 700.000 hectares.

De acordo com o Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo (1974), em sua maior parte o espaço paulista apresenta-se favorável ao cultivo da soja, exceto nas

regiões localizados ao sul, nas áreas serranas e no litoral, por não registrarem deficiência hídrica suficiente para a cultura; contudo, o planalto paulista representa a região mais apta à esta cultura, tanto climática quanto edaficamente, assim como do ponto de vista fitossanitário (SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974).

Segundo o Instituto de Economia Agrícola (2003), as principais regiões produtoras de soja do Estado são as Regionais Agrícolas de **Assis**, localizada no oeste paulista, com produção de 433.806 toneladas (safra 2002/03), e de **Orlândia**, localizada no nordeste do Estado (**Figura 1**), com produção de 337.185 toneladas (safra 2002/03); ambas sendo responsáveis por 49% do total da safra estadual do ano agrícola de 2002/03.

Desta forma, objetiva-se nesta pesquisa estudar a variabilidade e a tendência dos elementos climáticos precipitação pluviométrica e temperatura, com ênfase na precipitação pluviométrica, e sua influência na produtividade da soja nas principais regiões produtoras do Estado de São Paulo, considerando o período de 1983 a 2002, a fim de verificar a correlação entre o comportamento dessas variáveis e a produtividade da cultura, buscando confirmar a hipótese de que a variabilidade interanual da precipitação pluviométrica é o principal fator que condiciona a variabilidade da produtividade da cultura em ambas as regiões de estudo. Para tanto pretende-se:

- verificar a evolução espaço - temporal da cultura da soja em tais localidades;
- analisar as variáveis climáticas precipitação e temperatura, em termos de sua variabilidade e tendência ;
- analisar a disponibilidade hídrica das regiões em estudo, através da contabilização do balanço hídrico, relacionando-o com as fases fenológicas da cultura da soja;
- aplicar modelo de correlação baseado nas variáveis termo-pluviométricas.

Pretende-se enfatizar a variabilidade e a tendência da precipitação, por ser esta variável climática a principal condicionante da produtividade agrícola em regiões tropicais, conforme salienta Schroeder (1956), Brunini (1983), Ayoade (1986), Santos (1996), sendo também a que vem sofrendo maior variabilidade em termos temporais e espaciais, de acordo com estudos de Monteiro (1973), Sant'Anna Neto (1995), Santos (1996), Roncato (2002), Galina (2002), Mariano (2005) entre outros.

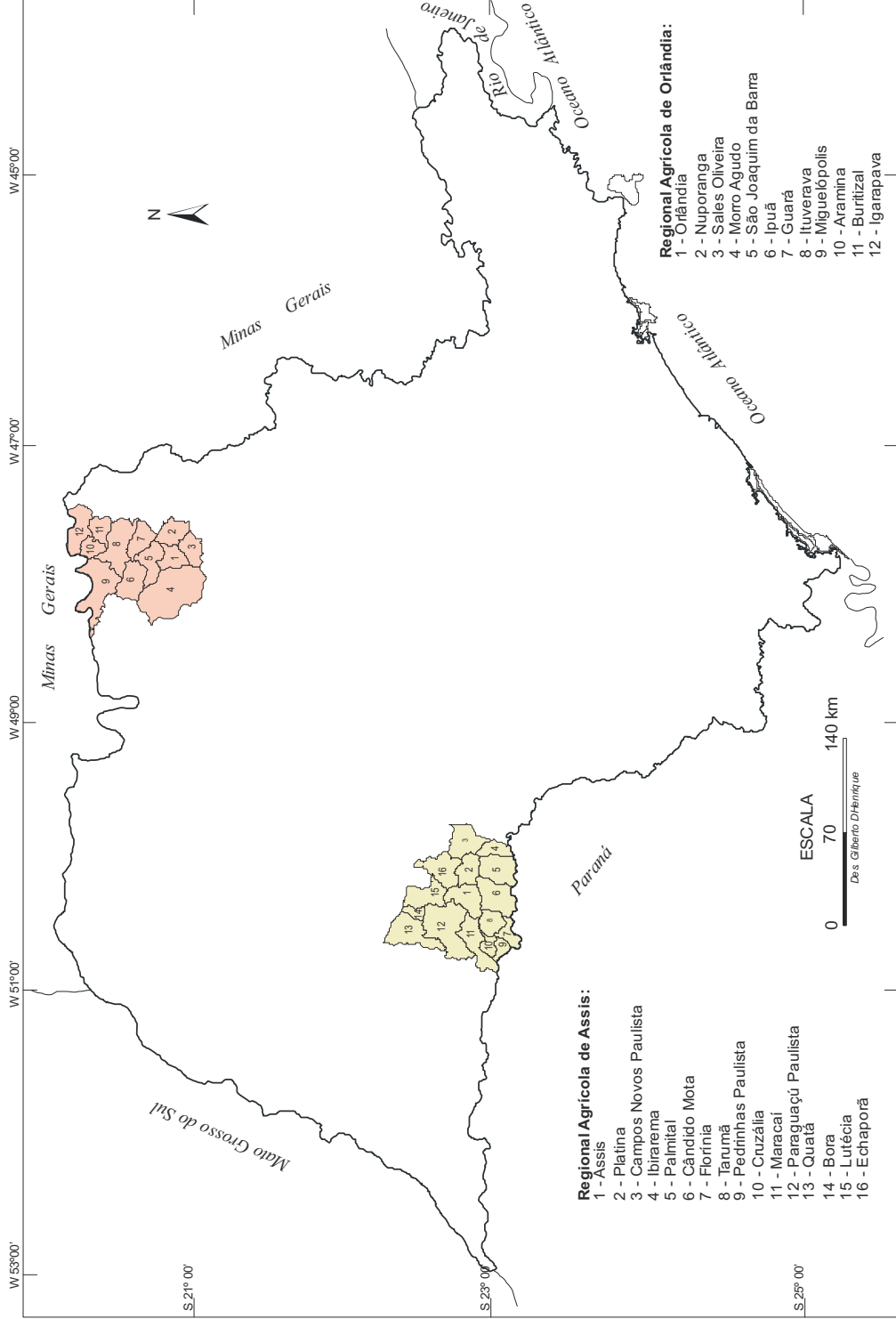


Figura 1 – Localização das Regionais Agrícolas de Assis e Orlândia no Estado de São Paulo

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fim de sistematizar as informações, formando um embasamento teórico que atenda aos objetivos da pesquisa, na revisão bibliográfica foram consideradas quatro temáticas: mudanças climáticas; variabilidade e tendência climática no Estado de São Paulo; clima e produção agrícola; influência climática na produção da soja.

1.1 – Mudanças climáticas

Fazendo uma revisão das publicações científicas a respeito de mudança climática atual, observa-se que a partir da década de 80 houve crescimento no número de trabalhos, tanto nacionais quanto estrangeiros, abordando esta temática. Todas procurando conhecer e discutir as causas das mudanças climáticas e os impactos da ação antrópica sobre o clima e a biosfera, principalmente com relação ao aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, já mostrando evidências de aumento da temperatura média global durante o século XX e esboçando projeções para este século. Neste sentido estão os trabalhos de : Lamb (1982) "*Climate History and the Modern World*" ; Rampino et al (1987) "*Climate: History, Periodicity and Predictability*" ; Gregory (1988) "*Recent Climatic Change*" ; Lamb (1988) "*Weather, Climate and Human Affairs*"; Houghton e Woodwell (1989) "*Cambio Climático Global*"; entre outros.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (1990) comprova o aumento da temperatura média global em torno de 0,3° a 0,6°C ao longo do século XX, evidência inequívoca da atuação antrópica, através da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Segundo o relatório, o dióxido de carbono contribuiu com 55% para o incremento do efeito estufa durante a década de 80, os CFCs com 24%, o metano teve participação de 15% e o óxido de nitrogênio 6% (TAVARES,2001:22).

No artigo *“Implicações geográficas relacionadas com as mudanças climáticas globais”*, Christofolletti (1993) nos mostra a necessidade de entendermos as mudanças climáticas globais e suas implicações dentro da abordagem sistêmica, ressaltando a interação existente entre os elementos do meio físico e os sócio-econômicos. Nesta perspectiva, o autor aborda a conceituação e características das mudanças climáticas, assim como suas implicações nas organizações espaciais, mormente nos geossistemas e sistemas sócio-econômicos.

Em *“Considerações sobre mudanças climáticas globais e regionais”* Conti (1993 e 2000) tece comentários a respeito dos mecanismos causadores de mudanças no clima. Salienta que as causas naturais, representadas por alterações na frequência de fluxos atmosféricos, nos ciclos da atividade solar, na taxa de rotação da Terra, e a interação entre atmosfera-oceano, tem sido pesquisadas ao longo de vários anos visando compreender as flutuações climáticas; porém deve-se considerar que sua magnitude varia ao longo do tempo, não podendo atribuir a mudança a um único fator, pois o sistema climático envolve interações complexas entre atmosfera, criosfera, superfície terrestre e oceano. Além das causas naturais deve-se considerar a questão da intensa transformação ambiental que a Terra vem sofrendo, caracterizada principalmente pelo efeito estufa.

O papel da influência do homem nas mudanças climáticas recentes também é a preocupação de Lombardo (1994) no artigo *“Mudanças climáticas recentes e ação antrópica”*. Nele a autora aponta as causas naturais das mudanças no clima e analisa o papel do homem como acelerador das mudanças naturais recentes, através da questão do efeito estufa e desmatamento. Apresenta também um panorama das discussões da ONU e as tendências futuras sobre este assunto, mostrando que esta temática deve ser discutida no contexto sócio-econômico tanto de países desenvolvidos quanto naqueles em vias de desenvolvimento.

O livro *“Variabilidade e Mudanças Climáticas: Implicações ambientais sócio-econômicas”*, organizado por Sant’anna Neto e Zavatini (2000), traz a contribuição de pesquisadores das áreas da geografia, geologia, meteorologia e agronomia a respeito de mudança climática e suas implicações. Neste sentido, a primeira parte do livro traz um panorama sobre as mudanças paleoclimáticas com ênfase no período quaternário, e também o papel das mudanças climáticas e o planejamento agrícola. A segunda parte enfoca a questão da variabilidade climática, discutindo a importância dos modelos de

simulação para sua previsão, e a implicação desta inconstância frente aos processos erosivos e a incidência de doenças. O clima urbano é focado na terceira parte, trazendo estudos sobre clima de cidade de médio e pequeno porte e sobre ilhas de calor na cidade do Rio de Janeiro. Finalizando, a quarta parte do livro aborda a questão da teoria e métodos em climatologia geográfica.

O relatório do IPCC (2001) afirma existirem novas e fortes evidências que a maior parte do aquecimento global observado nos últimos cinquenta anos é atribuída às atividades humanas. Estudos publicados no relatório registraram aumento de 0,6°C na temperatura do planeta durante o século XX, sendo a década de 1990 a mais quente desde meados do século XIX. Quanto aos gases de efeito estufa, os estudos apontaram um aumento gradativo em sua concentração na atmosfera em relação aos índices apresentados no relatório anterior, sendo que: o dióxido de carbono passou a contribuir com 60% no incremento do efeito estufa, os CFCs com 14%, o metano com 19,8% e os óxidos de nitrogênio com 6,2% (TAVARES, 2001:22).

Em "*Variabilidade e mudanças climáticas*", Tavares (2001) discute esses conceitos a partir da concepção geográfica de clima utilizando, para caracterização, dados meteorológicos de Piracicaba (SP), que foram analisados a partir de técnicas estatísticas e da análise rítmica. O estudo mostrou que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) desempenha importante papel na variabilidade do clima e que as alterações na atmosfera, ocorridas sobretudo a partir dos centros urbanos e industriais, estão agindo nas mudanças climáticas em andamento.

Partindo do ponto de vista da abordagem sistêmica, no capítulo "*Mudanças Climáticas*", Tavares (2003) analisa o papel do aumento da concentração de gases produtores de efeito estufa perante as mudanças climáticas em curso, apresentando as previsões sobre mudanças climáticas globais e suas conseqüências para os sistemas naturais e sócio-econômicos, ressaltando a vulnerabilidade destes frente às mudanças. Apresenta também um panorama da discussão internacional a cerca das ações preventivas sobre esta temática, principalmente a redução na taxa de emissão de gases na atmosfera, e a inserção do Brasil neste discurso através o Protocolo de Quioto. O autor conclui chamando a atenção para a rapidez com que vem ocorrendo a elevação da temperatura do planeta principalmente no final do século XX, indicando que o clima global vem passando por mudanças e que as tendências em curso deverão prosseguir ; sendo que as cidades constituem a principal origem de tais mudanças climáticas globais.

Diante da constatada influência da ação antrópica na aceleração de mudanças no clima global, a maior preocupação no momento, vislumbrada por estudos do IPCC e por pesquisadores de todo o mundo, consiste em conhecer as conseqüências e impactos dessas mudanças em escala global, regional e local, e promover a discussão a respeito da adaptação e mitigação da sociedade frente a estas. Os processos de mitigação estão relacionados à diminuição no grau de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, de modo a frear a taxa de aquecimento global. A adaptação às mudanças no clima está relacionada ao grau de vulnerabilidade social e ambiental frente à elas, consistindo na adoção de medidas envolvendo as esferas social, econômica, política e ambiental.

Baseando-se nas recomendações do IPCC e em programas adotados por alguns países à cerca das mudanças climáticas, Smithers e Smit (1997) no artigo *“Human adaptation to climatic variability and change”* buscaram sintetizar os conceitos de adaptação humana à variabilidade e mudança climática existentes na literatura, e desenvolveram um esquema para classificar e entender como, quando, porque e sob quais condições a adaptação ocorre nos sistemas social e econômico, de modo a nortear tomadas de decisão e planejamento frente à mudanças futuras e preparar a sociedade para elas. Assim, o esquema distingue os impactos provocados pelo clima sob os sistemas sociais e ambientais e as respostas destes aos impactos, a qual se dá através dos processos de mitigação e adaptação. Segundo os autores, a importância das mudanças climáticas para a sociedade e a necessidade de adaptação depende de três fatores: da magnitude das mudanças, do grau com que as atividades humanas serão perturbadas, e da disponibilidade e alcance das opções de respostas frente à elas, sendo que os países que sofrem com constantes variações climáticas extremas (secas, ciclones, entre outros) são os que precisam de uma adaptação mais urgente. Salientam também que a adaptação às mudanças no clima não ocorre de forma isolada, mas sim em meio a um conjunto de circunstâncias econômicas, sociais e institucionais, as quais estabelecem as interações entre homem e meio ambiente. Assim, a adaptação às condições climáticas é relevante tanto para a variabilidade vigente, representando um primeiro passo para o ajustamento às condições futuras, quanto para as mudanças de longo prazo, onde as estratégias de adaptação tem caráter preventivo e mitigador, sendo que através do conhecimento dos futuros impactos já se pode buscar mecanismos de adaptação.

No artigo *“Representing global climate change, adaptation and mitigation”*, Baker (2003) também apresenta um esquema de mudança climática e dos processos de

adaptação e mitigação e, utilizando da abordagem de “causa e efeito” proposta pelo IPCC (1990, 2001), sugere uma alternativa de representação baseada em “estoques e fluxos”, onde os sistemas climático, natural, sócio-econômico e as concentrações atmosféricas representam os estoques, e o efeito estufa, os impactos provocados por mudanças no clima e por fatores não climáticos, e os processos em questão representam os fluxos de um sistema interferindo em outro. O autor salienta que esta alternativa enriquece a representação desta temática, tornando mais claros os mecanismos de retroalimentação que nela atuam e promove uma maior distinção entre adaptação e mitigação.

Corfee-Morlot e Höhne (2003) no artigo “*Climate change: long-term targets and short-term commitments*” abordam a questão da mitigação de mudanças no clima, mostrando que as negociações internacionais visando o compromisso de mitigações futuras se dividem na tentativa de estabelecer metas de emissão antropogênica a longo prazo e o que pode ser feito a curto prazo, e que os indicadores físicos e sócio-econômicos dos impactos das mudanças climáticas podem ser usados para guiar o estabelecimento de tais metas.

Bessat (2003) no artigo “*A mudança climática entre ciência, desafios e decisões*”, salienta que o aquecimento global é uma realidade em nosso tempo, e que suas conseqüências já estão sendo sentidas pela sociedade, principalmente quanto a maior velocidade e freqüência de ocorrência de eventos meteorológicos extremos. Assim, faz-se urgente e necessário entender como a mudança no clima, advinda do aquecimento global, se refletirá em escala regional e local nos diferentes países, ou seja, quais as suas conseqüências, nessas escalas, para os diferentes ecossistemas e sistemas sócio-econômicos, de modo a prever seus impactos e buscar medidas de adaptação frente à eles.

No artigo “*Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático*”, Sant’anna Neto (2003) faz uma reflexão sobre os avanços e o destino da ciência contemporânea e o papel dos agentes sociais e econômicos nas transformações ambientais de curto e médio prazo e, dentro deste contexto, avalia os três conceitos fundamentais para a climatologia atual que são: mudança, variabilidade e ritmo climático.

Em “*Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global*”, Nunes (2003) salienta que o ponto central da discussão atual sobre mudança climática é a forma em que as atividades humanas tem modificado o equilíbrio planetário, incluindo alterações

nos processos e em suas velocidades. De maneira especial, o artigo traz exemplos de como as mudanças no uso da terra tem afetado os processos atmosféricos em diferentes escalas espaciais. Dessa forma, em escala global, os efeitos da ação humana são refletidos em alteração no balanço de radiação da Terra, provocando o chamado efeito estufa antropogênico. Em nível regional e sub-regional, alterações no clima ocorreriam a partir de mudanças nos controles atmosféricos que organizam essas escalas. Já em nível local, as maiores alterações na atmosfera são sentidas através de ilhas de calor. Devendo ressaltar, portanto, o caráter de dependência e de interação entre tais escalas.

No artigo “*Mudança global do clima: repercussões globais, regionais e locais*”, Paciornick (2003) aborda os últimos resultados apresentados pelo IPCC (2001) e pela Convenção da ONU sobre Mudanças do Clima, os quais registraram o aumento da temperatura média global em 0,6°C no decorrer do século XX e trazem projeções de crescimento desta durante o século vigente, assim como a probabilidade de aumento da frequência de eventos extremos ; apresenta também as ações institucionais já realizadas pelo Brasil em relação ao Protocolo de Quioto, as quais consistem principalmente no desenvolvimento de modelos regionais de prospecção para o acompanhamento das mudanças climáticas e de emissão de gases de efeito estufa, e no desenvolvimento de estudos sobre vulnerabilidade e adaptação aos impactos, e sobre mitigação de mudanças climáticas.

Veríssimo (2003) no artigo “*Algumas considerações sobre o aquecimento global e sua repercussões*” procura discutir a incerteza que ainda se tem, por parte da comunidade científica, sobre o grau de participação dos fatores relacionados às atividades humanas e de fatores naturais frente às alterações na temperatura global, e sobre as repercussões das alterações climáticas na superfície terrestre.

Diante dos trabalhos revisados até aqui, pode-se chegar às seguintes considerações com relação à mudança climática:

- ao longo da história, o clima sempre apresentou variabilidade, mas no último século a velocidade desta se acentuou ;
- apesar dos avanços nos estudos sobre mudanças climáticas atuais, ainda não se distingue com certeza suas causas naturais e a real significância da ação antrópica em sua aceleração;

- o aquecimento global é uma realidade, e suas conseqüências já começam a ser sentidas no nosso tempo, sabendo-se também que a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera vem aumentando gradativamente ;
- assim, é de fundamental importância o conhecimento da variabilidade e tendência dos elementos climáticos em escala regional e local, de modo à contribuir para a compreensão do fenômeno em escala global;
- neste sentido, torna-se imprescindível conhecer as implicações das mudanças climáticas, em todas as escalas espaciais de análise, de modo a prever seus impactos nos diferentes sistemas naturais e sócio-econômicos e buscar medidas de adaptação e mitigação frente à eles.

1.2 – Variabilidade e tendência climática no Estado de São Paulo.

Neste sub-item foram revisados trabalhos que enfocam a variabilidade e a tendência da temperatura e da precipitação pluviométrica em diferentes localidades do Estado de São Paulo, visando conhecer o comportamento temporal e espacial de tais variáveis.

No trabalho *“A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo”*, Setzer (1946) utiliza-se de dados pluviométricos de 110 estações meteorológicas e 136 postos pluviométricos localizados em todo o Estado, e mapeia a distribuição normal, sazonal, do mês mais seco e do mês mais chuvoso, demonstrando assim a variabilidade espacial da precipitação no Estado de São Paulo.

Tal variabilidade também foi evidenciada no trabalho de Schroeder (1956) *“Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo”*, onde a precipitação é focalizada visando o planejamento agrícola. O autor destaca que o espaço paulista representa uma categoria de análise interessante por apresentar valores pluviométricos diferentes entre áreas por vezes próximas, e também distribuição anual desigual, com áreas recebendo chuvas o ano todo e outras com estação seca pronunciada.

De grande importância para o desenvolvimento de trabalhos abordando a variabilidade e tendência climática estão os estudos pioneiros de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, onde desenvolve e aplica a metodologia do ritmo climático para caracterizar e entender a sucessão habitual dos tipos de tempo no Brasil. Em *“A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil”*, Monteiro (1969) estuda o ritmo de sucessão dos tipos de tempo no inverno regidos pelos mecanismos de perturbações frontais, e como as variações neste ritmo influenciam a pluviosidade.

Na obra *“Dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo”*, Monteiro (1973) analisa a dinâmica atmosférica produtora dos principais tipos de tempo que, sucedendo-se anualmente, produzem as chuvas no Estado de São Paulo, observando também a influência dos fatores geográficos sobre a dinâmica atmosférica e distribuição das chuvas, de onde desenvolve uma classificação climática para o Estado baseada na participação das massas de ar e nas feições geomorfológicas.

No trabalho *“Sucessão dos tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista”*, Tarifa (1973) realiza uma análise quantitativa da gênese da precipitação na região de Presidente Prudente (SP), considerando os fluxos polares e as chuvas de primavera-verão, de modo a estabelecer relação com o ano agrícola de 1968-69.

Em *“Variações do ritmo pluvial no oeste do Estado de São Paulo e norte do Paraná eixo Araçatuba – Presidente Prudente - Londrina”*, Zavattini (1983) analisa as causas das variações pluviométricas da área, relacionando-as com as principais correntes de circulação regional atuantes nesta região.

No trabalho *“Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na Bacia do Piracicaba (SP)”*, Christofolletti (1991) ao estudar a sazonalidade, analisa tanto a variabilidade quanto a tendência da precipitação anual e das estações seca e chuvosa considerando o período de 1953 a 1988, utilizando-se dos cálculos do desvio padrão e coeficiente de variação para variabilidade, e da regressão linear e cálculo dos mínimos quadrados para a tendência. Com relação à precipitação anual, os resultados mostraram baixa variabilidade e tendência de aumento, oscilando entre 8 a 27%. A estação chuvosa também apresentou baixa variabilidade e tendência de manutenção do seu comportamento. Já a estação seca foi a que registrou mudanças mais sensíveis, apresentando maior variabilidade e tendência de aumento da precipitação.

Em “*Um século de desmatamento: efeitos no regime térmico, pluvial e no balanço hídrico em Campinas (SP)*”, Sentelhas et al (1994) constatam que apesar da tendência de manutenção nos índices da precipitação, houve redução nos excedentes hídricos e conseqüente aumento nas deficiências, o que pode ser explicado pela tendência registrada de aumento nas temperaturas médias anuais da ordem de 2°C nos últimos 90 anos.

Sant’anna Neto (1995 e 2000) respectivamente em “*As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica*” e “*As chuvas no estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos*”, estuda a variabilidade e a tendência das chuvas no Estado de São Paulo no último século, onde constata a tendência de aumento da precipitação da ordem de 10%.

A mesma tendência também foi constatada por Santos (1996) no trabalho “*Mudanças climáticas no Estado de São Paulo*”, onde foram analisadas a variabilidade e tendência da precipitação para o período de 1941 a 1993, considerando as unidades climáticas propostas por Monteiro (1973), podendo ser registrada a ocorrência de uma mudança climática de curto prazo que se acentuou nos últimos 27 anos da série estudada.

No artigo “*A Climatologia como indicador ambiental em Sorocaba (SP)*”, considerando a série temporal de 1950 a 1991, Tavares e Tarifa (1997) constataram tendência de aumento das temperaturas mínimas na ordem de 1,6°C no total anual do período, e de diminuição de 13% na umidade relativa.

Galvani et al (1997) no trabalho “*Tendência mensal e anual das chuvas em Piracicaba – SP*”, utilizam de totais mensais e anuais da chuva a fim de verificar a tendência desta variável climática para o período de 1917 a 1994 e para os sub-períodos de 1917-30 / 1931-60 / 1961-94, através da aplicação de regressão linear simples. Quanto à precipitação anual, foi verificada tendência de aumento tanto para o período todo quanto para os sub-períodos. A análise da precipitação mensal também mostrou tendência de aumento para toda a série, exceto para os meses de janeiro e dezembro, que apresentaram tendência de diminuição.

Em “*Mudanças climáticas no Estado de São Paulo: comportamento dos parâmetros térmicos e hídricos nos municípios de Jaú e Ribeirão Preto (SP) no período*

de 1955 a 1997” Mendes (1999), utilizando-se das técnicas estatísticas da média-móvel, semi-média e reta de regressão linear, verifica a ocorrência de aumento na temperatura, na chuva e no excedente hídrico para o período em questão, assim como uma regularidade nas deficiências hídricas.

Utilizando-se das mesmas técnicas estatísticas e série temporal, Swart (1999) no trabalho *“Mudanças climáticas e planejamento regional em setores da Depressão Periférica e Planície Litorânea do Estado de São Paulo: comportamento dos parâmetros térmicos e hídricos no período de 1955 a 1997”*, verifica aumento na temperatura média, na precipitação pluviométrica e na deficiência hídrica, e redução nos excedentes hídricos, sendo estas tendências mais acentuadas na Depressão Periférica.

Na dissertação de mestrado intitulada *“Mudanças climáticas de curto prazo: tendência dos regimes térmicos e hídricos e do balanço hídrico nos municípios de Ribeirão Preto, Campinas e Presidente Prudente (SP) para o período de 1969-2001”*, Galina (2002) verifica os seguintes resultados: a) para Ribeirão Preto constatou-se tendência de aumento na temperatura média anual e na deficiência hídrica, e tendência de diminuição na precipitação e excedente hídrico ; b) para Campinas foi observado tendência de aumento em todas as variáveis analisadas ; c) em Presidente Prudente registrou-se tendência de aumento na temperatura, na precipitação e na deficiência hídrica, e de diminuição no excedente hídrico.

Em *“Variabilidade e tendência climática na região de Campinas (SP) e sua relação com o uso do solo”*, Roncato (2002) estuda o comportamento da temperatura, da precipitação pluviométrica e das variáveis derivadas do balanço hídrico na região e Campinas (SP), relacionando-o com a ocupação humana (agricultura, indústria e expansão urbana), no período de 1960 a 1999. Através da aplicação de técnicas estatísticas como a média-móvel e a reta de tendência, os resultados apontaram tendência de aumento das chuvas e sensível aumento da temperatura média anual, tanto para o período seco quanto para o chuvoso. Com relação às variáveis do balanço hídrico, verificou-se tendência de redução das deficiências hídricas, aumento dos excedentes e da evapotranspiração real. Diante dos resultados alcançados a autora chama a atenção para a importância do constante acompanhamento do comportamento das variáveis climáticas, visando a qualidade ambiental, o direcionamento das atividades humanas e a melhor interação entre homem / natureza, nesta região de intensa aglomeração urbana.

Desta forma, considerando os trabalhos revistos aqui, abrangendo diferentes regiões do Estado, pode-se constatar que a tendência global de aumento da temperatura anual também é verificada no espaço paulista; o mesmo acontecendo com relação à precipitação pluviométrica.

1.3 – Clima e produção agrícola

Uma das principais contribuições da Climatologia para os estudos agrícolas diz respeito ao fornecimento de subsídios para a previsão de safras e para o planejamento agrícola. Villela (1973) ressalta essa importância no artigo "*Variações climáticas anuais e produção agrícola*", mostrando, como exemplo também, a importância do uso de previsões agrometeorológicas para a ex - URSS, Grã-Bretanha e Nova Zelândia, e a necessidade destas para a agricultura brasileira.

Santos (1975), na Dissertação de Mestrado intitulada "*A importância da variação do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba (SP)*" estuda a influência da distribuição e da quantidade de chuva para a produção de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, no período de 1960-70. Foram selecionados os anos padrão e observadas a distribuição anual, mensal e diária das chuvas, e também analisadas as exigências climáticas e a água no solo na fase de crescimento da cultura, onde concluiu-se que o ano padrão seco (1963) pode ser considerado antiprodutivo, o ano padrão normal (1964) teve produtividade média e o ano padrão úmido (1965) foi considerado como ótimo para a produção da cana, mostrando que a disponibilidade hídrica na fase de crescimento dessa cultura é fundamental para a sua maior produtividade.

Ometto (1981) no livro "*Bioclimatologia Vegetal*", traz, primeiramente, toda uma explicação sobre a radiação solar, balanço de energia na atmosfera e fluxos de calor na superfície do solo os quais, segundo ele, são as bases para o entendimento e o estudo das relações entre o clima e as plantas cultivadas. Depois caracteriza todos os elementos do clima que influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas, mostrando, posteriormente, como utilizar os elementos meteorológicos a fim de estabelecer condições de maior produtividade agrícola e melhor rendimento zootécnico.

Em sua tese de doutorado, intitulada *"Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção da cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros do Estado de São Paulo"*, Santos (1981) identifica e avalia a influência dos fatores climáticos, edáficos e econômicos na produção da cana-de-açúcar, no período de 1959/60 à 1973/74, através do emprego do modelo econométrico de defasagens distribuídas. Da associação entre chuva e produtividade, foi verificada uma tendência de elevação desta última com o aumento da precipitação principalmente no período de crescimento, comprovando que o efeito positivo dos anos úmidos para a produtividade da cana é da ordem de 56%.

No artigo *"O clima e a economia: análise de algumas culturas no Estado de São Paulo"*, Wadsted (1983) mede o efeito das variáveis meteorológicas sobre o rendimento agrícola do milho, arroz e cana-de-açúcar no Estado de São Paulo para o período de 1948-67, sugerindo que os economistas dediquem mais atenção aos fatores climáticos na previsão de rendimentos, devido ao seu impacto sobre o volume de produção e preço.

O livro de Mota (1986) *"Meteorologia Agrícola"* é fundamental, pois tendo caráter teórico, traz em cada capítulo as definições e conceitos à respeito das relações entre os vários elementos do clima (radiação solar, temperatura do ar, precipitação, ventos e das adversidades climáticas) e as plantas cultivadas, mostrando como cada elemento atua sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas em todas as suas fases fenológicas.

Importante contribuição é dada por Ayoade (1986) no livro *"Introdução à Climatologia para os Trópicos"*, mais precisamente no capítulo 12, o qual trata especificamente da relação clima x agricultura, enfatizando a influência dos azares climáticos para as lavouras, os aspectos climáticos de pestes e doenças, o clima e a domesticação de animais e também a importância do clima para o planejamento e desenvolvimento agrícola.

Em *"Clima e produção agrícola"*, Prates et al. (1986) apresenta uma revisão teórica a respeito da relação entre os elementos do clima e a produção agrícola, abordando principalmente a maneira como a temperatura, a precipitação e a radiação solar influenciam o crescimento e a produtividade vegetal na região tropical.

Silva et al (1987c), no trabalho *"Efeitos das condições de tempo sobre a produtividade do milho no Estado de São Paulo"*, medem o efeito das condições de tempo sobre o rendimento desta cultura anual utilizando-se de regressão linear, onde correlacionam o rendimento da cultura com as deficiências hídricas mensais ao longo do

seu ciclo fenológico. Assim, os resultados mostraram grande sensibilidade da cultura às deficiências nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

A mesma metodologia foi aplicada por Silva et al (1987b) no trabalho "*Efeitos das condições de tempo sobre a produtividade do algodão em São Paulo*", onde as variáveis temperatura e deficiência hídrica apresentaram maior significância para o rendimento da cultura. Os resultados mostraram que, com relação à temperatura média mensal, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam maior importância para o rendimento da cultura ; quanto às deficiências hídricas, apresentam-se prejudiciais nos meses de novembro, janeiro, fevereiro e março, enquanto que em dezembro mostram-se favoráveis à cultura do algodão, considerando as condições médias do Estado de São Paulo.

No artigo "*Adversidades climáticas: estimativas das perdas de safras no Estado de São Paulo e respostas governamentais*", Vicente et al (1988) medem as perdas de safras devido às adversidades climáticas, no período de 1958-87, para as culturas do algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja no Estado de São Paulo. Os rendimentos de tais culturas, no período considerado, foram postulados como funções das deficiências hídricas, precipitações e temperaturas mensais, considerando também o fenômeno das geadas para o café, laranja e cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que a deficiência hídrica é a principal causadora de perdas no rendimento para a grande maioria das culturas, e que as necessidades hídricas das culturas e as adversidades climáticas estão aumentando ao longo do tempo.

Importante contribuição é dada por Parry (1990) na obra "*Climate change and world agriculture*", onde ele ressalta a questão da sensibilidade da agricultura ao clima e discute sobre os efeitos das mudanças climáticas no sistema agrícola (planta, solo, pragas e doenças, produção e uso da terra) e as implicações sobre o suprimento global de alimentos, apresentando também medidas de adaptação frente às mudanças.

Feio (1991) no livro "*Clima e Agricultura*" tem como objetivo mostrar as exigências climáticas das principais culturas produzidas no mundo. Assim, faz considerações primeiramente, a respeito da classificação climática mundial e da influência dos elementos do clima na fisiologia das plantas, classificando, posteriormente, as culturas de acordo com suas exigências climáticas.

Na tese de livre docência "*Variabilidade e tendência da chuva e sua relação com a produção agrícola na região de Ribeirão Preto (SP)*", Santos (1992) estuda o comportamento da variável climática precipitação, mostrando a influência desta para a

produção das principais culturas anuais e semi-perenes da região de Ribeirão Preto (cana-de-açúcar, milho, soja e arroz) para o período de 1974/75 à 1988/89. Através do calendário fenológico de cada cultura, procurou-se explicar a produção agrícola pelas variáveis deficiência hídrica, número de dias de chuva e área cultivada, além da deficiência de água no solo, usando de modelo de regressão linear. Os resultados mostraram significativa relação linear das variáveis consideradas e a produção para todas as culturas analisadas, mostrando também quais foram os anos mais influentes na produtividade de cada cultura. Pela análise de alguns períodos representativos das culturas, foi observada uma queda de produção, variando de 10 a 40%, considerando a variável deficiência hídrica, o que evidencia uma relação direta entre a água disponível no solo e os rendimentos das culturas anuais e semi-perenes, sendo esta relação mais significativa quanto mais secas forem as áreas agrícolas. Quanto ao comportamento da precipitação, os resultados mostraram uma variabilidade oscilando de 12 a 25%, decrescendo de norte para sul, com a tendência de aumento oscilando de 2 a 27%, dependendo do local.

No trabalho "*Tendência temporal do índice de seca para milho e soja no sul do Brasil*", Mota et al (1994) buscam verificar a tendência das secas ocorridas durante o ciclo produtivo (índice de seca) de tais culturas, o qual é altamente correlacionado com a sua produtividade. Para tanto foram utilizados dados meteorológicos diários do período de 1942-92 para determinadas localidades dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso, e calculados os respectivos balanços hídricos e os índices de seca, com os quais, através de regressão linear, obteve-se a reta de tendência. Os resultados mostraram que o índice de seca para as duas culturas apresentou uma tendência de diminuição da ordem de 0,2074/ano, sendo que, somente pela redução das secas, pode ser esperado um aumento de 40 kg/ha/ano no rendimento do milho e 80 kg/ha/ano no rendimento da soja, utilizando-se da atual tecnologia.

No trabalho "*Potencial effects of global climate change for brazilian agriculture and adaptive strategies for wheat, maize and soybean*" Siqueira et al (1994) utilizam de modelagem climática (CGMs) para indicar cenários climáticos futuros e, através de modelos de simulação de cultura, simulam o impacto do efeito estufa sobre a produção de trigo, milho e soja para treze localidades brasileiras, com base em dados climáticos diários referentes ao período de 1951 a 1980. Assim, todos os modelos climáticos utilizados projetaram aumento da temperatura, algumas mudanças no regime da

precipitação e menores efeitos na radiação solar. Em decorrência da elevação da temperatura foram projetados encurtamento no ciclo e na produção do milho e do trigo, sendo a soja menos afetada devido ao benefício da maior concentração de CO₂. Projetou-se também diminuição nas produções nacionais de trigo (1,2 milhões toneladas) e milho (3,5 milhões toneladas) e aumento de 2,8 milhões de toneladas na produção da soja. O trabalho apontou ainda as regiões nordeste e central do Brasil como as mais vulneráveis ao efeito estufa, sendo a primeira em relação à produção de milho e soja, e a segunda em relação à produção de trigo. Quanto às estratégias de adaptação, os autores salientam que o uso de novos cultivares e ajustamentos em práticas de manejo podem compensar os efeitos das modificações climáticas.

Em "*Potencial impacts of climate change on agriculture and food supply*" Rosenzweig e Hillel (1995) abordam primeiramente a questão das respostas biofísicas dos agroecossistemas frente à mudanças ambientais específicas decorrentes do aumento do efeito estufa global, tais como: aumento da temperatura, do nível do mar, maior frequência de eventos extremos, erosão de solo, implicações na disponibilidade hídrica e em pragas e doenças ; assim como algumas medidas de adaptação que podem ser tomadas para amenizar seus efeitos. Na seqüência são feitas considerações a respeito dos modelos de simulação climática global e regional e das possíveis conseqüências do aquecimento global sobre a agricultura sustentável e o suprimento de alimentos.

Chaim (1995) na dissertação de Mestrado "*Influência climática na produção de feijão (Phaseolus vulgaris L.) na região de Ribeirão Preto - SP*", estuda a influência da pluviosidade na produção do feijão para os cultivos de seca, de águas, irrigado e de inverno, aplicando modelo de previsão de safras baseado nas variáveis climatológicas do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), procurando explicar a produção agrícola através das variáveis deficiência e excesso hídrico, número de dias de chuva e área cultivada. Pelas análises consideradas concluiu-se que a produção e a produtividade do feijão estão relacionadas com as disponibilidades hídricas, sendo que o ciclo fenológico obedece ao regime pluviométrico da área estudada.

Mota (1997) no trabalho "*Influência do clima sobre o rendimento do trigo no Estado do Rio Grande do Sul*", correlaciona o rendimento médio do trigo neste Estado durante os anos de 1986 a 1995 com os elementos agroclimáticos : duração do período de molhamento de folhas a partir da umidade relativa média mensal (de junho à novembro); índice de dano por geada (de agosto à outubro); insolação total mensal (agosto à

novembro); precipitação total (julho à novembro) e número de dias de precipitação na maturação e na colheita (outubro e novembro). Para tanto, utiliza o cálculo da regressão linear múltipla, concluindo que a variação anual do rendimento do trigo no período estudado foi altamente correlacionada com a variação conjunta dos elementos climáticos considerados, e que os elementos com influência estatisticamente significativa em tal rendimento foram : a duração do período de molhamento de folhas em outubro; insolação total em setembro; índice de danos por geada em setembro e número de dias de chuva em novembro.

No trabalho *“El Niño-Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas ao manejo de culturas no sul do Brasil”*, Cunha (1999) chama a atenção para a influência direta dos eventos ENOS sobre a produção agrícola no sul do Brasil, tanto negativa quanto positivamente; e apresenta uma série de recomendações e orientações gerais para as culturas de inverno e de verão com base nos impactos conhecidos dos fenômenos El Niño / La Niña sobre a região sul. Finalizando, o autor salienta que os eventos ENOS não se repetem exatamente iguais, e que os impactos nas condições meteorológicas e, conseqüentemente, na agricultura vão depender da intensidade de tais fenômenos.

Em *“Mudanças climáticas e o planejamento agrícola”*, Santos (2000) salienta a importância do conhecimento sobre variabilidade e tendência climática, de modo a redirecionar o planejamento agrícola frente às novas condições do clima, a fim de diminuir perdas e alcançar uma maior produtividade.

No trabalho *“Indian agriculture and climate sensitivity”* Kumar e Parikh (2001) tem por objetivo principal estimar a relação entre rendimento líquido da produção agrícola da Índia e as variações climáticas, utilizando-se de modelo de simulação de cultura. O estudo busca entender também como os agricultores de diferentes localidades da Índia tem se adaptado às variações climáticas, e explora a questão da influência do comportamento climático interanual e preços agrícolas sobre a chamada “função resposta do clima”, a qual é usada para avaliar os possíveis impactos do cenário de mudança climática sobre a agricultura da Índia.

ZAMPIERI e VERDINELLI (2001) no trabalho *“Efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cultura do milho no Estado de Santa Catarina”*, correlacionam os dados médios de produtividade do milho no Estado de Santa Catarina para o período de 1970 a 1995 com os dados de precipitação média semestral (de

novembro à abril) do município de Chapecó (SC), responsável por 75% da produção do Estado, a fim de verificar os efeitos desses fenômenos sobre o rendimento da cultura. Concluiu-se que em anos de ocorrência do El Niño houve um aumento de 3,3% no rendimento do milho e em anos de La Niña um decréscimo de 4,3%, e que no município de Chapecó a ocorrência do El Niño aumentou os totais pluviométricos no semestre considerado em 9,7% e a La Niña provocou um decréscimo de 5,2% neste total.

Avaliar os impactos do fenômeno El Niño sobre o rendimento da cevada foi o objetivo de Cunha et al (2001) no trabalho "*El Niño-Oscilação Sul e seus impactos sobre a cultura da cevada no Brasil*", onde associaram os rendimentos da cultura com as duas épocas do ano em que a atuação do fenômeno é mais intensa: primavera e começo do verão (out / nov / dez) do ano inicial do evento, e fim do outono e começo do inverno (abr / mai / jun) no ano seguinte ao início do evento. Os resultados apontaram que nem sempre a influência do El Niño causou impactos negativos à cultura da cevada, sendo que este depende da intensidade do fenômeno e da anomalia causada no regime da chuva. Quanto aos episódios de La Niña, a maioria mostraram-se favoráveis ao rendimento da cultura.

Carmona e Berlato (2002) no trabalho "*El Niño e La Niña e o rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul*", avaliam os efeitos de tais eventos sobre o rendimento e sobre os elementos meteorológicos mais importantes para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, no período de 1994 a 2000, verificando que os eventos de El Niño foram desfavoráveis para a cultura em 53% dos anos, devido à menor disponibilidade de insolação que ele acarreta durante o período de desenvolvimento da cultura, enquanto que a La Niña apresentou-se favorável em 60% dos anos.

No estudo "*Caracterização e análise da produtividade do trigo relacionada a pluviosidade na bacia hidrográfica do rio Pirapó*", Borsato e Sant'anna Neto (2002) comparam a produtividade do trigo nas safras de 1995/96, 1996/97, 1997/98 e 1998/99 com os balanços hídricos e índices pluviométricos diários registrados durante as fases fenológicas da cultura, a fim de interpretar as variações na produtividade. Os resultados mostraram que as irregularidades na pluviosidade, caracterizadas pela ocorrência de déficits hídricos e também pela atuação do fenômeno El Niño, foram responsáveis pelas variações na produtividade do trigo naquela região do Estado do Paraná.

Em "*Avaliação dos efeitos dos eventos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cana-de-açúcar na região canavieira de Alagoas*", Chagas et al (2003) procuram

identificar a correlação existente os fenômenos e seus impactos na produtividade da cultura, a fim de propor práticas agrícolas baseadas em épocas de plantio de acordo com a distribuição da precipitação em cada fase do fenômeno. Durante a série temporal considerada (1983 a 2001), os resultados mostraram a existência de fraca correlação negativa entre precipitação por safra e produção da cana-de-açúcar. Considerando os eventos isoladamente, observou-se que os anos neutros foram favoráveis à produção da cultura, enquanto que os anos sob efeito de La Niña foram prejudiciais à produção, e nas safras onde ocorreram os eventos El Niño observou-se pouca influência do fenômeno, uma vez que o valor máximo e mínimo da produção ocorreram em tais anos.

No trabalho "*Impacto do El Niño e La Niña no rendimento do feijão safra no Estado do Rio Grande do Sul*", Baptista e Berlato (2003) concluem que os eventos La Niña ocorridos durante a série temporal considerada (1975 a 2001) apresentaram-se favoráveis ao rendimento do feijão safra, sendo os eventos de El Niño os que apresentaram os maiores riscos de quebra na safra, considerando-se assim, que a variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade da precipitação pluviométrica, é o fator de maior influência na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul.

Outro exemplo da influência dos fenômenos El Niño / La Niña sobre a produtividade agrícola pode ser observado pelo trabalho "*Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cultura do trigo no Estado do Paraná*", onde Guerra e Caramori (2003) identificam a influência do evento ENOS sobre a precipitação e seus impactos na produtividade do trigo no Estado do PR durante o período de 1974 a 1999, observando os anos em que o evento causou impactos positivos e negativos no rendimento da cultura. Os resultados mostraram que a variabilidade da precipitação causada pelo ENOS no período de cultivo do trigo não apresentou tendência marcante sobre seu rendimento, indicando que outros fatores podem ter influenciado tanto positiva quanto negativamente. Observou-se também maior variabilidade no rendimento na região norte do Estado, enquanto que na região sul há indícios de que em anos de La Niña as condições são mais favoráveis ao trigo, e que a ocorrência de baixas e altas produções em anos de El Niño / La Niña sugere que distribuição adequada da precipitação ao longo do período de cultivo é mais importante que o total da chuva, pois a qualidade dos grãos pode ser comprometida com falta ou excesso de chuva em períodos críticos.

Estudando a influência de tais fenômenos sobre a qualidade e rendimento da uva cv. Cabernet Franc durante os anos de 1961 a 2000, Mandelli et al (2003) no trabalho “*El Niño / La Niña no rendimento e qualidade da uva no Rio Grande do Sul*” constatam que os anos neutros foram os mais favoráveis à qualidade da cultura, enquanto que os anos com eventos El Niño foram menos favoráveis que os anos sob a ação da La Niña, considerando o ciclo vegetativo ou somente o sub-período de maturação.

No estudo “*The potencial impacts of climate change on maize production in África and Latin América in 2055*”, Jones e Thornton (2003) utilizam do modelo de circulação global (GCM) para projetar o cenário climático de 2055 e, a partir das características climáticas estimadas, aplicam modelo de simulação de cultura (Ceres-Maize, Ritchie et al,1998) para conhecer a influência das possíveis mudanças sobre a produção do milho em tais regiões do globo. Assim, a simulação das condições climáticas para 2055 apontou aumento na temperatura e na precipitação dessas regiões e, considerando o total da produção em ambos os continentes, os resultados mostraram um decréscimo de 10% na produção da cultura, o que equivale a uma redução de 11,6 milhões de toneladas/ano, cerca de U\$ 2 bilhões / ano.

Na dissertação de mestrado intitulada “*Variabilidade climática e a produtividade do milho em espaços paulistas*” Maia (2003) analisa a variabilidade e a tendência da precipitação pluviométrica nas regionais agrícolas de Pindamonhangaba e Votuporanga (SP) no período de 1974 a 2001, a fim de verificar sua influência na produtividade do milho safra das águas. Assim, com relação à variabilidade da chuva, os resultados mostraram que a regional agrícola de Pindamonhangaba apresentou maior variabilidade que a de Votuporanga; quanto à tendência, esta foi de aumento na regional de Votuporanga e de decréscimo em Pindamonhangaba. O comportamento da produtividade ao longo da cultura ao longo do período considerado mostrou obter maior relação com a variação da área de plantio e com as práticas agrícolas implementadas, porém, os anos que apresentaram redução na produtividade coincidiram com os anos onde foram registradas deficiência hídrica ao longo das fases fenológicas da cultura.

Com base nos trabalhos apresentados neste item pode-se fazer as seguintes considerações:

- apesar de todos os avanços tecnológicos aplicados à agricultura, ela ainda é diretamente influenciada pelas condições de tempo e clima em todos os seus estágios de produção. Neste sentido, a variabilidade interanual dos elementos meteorológicos

se reflete na produtividade das culturas sendo, na maioria das vezes, o fator determinante das oscilações nas safras agrícolas;

- entre os fenômenos climáticos responsáveis pela variabilidade interanual dos elementos meteorológicos, o El Niño e La Niña possuem grande significância para a produção agrícola devido principalmente à sua influência sobre a precipitação pluviométrica, a qual condiciona a disponibilidade hídrica do solo, fator essencial em todas as fases do ciclo fenológico das culturas agrícolas;

- assim, são crescentes os estudos à respeito da variabilidade climática e seus efeitos sobre a agricultura, no sentido de verificar como as mudanças no comportamento dos elementos do clima afetam e poderão afetar a produção agrícola, servindo também de subsídio ao planejamento deste setor econômico.

1.4 – Influência climática na produção da soja

No trabalho *“Estimativas de rendimento de soja baseadas na tendência tecnológica e nas variáveis climáticas”* Chen (1981) salienta que a principal causa da variação da produção da soja, de estação à estação, deve-se as flutuações climáticas e, utilizando-se de dados históricos de rendimento e dados diários e mensais de precipitação, umidade relativa, temperatura média, máxima e mínima e índices de variáveis não climáticas (adubação, melhoramento, controle fitossanitário), aplica o cálculo da regressão para explicar a variação no rendimento da soja no período de 1957-79 na DIRA de Ribeirão Preto (SP). Assim, os resultados mostraram que os fatores climáticos que apresentaram correlação significativa com o rendimento foram tanto as temperaturas máximas diárias como os valores absolutos dos fatores climáticos que desviam das normais, e que com o melhoramento em tecnologia espera-se um incremento no rendimento da cultura sob condições climáticas normais.

Em *“Ritmo pluviométrico e o cultivo da soja: uma análise geográfica aplicada ao sul do Mato Grosso do Sul”*, Tetila (1983) analisa o rendimento da soja no período de 1973 a 1980, com base na relação do ritmo pluviométrico / ritmo biológico, concluindo que o rendimento final depende mais da maneira com que as chuvas se distribuem ao longo

das fases fenológicas, do que quanto ao volume precipitado, sendo que a fase da frutificação representa a mais penalizada pelas deficiências hídricas.

A influência da deficiência hídrica sobre a produtividade da soja é confirmada também por Brunini et al (1983) onde, no trabalho "*Influência da água disponível no solo sobre a produção de cultivares de soja*", testaram um modelo matemático que quantifica o efeito da deficiência hídrica sobre a produção vegetal.

Em experimentos conduzidos nos municípios de Campinas, Ribeirão Preto e Pindamonhangaba (SP) durante os anos agrícolas de 1977/78, 1978/79 e 1979/80 Camargo et al (1987), no trabalho "*Temperatura-base para cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo*", determinam a temperatura-base e os graus-dia acumulados para a fase plantio/maturação de quatro cultivares de soja com diferentes escalas de maturação: precoce (ciclo curto), semi-precoce, média e tardia (ciclo longo). Inicialmente analisou-se a relação entre temperatura do ar e razão de desenvolvimento, verificando que a temperatura-base para todas as cultivares é de 14°C. Com base nesta temperatura e sabendo que a duração do ciclo da soja sofre influência marcante do fotoperíodo e da época de plantio, foram determinados os graus-dia para as diferentes cultivares, sendo que a cultivar de ciclo curto apresentou menor influência da época de plantio quanto à acumulação térmica, completando seu ciclo ao atingir em média 1030 graus-dia ; a cultivar semi-precoce apresentou acumulação térmica de 1227 graus-dia, demonstrando haver uma influência um pouco maior da época de plantio sobre o somatório térmico no seu ciclo ; para a cultivar de ciclo médio a influência da época de plantio é ainda maior, registrando 1275 graus-dia ; e a cultivar de ciclo longo apresentou grande influência da época de plantio sobre a acumulação térmica no ciclo plantio/maturação, registrando 1336 graus-dia.

Silva et al (1987a), no trabalho "*Efeito das condições de tempo sobre a produtividade da soja no Estado de São Paulo*", medindo a influência das variáveis meteorológicas primárias precipitação e temperatura sobre o rendimento da soja no período de 1956-84 através do uso de modelos de regressão, observam que a deficiência hídrica ao longo do ciclo fenológico da cultura é a variável climática que mais exerce influência sobre o seu rendimento, sendo o mês de janeiro o mais crítico para a cultura nas condições do Estado de São Paulo.

No trabalho "*Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico*", Confalone et al (1998) estudam os efeitos do estresse hídrico no crescimento e na

quantidade de radiação capturada pela cultura da soja, em experimento conduzido em Viçosa (MG) no ano de 1995. Os resultados mostraram que o estresse hídrico reduz a capacidade de captura da radiação solar pela planta devido à diminuição no seu índice de área foliar e na taxa de expansão das folhas, culminando com a redução na produtividade da cultura.

Em “*Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja*”, Confalone e Dujmovich (1999) avaliam o efeito do déficit hídrico registrado em diferentes sub-períodos reprodutivos sobre o desenvolvimento, componentes de rendimento e produtividade da soja cultivada em experimento desenvolvido na Argentina em 1997/98. Os resultados mostraram que os últimos estádios reprodutivos da cultura são os mais sensíveis à deficiência hídrica, provocando uma forte diminuição no rendimento de grãos, sendo o número de legumes por hectare o componente de rendimento mais afetado.

Considerando a influência dos eventos El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a produção de soja no Rio Grande do Sul, no trabalho “*Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul*”, Berlato e Fontana (1999) relacionam a variabilidade interanual da precipitação com a variabilidade dos rendimentos da soja no período de 1975/76 a 1994/95, através do coeficiente de correlação. Os resultados mostraram que a variabilidade interanual da precipitação pluvial do período de dezembro à março (referente ao crescimento vegetativo, florescimento e enchimento dos grãos) é o principal fator determinante da variabilidade dos rendimentos da soja, havendo forte evidência de que o fenômeno El Niño favorece a cultura determinando, em vários casos, recordes registrados no Estado durante a série temporal considerada. Verificou-se também que as estiagens ocorridas durante o período de dezembro à março, provocadas em grande parte pela La Niña, constituem a principal adversidade climática à cultura da soja.

Na dissertação de mestrado intitulada “*Variabilidade pluviométrica interanual e produção da soja no Estado do Paraná*”, Almeida (2000) analisa a variabilidade da precipitação no Estado do Paraná no período de 1975-95 correlacionando-a com os dados de rendimento da cultura da soja no mesmo período, a fim de verificar o grau de dependência desta cultura em relação às chuvas. Utilizando-se de Sistemas de Informação Geográfica e aplicações estatísticas, foram obtidos os seguintes resultados: a) a variabilidade interanual dos rendimento da soja demonstrou que os desvios negativos são decorrentes de excepcionalidades climáticas caracterizadas por seca ; b) a análise da

variabilidade espacial da pluviosidade e do rendimento da soja relevou concordância espacial entre regiões que obtiveram melhores rendimentos e áreas onde a oferta de precipitação foi mais elevada, definindo assim, as regiões de maior risco à queda de rendimento ; c) a análise da variabilidade interanual da precipitação serviu para confirmar o aspecto de transição climática predominante neste Estado, e o caráter irregular do montante das chuvas ; d) a correlação das variáveis precipitação e rendimento demonstrou que a sojicultura no Estado é menos sujeita à insucessos de produção por adversidades climáticas, possivelmente devido à qualificação técnica dos produtores.

Matzenauer e Anjos (2003), no trabalho *“Disponibilidade hídrica para a cultura da soja em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul”*, avaliam as condições de disponibilidade hídrica para a cultura da soja em diferentes épocas de semeadura em anos de ocorrência de El Niño / La Niña e anos neutros, considerando a série temporal de 1961 a 2002. Como era esperado, os resultados mostraram que as deficiências hídricas médias no ciclo da cultura foram maiores nos anos de La Niña comparados com os anos de El Niño porém, o mais surpreendente foi que, na maioria dos casos, as deficiências hídricas médias no ciclo completo da soja foram maiores em anos neutros do que em anos de La Niña, mostrando que ocorrem fortes estiagens não somente durante este evento climático, sendo que seus efeitos podem ser muitas vezes mais severos. Assim, a deficiência hídrica caracteriza-se por ser um dos principais fatores responsáveis pelas oscilações nos rendimentos da cultura reduzindo, com frequência, as safras no Rio Grande do Sul.

No trabalho *“Relación entre el rendimiento de la soja y las variables climáticas en la pampa húmeda argentina”*, Bettolli et al (2003) procuram identificar as variáveis climáticas de maior influência no rendimento da soja na maior região produtora da Argentina, utilizando de dados mensais de rendimento, e de precipitação, temperatura máxima, mínima e média para a série de 1973 a 2000, correlacionados através de modelagem. Os resultados apontaram que o rendimento é função da precipitação nos meses de novembro e dezembro e da temperatura máxima no mês de janeiro, indicando uma forte tendência do rendimento à disponibilidade hídrica, determinada principalmente pela associação entre precipitação e temperatura.

Na tese de doutorado intitulada *“A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás”*, Mariano (2005) apresenta um panorama

têmporo-espacial da dinâmica climática do sudoeste goiano, considerando a variabilidade e a tendência da precipitação pluviométrica, correlacionando-a com a produtividade da soja no período de 1978 a 2003. Os resultados apontaram concordância espacial entre os municípios com maiores rendimentos, os melhores tipos de solo e os maiores coeficientes de diminuição das chuvas, sendo que os rendimentos corrigidos, quando correlacionados com a deficiência e excedente hídrico, mostraram-se significativamente dependentes da variabilidade da precipitação pluviométrica.

Através dos trabalhos apresentados pode-se observar uma maior sensibilidade da cultura da soja principalmente ao fator deficiência hídrica, vindo a confirmar, portanto, o fato da precipitação pluviométrica ser considerada como a variável climática determinante da produtividade agrícola nas regiões intertropicais. Neste sentido, justifica-se a importância em se conhecer a variabilidade e a tendência deste elemento climático.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

2.1 – Metodologia empregada na análise da evolução espaço – temporal da cultura da soja nas regiões de estudo.

Na análise da evolução espaço-temporal da cultura da soja nas áreas de estudo, foram utilizados dados anuais de área plantada e produção, referentes ao período de 1983 a 2002, fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, através dos quais foram calculados os dados de produtividade, utilizando-se a fórmula:

$$\text{produtividade} = \text{produção} / \text{área}$$

A partir dessas três variáveis realizou-se a representação da evolução tempo-espacial da cultura da soja no período de 1983 a 2002, para ambas as Regionais, considerando intervalos de cinco em cinco anos (1983, 1987, 1992, 1997 e 2002). Para tanto, os dados serão organizados em planilhas do programa Excel e aplicados ao Sistema de Informação Geográfica – ArcView, gerando os mapas correspondentes para cada ano.

2.2 – Metodologia empregada na análise das condições climáticas das regiões em estudo.

Com relação à análise das condições climáticas, a qual visa conhecer a variabilidade e a tendência nas áreas de estudo, utilizou-se de médias mensais de temperatura e precipitação pluviométrica.

Para a Regional Agrícola de Assis, os dados climáticos utilizados foram fornecidos pela Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas, referentes à Estação

Experimental de Assis (localizada a 22°40' Latitude S, 50°26' Longitude W a 563m de Altitude), perfazendo a série temporal de 1976 a 2003 para a precipitação, e 1976 a 2000 para a temperatura.

Quanto à Regional Agrícola de Orlândia, utilizou-se dados referentes ao município de Bebedouro, o qual dista 67km de Orlândia, sendo o posto mais próximo com dados contínuos dentro da série temporal disponível. Refere-se, portanto, à Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (localizada sob as coordenadas geográficas 20°58' Latitude S, 48°28' Longitude W a 600m de altitude), para a série temporal de 1983 a 2003.

De posse dos dados, primeiramente foi realizado o ajuste das séries temporais, preenchendo-se os meses em que encontravam-se interrompidas, utilizando-se da média mensal. A seguir, através do Programa Excel, os dados foram organizados em tabelas e gerados os gráficos representativos das condições anuais, mensais e sazonais dos elementos climáticos considerados, aplicando-se em seguida os cálculos para a verificação da variabilidade e da tendência.

Para a análise da variabilidade dos elementos climáticos aplicaram-se os cálculos da média aritmética, do desvio padrão e do coeficiente de variação, sugeridos pela OMM (1966) e utilizados por Ayoade (1986), Christofolletti (1992), Santos (1992, 1996), Roncato (2002), Mariano (2005) entre outros, por representarem, de acordo com Christofolletti (1992) e Santos (1996), os procedimentos mais utilizados e adequados para expressar a variação dos valores de um elemento dentro de um determinado período de tempo.

A média aritmética é expressa pelo valor que se obtém quando a somatória de todos os dados é dividida pela quantidade dos dados considerados (CHRISTOFOLETTI, 1992), como mostra a fórmula:

$$X = \sum x_i / n$$

onde,

X = média

X = valor individual da observação

i=1,2,3...n

n = número de elementos

O desvio padrão mede a dispersão dos dados em torno da média. Nele, a soma dos desvios da média elevados ao quadrado é dividida pelo número total de observações e calculada a raiz quadrada, conforme a fórmula:

$$S = \sqrt{\sum(x-x)^2 / n-1}$$

em que,

S = desvio padrão

X = valor individual da observação

X = média do período

n = número de observações

O coeficiente de variação representa uma medida relativa de dispersão, útil para a comparação em termos relativos do grau de concentração em torno da média. Para efeitos práticos, considera-se que, quando o coeficiente de variação for superior a 0,5 (50%), está indicando alto grau de dispersão e, conseqüentemente, pequena representatividade da média, enquanto que, para os valores inferiores a 0,5, a média será tanto mais representativa quanto menor for o valor de seu coeficiente de variação (VOLPE, 1995). Sendo assim apresentada:

$$CV = s / x \quad \text{ou} \quad CV = s/x . 100$$

em que,

CV = coeficiente de variação

s = desvio padrão

x = média do período

A análise da tendência climática possibilita verificar se houve manutenção, aumento ou diminuição nos valores das variáveis consideradas dentro de uma seqüência temporal. Para tanto, duas técnicas foram aplicadas: a regressão linear baseada no método dos mínimos quadrados, e a média-móvel, as quais foram utilizadas por Christofolletti (1992), Sentelhas et al (1994), Roncato (2002), Galina (2002), Maia (2004), Mariano (2005) entre outros. A análise da significância foi realizada por meio do Software BioStat 4.0, considerando significativo os valores inferiores a 5%.

A regressão linear consiste no ajuste de uma reta à um conjunto de pontos. O método dos mínimos quadrados busca minimizar a soma dos quadrados das diferenças

entre os valores observados e os valores correspondentes na linha de tendência determinada pela equação:

$$Y = mx + c$$

onde,

x e y = variáveis

m e c = valores que determinam a inclinação da linha e o ponto no eixo x onde há intersecção da linha, em que:

$$m = \frac{\sum (x.y)}{\sum (x)^2} \quad \text{e} \quad c = \frac{\sum (y)}{n}$$

onde n é o número de observações

A média-móvel consiste numa técnica que procura amenizar as variações isoladas de valores dentro de uma série temporal, calculando as médias para grupos de valores sucessivos correspondentes a 3, 5 ou mais anos, conforme o procedimento:

$$a + b + c / 3$$

$$b + c + d / 3$$

e assim por diante

2.3 – Metodologia empregada na contabilização do balanço hídrico

A partir dos dados de precipitação pluviométrica e temperatura, calculou-se o balanço hídrico normal e seqüencial para ambas as regiões de estudo, a fim de conhecer o comportamento da água no solo, distinguindo os períodos de deficiência e excedente hídrico e relacionando-os com o ciclo fenológico da soja; determinando também a variabilidade e a tendência de tais variáveis.

Para tanto, foi realizado o cálculo do balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando-se do programa computacional denominado “Balanço Hídrico” desenvolvido por Rolin et al. (1999), considerando CAD=125mm, conforme recomendações de Camargo (1984).

O balanço hídrico consiste numa técnica que possibilita conhecer, entre outras variáveis, a evapotranspiração real e potencial, a deficiência, o excedente hídrico, e o armazenamento de água no solo, as quais são determinantes para a produtividade de uma cultura.

2.4 – Metodologia empregada na análise da correlação entre variáveis climáticas e produtividade da soja nas regiões em estudo.

A correlação entre produtividade e variáveis climáticas, a qual consiste no objetivo principal desta pesquisa, foi realizada através da metodologia da retirada da tendência tecnológica, utilizada por Carmona e Berlato (2000) quando estudaram a influência dos fenômenos El Niño e La Niña no rendimento do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, e por Mariano (2005) ao estudar a correlação entre rendimento da soja e precipitação pluviométrica no sudoeste de Goiás. Tal metodologia permite retirar os efeitos da inclusão tecnológica (variedades, insumos, mecanização) sobre os dados de produtividade, gerando novos dados baseados apenas em variáveis ambientais, principalmente meteorológicas. Este procedimento é feito utilizando-se da seguinte equação:

$$y_{ci} = (y_i - (y(x_i) - y(x_0))) \text{ onde,}$$

y_{ci} = rendimento corrigido do ano i

y_i = rendimento original do ano i

$y(x_i)$ = rendimento do ano i estimado por modelo de regressão

$y(x_0)$ = rendimento do primeiro ano da série histórica de rendimento estimado pelo modelo de regressão

Na aplicação desta metodologia, primeiramente a série original dos dados de produtividade foi submetida à análise de regressão linear para a verificação da tendência tecnológica; depois realizou-se a retirada desta tendência, aplicando a fórmula citada, gerando uma nova série de dados sob a qual foi comparada com o comportamento da precipitação, do excedente e da deficiência hídrica, buscando confirmar a hipótese levantada na pesquisa.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)

A caracterização físico-geográfica de uma região faz-se necessária pois os elementos do meio físico, e suas interações, formam a base para o desenvolvimento da sociedade e suas diferentes atividades econômicas. No caso da agricultura, essas interações são ainda mais expressivas, sendo que as culturas são, primeiramente, dependentes das condições ambientais (clima e solo). Assim, procurou-se neste item descrever os aspectos geológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos de ambas as regiões estudadas na pesquisa.

3.1 – Regional Agrícola de Assis

3.1.1 – Aspectos geológicos e geomorfológicos.

Localizada no sudoeste do Estado de São Paulo, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 22°40' a 23°20' de Latitude S, 50°00' a 50°50' de Longitude W (**Figura 1**), a Regional Agrícola de Assis encontra-se inserida no chamado Planalto Ocidental Paulista o qual, segundo Almeida (1974:87)

“compreende as regiões que se estendem para noroeste das cuestas basálticas, a partir de um ressalto topográfico que se destaca no reverso da cuesta interna [...] Mostra-se a província, de um modo geral, como uma sucessão de campos ondulados, de relevo extremamente suavizado, muito favorável às atividades agrícolas e ao traçado das vias de comunicação”.

A geologia desta província é relativamente simples, representada quase que inteiramente pelo Grupo Bauru. Boin (2000) destaca que na região oeste do Estado de São Paulo, após a finalização dos derrames de lavas da Formação Serra Geral (período Jurássico Superior) iniciou-se a deposição basal de sedimentos do Grupo Bauru, datado do período Cretáceo Superior.

Desta forma, do ponto de vista geológico, a Regional Agrícola de Assis encontra-se assentada em terrenos sedimentares das Formações Adamantina e Marília (pertencentes ao Grupo Bauru) e Serra Geral (pertencente ao Grupo São Bento).

Constituída por arenito de granulação fina à muito fina, de coloração rósea à castanha, intercalados por bancos de siltito e arenito lamítico, a Formação Adamantina faz-se presente na porção central da Regional Agrícola, abrangendo os municípios de Paraguaçu Paulista, Assis, Platina e Campos Novos Paulista.

Ocupando uma estreita faixa transversal localizada ao norte da Regional, abrangendo os municípios de Borá, Quatá, Lutécia e Echaporã, tem-se a presença da Formação Marília, “caracterizada pela abundância de cimento calcário, de textura grossa, e de arenitos grosseiros ou conglomerados, rico em feldspatos e minerais pesados” (BOIN, 2000:13).

Em toda a porção sul da Regional, abrangendo os municípios de Tarumã, Maracaí, Cruzália, Pedrinhas Paulista, Florínea, Cândido Mota, Palmital e Ibirarema, tem-se a presença da Formação Serra Geral, constituída por derrames basálticos intercalados por arenito.

Com relação à geomorfologia, a Regional Agrícola de Assis é caracterizada, quase que totalmente, por colinas amplas, com topos extensos e aplainados e vertentes suavemente convexas (PONÇANO, 1981). A exceção se dá no extremo norte da Regional, em áreas de ocorrência da Formação Marília, onde o relevo é marcado por escarpas festonadas, com interflúvios lineares de topos angulosos a arredondados e vertentes retilíneas (PONÇANO, 1981). Quanto à altitude, esta varia de 300 a 600m.

3.1.2 – Aspectos pedológicos.

Segundo Boin (2000), três tipos de solos podem ser identificados na Regional Agrícola de Assis:

Na porção sul da Regional, abrangendo os municípios de Maracá, Cruzália, Tarumã, Pedrinhas Paulista, Florínea, Cândido Mota, Palmital e Ibirarema, são encontrados os tipos de solo: **terra roxa estruturada** e **terra roxa legítima**, originados de derrames basálticos da Formação Serra Geral. São solos de textura argilosa, coloração arroxeadada, profundos, com alta capacidade de retenção de água e baixa susceptibilidade à erosão. Encontram-se recobrimo colinas amplas com declividade máxima de 15%.

No centro e no norte da Regional verifica-se a ocorrência do **latossolo vermelho escuro – fase arenosa**, originário de litologias vinculadas ao Grupo Bauru, sendo um solo arenoso, de textura fina à média, profundo, com alta porosidade e permeabilidade, de cor vermelho a vermelho escuro, apresentando teor de argila em torno de 15%. Boin (2000) salienta que estas características conferem à este solo moderada susceptibilidade à erosão embora ocupem posição preferencial em relevo de colinas amplas que não favorecem o escoamento e compensam a fragilidade do mesmo.

Na porção oeste, abrangendo o município de Paraguaçu Paulista, tem-se a ocorrência do **solo podzolizado de Lins e Marília – variação Lins**, de característica arenosa, originário de arenito com cimentação calcária do Grupo Bauru, com podzolização acentuada e alta saturação de bases, sendo normalmente fértil.

3.1.3 – Aspectos climáticos.

Localizada na porção sudoeste do Estado, a Regional Agrícola de Assis encontra-se inserida na chamada unidade IX “Sudoeste” da classificação climática de Monteiro (1973) apresentada na **Figura 2**, a qual encontra-se sob a influência de massas Tropicais e Polares e participação esporádica da Equatorial Continental, apresentando um clima de características tropicais, com período seco no inverno, em decorrência de sistemas polares, e período chuvoso no verão, influenciado por sistemas tropicais. Porém, devido à sua localização no contexto do Estado, Monteiro (1973:123) salienta que

“o extremo sudoeste do Estado, ou seja, a faixa entre o Paranapanema e o espigão divisor deste com o rio do Peixe, fica sujeito à maior participação das massas polares. Se estas não lhe aumentam as chuvas a ponto de eliminar o período seco, no cômputo dos índices médios, do ponto de vista rítmico, oferecem de quando em vez a existência de um inverno mais chuvoso [...] As oscilações do ritmo da temperatura devem oferecer preciosos elementos de caracterização a esta área que se deve prolongar pelo noroeste do Paraná. Invasões de fácies de massas frias, de trajetória continental, bem como de ondas mais rigorosas de aquecimento pré-frontal devem, provavelmente, oferecer aspectos de originalidade nesta área, onde se destacam as cidades de Presidente Prudente e Assis”

De acordo com a classificação climática de Koppen, a Regional enquadra-se no tipo climático **Cwa** – *clima temperado chuvoso e quente, com chuvas de verão e verão quente*. Considerando a classificação de Thornthwaite (1948) apresentada por Ayoade (1986), a qual baseia-se nos índices de umidade e evapotranspiração potencial, ela enquadra-se no tipo climático **B1B'4** – *úmido, mesotérmico com índice de umidade entre 20-40, e eficiência térmica (obtida através da evapotranspiração) entre 99,7 – 114,0cm*.

3.2 – Regional Agrícola de Orlândia

3.2.1 – Aspectos geológicos e geomorfológicos

Localizada no extremo nordeste paulista, aproximadamente entre as coordenadas geográficas de 19°57' a 20°54' de Latitude S e 47°40' a 48°20' de Longitude W (**Figura 1**), a Regional Agrícola de Orlândia encontra-se inserida na província geomorfológica das Cuestas Basálticas, descrita por Almeida citado por Santos (1992:81) como sendo

“um grande alinhamento irregular e descontínuo de escarpas, formado por derrames basálticos (pertencentes às atividades vulcânicas mais antigas da série). Situa-se na porção centro-ocidental do Estado, de norte para sudoeste, separando a Depressão Periférica do Planalto

Ocidental. Os frontes escarpados e altamente assimétricos das escarpas estão voltados para leste e o seu reverso inclina-se suavemente para noroeste, em forma de patamares escalonados, até alcançar o nível médio dos extensos chapadões areníticos do oeste paulista, acompanhando o mergulho geral das estruturas mesozóicas para a calha do rio Paraná”

Do ponto de vista geológico, a Regional apresenta-se constituída quase que totalmente pela Formação Serra Geral, constituída por basalto originário de derrames ocorridos no período Jurássico (aproximadamente 213 milhões de anos). Ao norte da Regional, em pequenas manchas localizadas nos municípios de Aramina e Buritizal, tem-se a ocorrência da Formação Botucatu, sendo constituída por arenitos depositados em ambiente desértico durante o jurássico superior que, por estarem situados entre derrames basálticos, apresentam-se silicificados e duros.

Com relação à geomorfologia, duas formas de relevo podem ser identificadas nesta Regional Agrícola, de acordo com Ponçano (1981): colinas amplas, caracterizadas por relevo suave e ondulado onde predominam topos extensos e aplainados, recobrimdo toda a porção norte, oeste e sul da Regional ; morros amplos, caracterizados por interflúvios arredondados e achatados, cuja ocorrência se verifica à leste e sudeste da Regional, abrangendo os municípios de Ituverava, São Joaquim da Barra, Orlândia, Nuporanga e Sales Oliveira. Predominam na Regional altitudes variando de 500 a 800m.

3.2.2 – Aspectos pedológicos.

Dois tipos de solos podem ser identificados:

- a) **terra roxa legítima**, originária de derrames basálticos pertencentes à Formação Serra Geral. São solos profundos, argilosos, bem drenados, de coloração arroxeada e alto teor de ferro, sendo caracterizado por sua alta fertilidade. Recobrem a maior parte da Regional, em sua porção norte, oeste e central.
- b) **latossolo vermelho amarelo – fase arenosa**: solo profundo, bem drenado, de textura leve e coloração vermelho amarelado, formado à partir do arenito Botucatu, sendo considerado um solo ácido de baixa fertilidade. Ocorre em manchas

localizadas à leste (abrangendo os municípios de Aramina, Buritizal, parte de Quatá e Nuporanga), à sudeste (município de Sales Oliveira) e à oeste (Morro Agudo).

3.2.3 – Aspectos climáticos

Localizada na porção nordeste do Estado, a Regional Agrícola de Orlândia encontra-se sob o domínio do sistema de circulação atmosférica regional marcado pela atuação das massas Tropical Atlântica, Equatorial Continental e Polar Atlântica, caracterizando o tipo de clima da região, considerada a mais seca do Estado.

De acordo com a classificação climática de Monteiro (1973) para o Estado de São Paulo, baseada no índice de participação das massas de ar, a Regional de Orlândia insere-se na chamada unidade “*Centro-Norte*” que, devido à sua diversificação geomorfológica, encontra-se dividida em três sub-regiões, estando esta localizada na subdivisão C, conforme mostra a **Figura 2**.

A característica principal desta região climática é a existência de um período seco muito nítido durante o outono-inverno, onde são registrados habitualmente cerca de 100 a 200mm de chuva, concentradas em apenas 10 a 15 dias, sendo que no trimestre do inverno os índices são inferiores à 50mm, concentrados em apenas 5 dias (MONTEIRO, 1973). Tal comportamento deve-se ao fato de que a atuação da Frente Polar, responsável pela maior parte das chuvas caídas no Estado de São Paulo, decresce de S para N no sentido dos paralelos, culminando neste setor do Estado. Aliado à isso, está a maior atuação, neste período do ano, da massa Polar Atlântica de característica fria e seca.

O período de primavera-verão é marcado pela atuação da massa Tropical Atlântica, oriunda do leste e nordeste do Estado, de característica quente e úmida, e da massa Equatorial Continental oriunda de ondas de noroeste, marcada pela instabilidade do ar, proporcionando tempo quente e chuvas freqüentes durante sua atuação. Dessa maneira, este período do ano é marcado por temperaturas elevadas e por cerca de 70 a 80% das chuvas caídas na região.

Segundo a classificação de Koppen, a Regional Agrícola de Orlândia enquadra-se no tipo climático **Aw** – *tropical chuvoso com estação chuvosa no verão*. Pela classificação de Thornthwaite (1948) apresenta clima do tipo **B1A'**- *úmido mesotérmico, com índice de umidade entre 20-40 e eficiência térmica entre 114cm – acima*.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA SOJA NAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)

4.1 – Aspectos gerais da cultura da soja

Cultura anual originária da China, a soja (*Glycine max L.*, Merrill) é cultivada em grandes áreas do globo, tanto em regiões de clima de média quanto de baixa latitude, sendo que os bons rendimentos dependem da utilização de variedades adaptadas às condições climáticas de cada região.

De acordo com o Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo (1974), as condições climáticas do Planalto Ocidental Paulista são consideradas ótimas para o cultivo da soja, sendo o plantio iniciado de novembro à princípio de dezembro, e a colheita no início de abril à início de maio (Camargo, 1983 ; Silva et al, 1987a), com um ciclo vegetativo de cerca de 160 dias ou cinco meses e meio, compreendendo as fases fenológicas: estabelecimento, período vegetativo, floração, formação da colheita e maturação (**Figura 3**).

Com relação às exigências térmicas, a soja possui temperatura ótima entre 22° a 35°, porém as taxas de crescimento diminuem com temperatura acima de 35° e abaixo de 18°, sendo que a temperatura mínima para seu crescimento fica próxima de 10° e, para a formação da colheita, em torno de 15° (DOORENBOS e KASSAM, 1994). Já as necessidades hídricas para a produção máxima variam entre 450 a 800mm/temporada, dependendo do clima e da duração do período de crescimento.

No cenário mundial o Brasil consolida-se como o segundo maior produtor de soja, com a safra de 2004/05 atingindo 61.408.900 toneladas (CONAB, 2005), ficando atrás apenas dos EUA (65,80 milhões de toneladas).

A expansão da cultura no país vem sendo verificada desde a década de 70 (**Figura 4**), em decorrência de incentivos governamentais visando a independência tecnológica na produção de sementes (EMBRAPA) e, principalmente, da expansão de novas fronteiras agrícolas.

Figura 3 – Ciclo fenológico da cultura da soja.

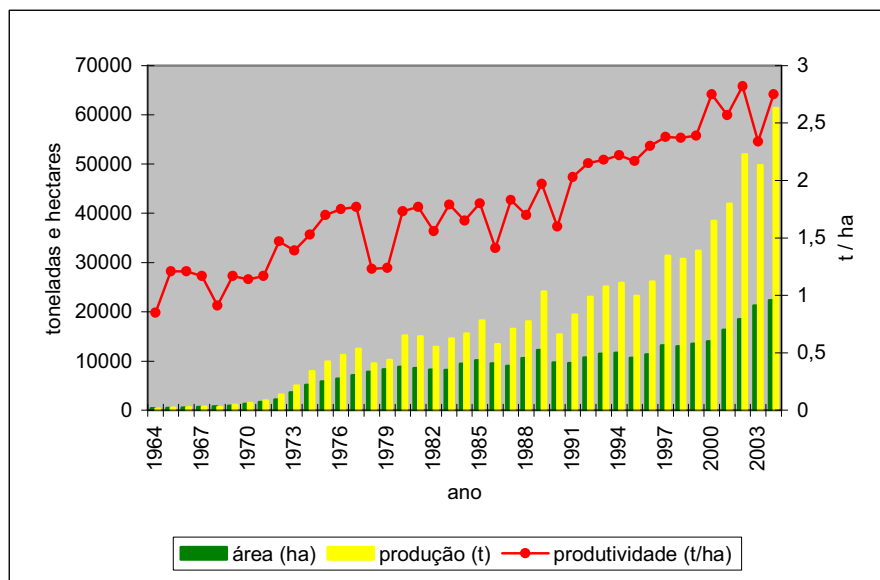


Figura 4 – Área, produção e produtividade da cultura da soja no Brasil, no período de 1964 a 2004, segundo CONAB (2005)

Estudando a configuração espacial da produção da soja no Brasil, Cleps Junior (1998) destaca quatro regiões: a região tradicional, formada pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo ; a região de expansão formada por Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal ; a região de expansão recente, representada pela Bahia, Piauí e Maranhão ; e a região de potencial de expansão, formada por Rondônia, sul do Amazonas, leste do Pará, sul do Maranhão e leste de Tocantins.

Observando a evolução da produção da soja nas regiões brasileiras (**Quadro 1**), pode-se notar o avanço do plantio nas chamadas regiões de expansão recente e de potencial de expansão. Verifica-se também que a região centro-oeste consolida-se como a maior produtora do país, ultrapassando a região pioneira, representada pelos estados sulinos.

Em resumo, os principais fatores responsáveis pelo aumento da produção de soja no Brasil foram: 1) o aumento real do preço internacional da soja e seus derivados; 2) condições favoráveis à comercialização da soja no mercado externo; 3) adaptação de cultivares; 4) aumento progressivo da capacidade de esmagamento e processamento da soja; 5) crescimento da avicultura brasileira; 6) integração do farelo de soja nas rações animais; 7) crédito para custeio, investimentos e comercialização com juros baixos; 8) diminuição nas taxas de juros para importação; 9) apoio à pesquisa e assistência técnica para o melhoramento genético (MARIANO, 2005:130).

No contexto nacional, o Estado de São Paulo surge como o 7º maior produtor (2.085.200 toneladas na safra de 2004/05), segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2005). Apesar da produção da soja não ser tão expressiva quanto a de outras culturas anuais e semi-perenes (milho e cana-de-açúcar, por exemplo), ela vem apresentando crescente evolução, ganhando o espaço antes ocupado por outras culturas, principalmente o feijão e o milho, abrangendo hoje uma área aproximada de 700.000 hectares.

Dentro do Estado de São Paulo, segundo o Instituto de Economia Agrícola - IEA (2003), as principais regiões produtoras de soja são as Regionais Agrícolas de Assis (433.806 toneladas na safra 2002/03) e de Orlândia (337.185 toneladas na safra 2002/03), as quais são responsáveis por 49% da produção estadual.

Quadro 1 - Produção da soja no Brasil, por Região, nas safras de 1990/91 a 2004/05

Em mil toneladas

REGIÃO/UF	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05
NORTE	11,5	19,4	36,4	59,0	45,5	14,2	28,6	99,8	123,2	150,7	216,6	369,0	557,5	891,1	1,078,9
RR	-	-	-	16,8	-	4,9	-	-	-	-	-	8,4	7,2	28,8	28,8
RO	5,0	0,2	10,8	-	13,0	-	8,9	14,1	26,1	35,4	76,5	89,2	123,0	177,9	195,8
AC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	5,4	5,4	5,4
AP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	-	-	-	-	-	-	-	5,5	3,3	4,9	1,5	7,3	44,2	72,4	72,4
TO	6,5	19,2	25,6	42,2	32,5	9,3	19,7	80,2	93,8	110,4	138,6	262,5	377,7	606,6	776,5
NORDESTE	564,3	520,3	682,1	1,018,4	1,267,8	921,9	1,300,1	1,561,1	1,609,8	2,064,0	2,075,9	2,096,0	2,519,3	3,538,9	3,866,7
MA	8,3	25,3	91,2	138,2	169,6	199,6	252,0	302,4	390,5	439,3	483,0	540,9	654,9	924,1	1,053,6
PI	-	-	-	12,2	25,2	23,0	35,8	57,1	68,8	100,0	142,6	91,1	308,2	396,7	464,1
CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BA	556,0	495,0	590,9	868,0	1,073,0	699,3	1,012,3	1,201,6	1,150,5	1,524,7	1,450,3	1,464,0	1,556,2	2,218,1	2,349,0
CENTRO-OESTE	6,667,0	7,313,2	8,484,2	9,907,0	10,084,7	8,846,4	10,438,1	12,889,9	13,356,1	14,945,3	17,001,9	20,395,8	23,532,5	24,613,1	29,090,7
MT	2,607,0	3,484,8	4,197,8	4,970,0	5,440,1	4,686,8	5,721,3	7,150,0	7,134,4	8,456,0	9,640,8	11,636,7	12,949,4	15,008,8	16,218,6
MS	2,299,7	1,929,3	2,229,0	2,439,8	2,426,4	2,045,9	2,155,8	2,281,7	2,740,1	2,323,9	3,129,6	3,278,6	4,103,8	3,324,8	5,041,1
GO	1,659,0	1,804,0	1,968,0	2,387,1	2,133,1	2,046,2	2,478,0	3,372,0	3,417,7	4,072,6	4,158,0	5,379,1	6,359,6	6,147,1	7,698,6
DF	101,3	95,1	89,4	110,1	85,1	67,5	83,0	86,2	63,9	92,8	73,5	101,4	119,7	132,4	132,4
SUDESTE	1,930,4	1,910,7	2,314,3	2,499,4	2,365,9	2,274,5	2,498,4	2,495,5	2,757,0	2,569,7	2,873,9	3,452,4	4,067,6	4,474,4	5,034,7
MG	962,9	1,003,2	1,158,8	1,234,2	1,188,0	1,040,2	1,176,1	1,382,5	1,336,0	1,396,8	1,495,9	1,926,9	2,332,5	2,659,2	2,949,5
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP	967,5	907,5	1,155,5	1,265,2	1,177,9	1,234,3	1,322,3	1,113,0	1,421,0	1,172,9	1,378,0	1,525,5	1,735,1	1,815,2	2,085,2
SUL	6,221,3	9,655,0	11,525,1	11,575,4	12,170,2	11,132,7	11,894,8	14,323,6	12,918,9	12,614,9	16,263,5	15,603,7	21,340,6	16,252,6	22,337,9
PR	3,617,4	3,415,3	4,720,0	5,327,8	5,534,8	6,241,1	6,565,5	7,191,0	7,723,3	7,134,4	8,623,1	9,478,0	10,971,0	10,036,5	12,244,5
SC	249,9	448,2	512,1	556,0	484,8	489,3	559,7	517,0	431,2	515,5	527,2	546,5	738,5	656,7	890,7
RS	2,354,0	5,791,5	6,293,0	5,691,6	6,150,6	4,402,3	4,769,6	6,615,6	4,764,4	4,965,0	7,113,2	5,579,2	9,631,1	5,559,4	9,202,7
NORTE/NORDESTE	575,8	539,7	718,5	1,077,4	1,313,3	936,1	1,328,7	1,660,9	1,733,0	2,214,7	2,292,5	2,465,0	3,076,8	4,430,0	4,945,6
CENTRO-SUL	14,818,7	18,878,9	22,323,6	23,981,8	24,620,8	22,253,6	24,831,3	29,709,0	29,032,0	30,129,9	36,139,3	39,451,9	48,940,7	45,340,1	56,463,3
BRASIL	15,394,5	19,418,6	23,042,1	25,059,2	25,934,1	23,189,7	26,160,0	31,369,9	30,765,0	32,344,6	38,431,8	41,916,9	52,017,5	49,770,1	61,408,9

FONTE: CONAB (2005)

4.2 – Evolução espaço-temporal da cultura da soja na Regional Agrícola de Assis

O comportamento anual da produção, produtividade e área plantada na Regional, durante o período de análise, está representado na **Figura 5**.

Com relação à área plantada, observa-se pouca variação ao longo da série, com os anos de 1991-92-93 registrando os valores mais baixos.

Maior variabilidade é observada em relação à produção. Até 1990 apresenta-se pouco variável registrando, nos anos seguintes, uma queda em seus valores em decorrência da diminuição da área plantada. A partir de 1994 observa-se um aumento da produção em relação aos anos anteriores, representando o sub-período onde foram registrados os maiores valores de produção: 433.806 toneladas em 2002 e 420.635 toneladas em 1999. Dentro deste sub-período, chama a atenção a baixa produção ocorrida nos anos de 1998 e 2000, apesar da manutenção dos valores de área plantada; o que pode ser explicado pela ocorrência, em tais anos, de uma adversidade climática.

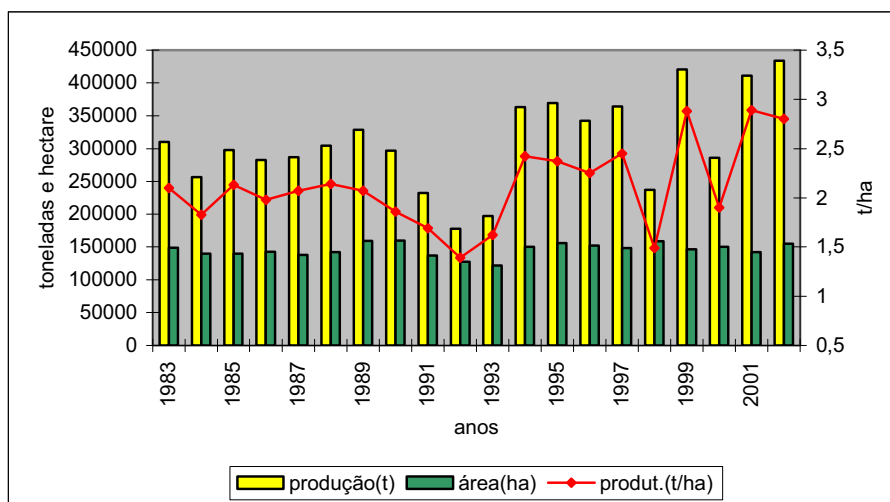


Figura 5 – Comportamento anual da produção, área plantada e produtividade da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002.

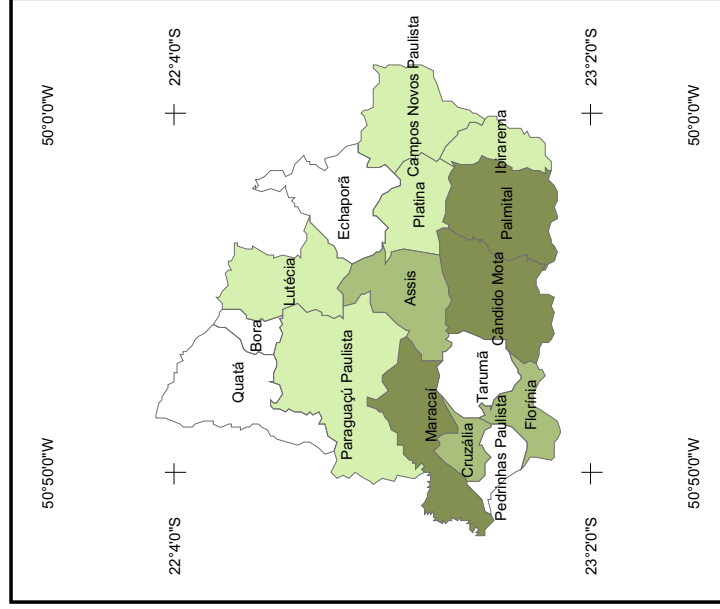
Quanto à produtividade, esta acompanha o comportamento da produção, com uma queda nos anos de 1991 a 93, sendo registrado o valor mais baixo no ano de 1992 (1,39 t/ha). As maiores produtividades da série foram verificadas nos anos de 2001 (2,89 t/ha), 1999 (2,88 t/ha) e 2002 (2,80 t/ha), ambas ficando acima da média estadual estimada pelo IEA (2002), que é de 2,66 t/ha.

A fim de acompanhar a evolução têmporo-espacial da soja na Regional Agrícola, foram mapeados os valores de produção, produtividade e área plantada, por município, para um intervalo de 5 em 5 anos (1983, 1987, 1992, 1997 e 2002).

Através da **Figura 6** observa-se que, no ano de 1983, a maior concentração de área plantada se dá na porção sul da Regional, nos municípios de Maracaí (29 mil ha), Cândido Mota (25 mil ha) e Palmital (23 mil ha), seguidos por Assis (20 mil ha), Cruzália (19,5 mil ha) e Florínea (13 mil ha). O mesmo fato ocorre em relação à produção, onde os municípios de Maracaí (57.420 t), Cruzália (57.330 t) e Cândido Mota (52.500 t) aparecem como os maiores produtores do ano, seguidos por Palmital (48.300t), Assis (30.000t) e Florínea (27.300t). Com relação à produtividade, esta apresenta-se homogênea na maioria dos municípios produtores. Destaque é dado ao município de Cruzália, o qual alcançou a maior produtividade da Regional (2,9 t/ha), e a Assis obtendo o menor rendimento (1,5 t/ha).

Já, no ano de 1987 (**Figura 7**), com relação à área plantada por soja tem-se a inclusão do município de Echaporã. A maior quantidade de área plantada ocorre no município de Maracaí (30.600ha), que tem também a maior produção da Regional neste ano (60.588 t). Apesar de manterem a quantidade de área plantada, os municípios de Cruzália e Cândido Mota apresentaram uma diminuição na produção, em relação ao ano anterior. Quanto à produtividade, o maior valor foi alcançado por Cruzália (2,5 t/ha), destacando-se também o município de Paraguaçu Paulista o qual, apesar de não apresentar valores tão expressivos de área plantada e produção, atingiu uma produtividade de 2,4 t/ha.

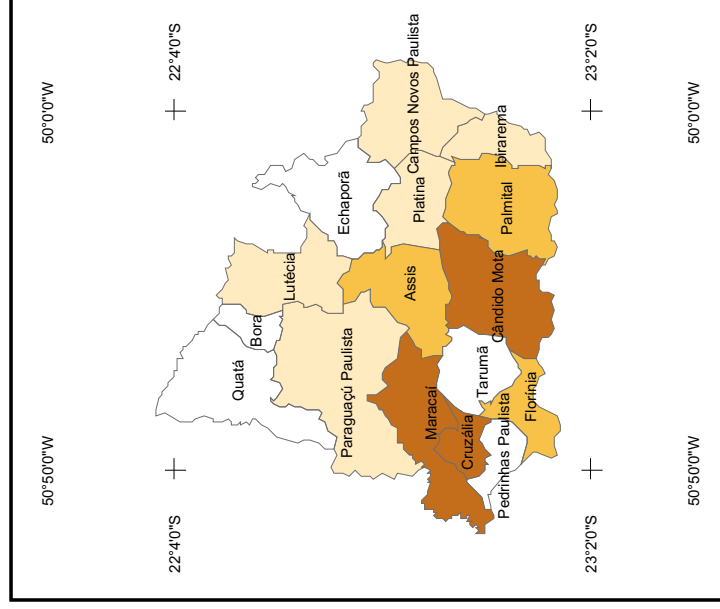
Como foi observado na Figura 2, o ano de 1992 registrou os mais baixos valores de produção/produtividade/área plantada ao longo da série temporal, o que pode ser confirmado ao analisarmos a **Figura 8**, na qual verifica-se nitidamente uma redução nos valores de área plantada e produção dos principais municípios produtores até então



Legenda

Área em Produção (ha)

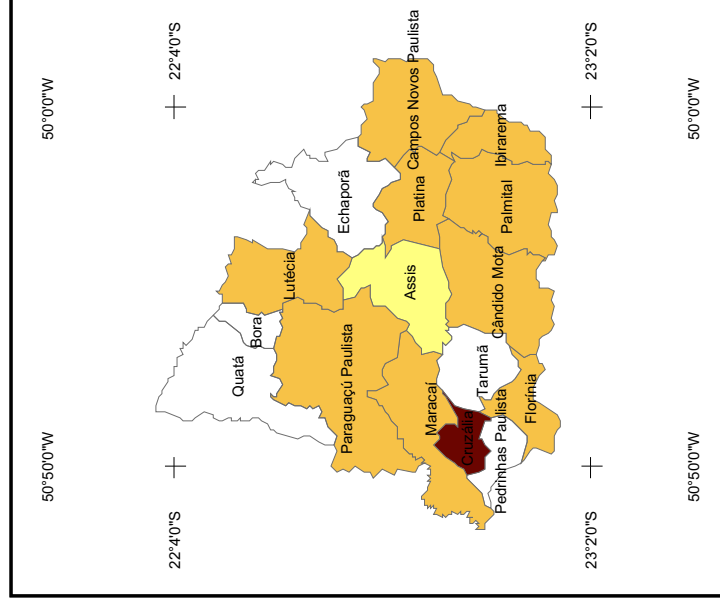
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



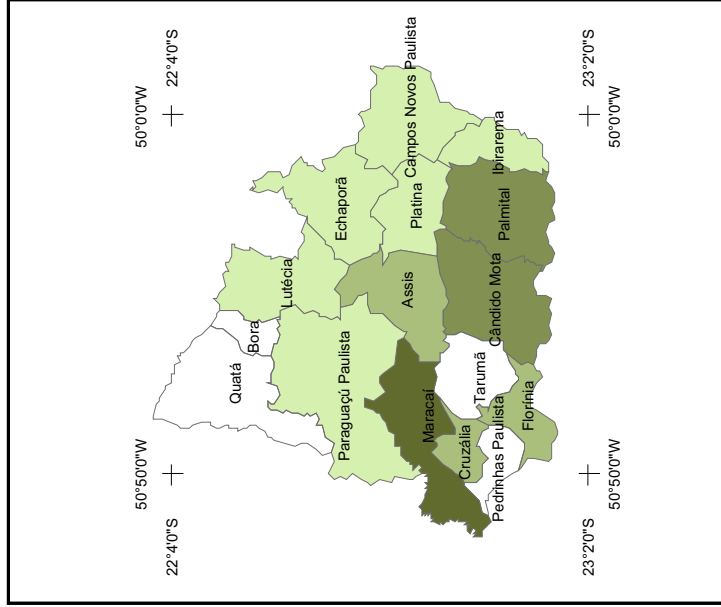
Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
Cartografia : Rogério Dell' Antônio

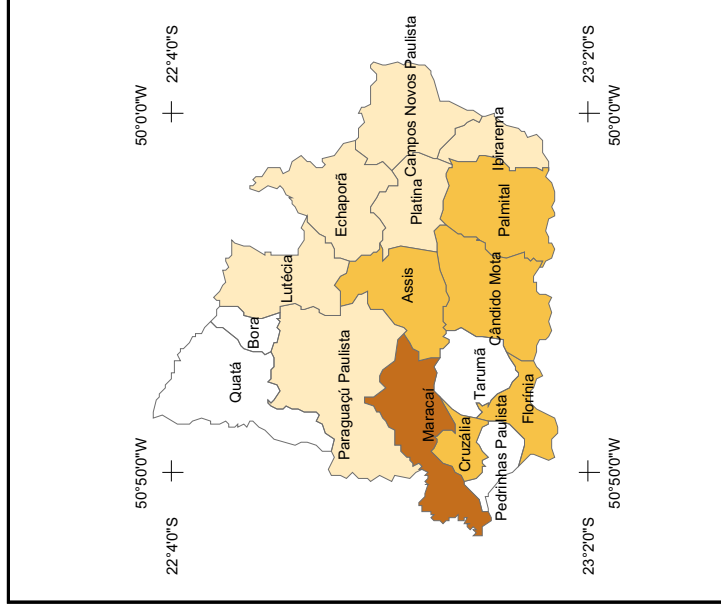
Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Assis, no ano 1983.



Legenda

Área em Produção (ha)

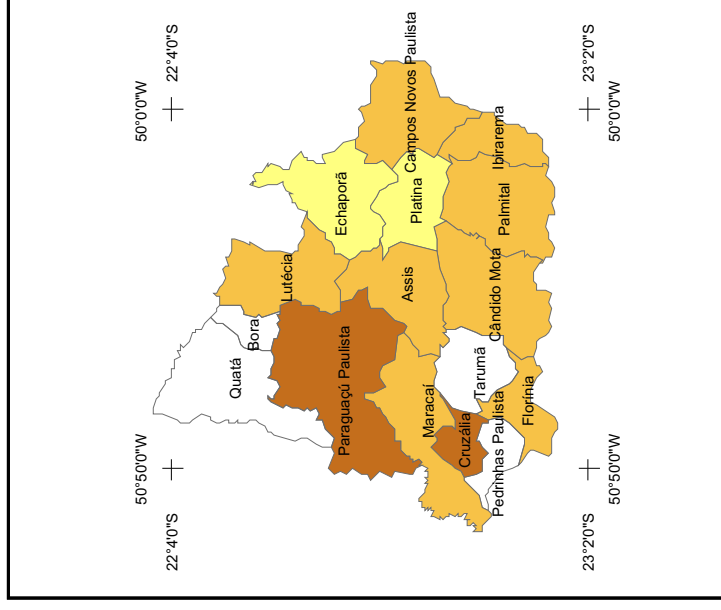
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



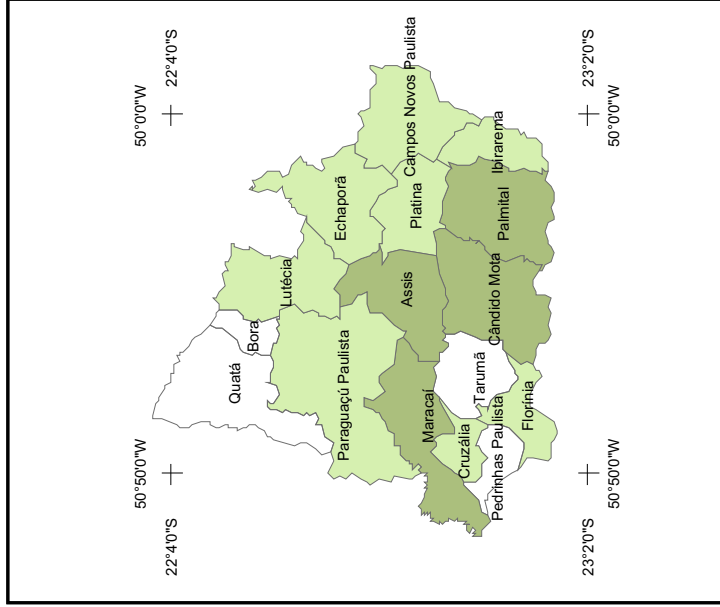
Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
 Cartografia : Rogério Dell' Antônio

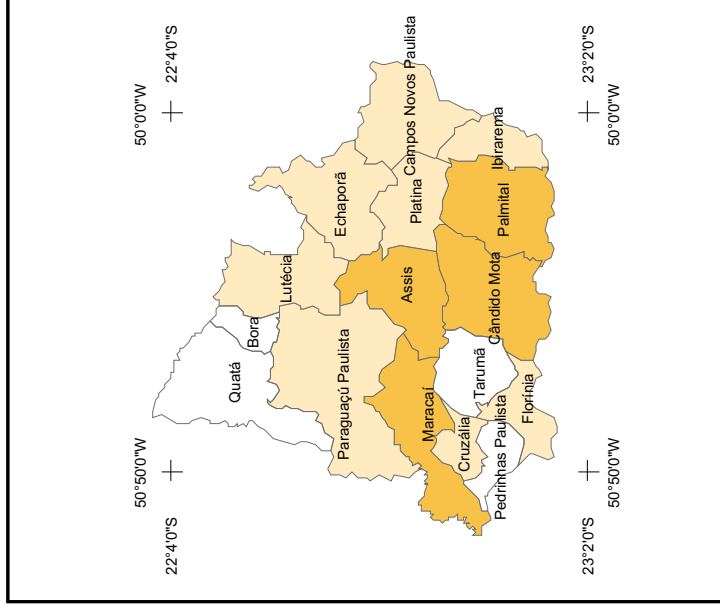
Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Assis, no ano 1987.



Legenda

Área em Produção (ha)

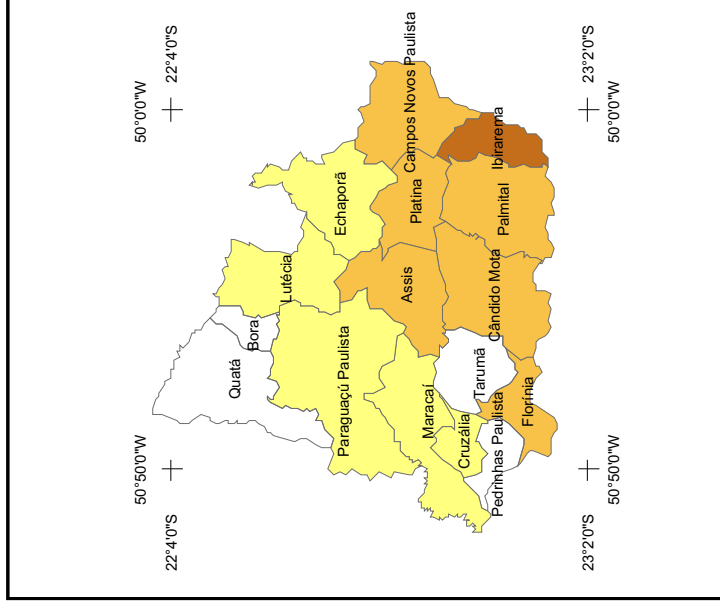
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
 Cartografia : Rogério Dell' Antônio

(Maracaí, Cruzália, Cândido Mota, Assis, Palmital e Florínea). Quanto à produtividade, esta também apresentou redução em relação ao ano anterior, principalmente nos municípios de Paraguaçu Paulista, Cruzália e Maracaí. Aumento nos valores foi verificado apenas para Platina e Ibirarema, sendo este último, o município que apresentou o maior rendimento da Regional (2,4 t/ha).

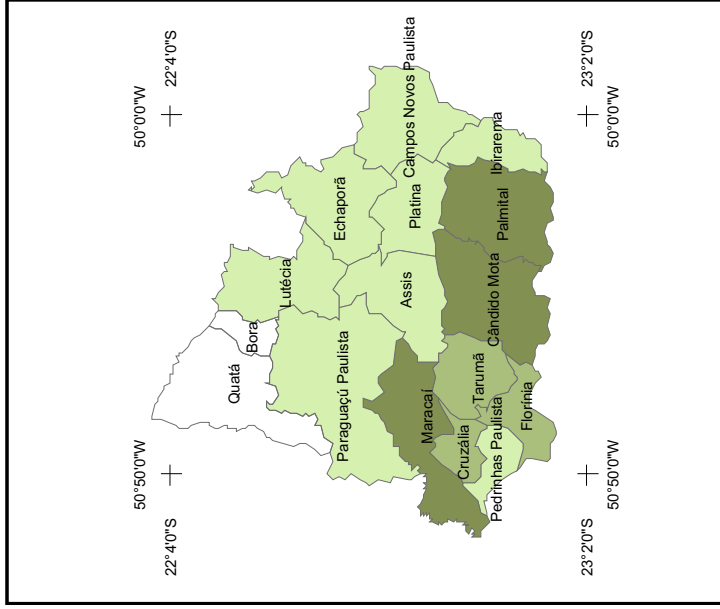
Para o ano de 1997 (**Figura 9**) verifica-se um aumento da área ocupada por soja na Regional em relação aos anos anteriores, com a inclusão de mais dois municípios: Tarumã e Pedrinhas Paulista. Aumento nos valores de área plantada é verificado para os municípios de Palmital (29.400ha), Cândido Mota (26.000ha) e Maracaí (22.000 ha), com Florínea e Assis apresentando uma redução em seus valores em relação ao ano anterior.

Quanto à produção, os maiores valores são verificados para Palmital (70.560 t), Maracaí (56.760t) e Cândido Mota (56.160t), ambos registrando um aumento em relação ao ano anterior, o que ocorreu também em Cruzália e Florínea. Diminuição da produção é verificada apenas para o município de Assis.

Analisando a produtividade, nota-se que todos os municípios produtores registraram aumento em relação ao ano anterior, exceto Ibirarema, que manteve o mesmo valor (2,4 t/ha). Os maiores rendimentos foram alcançados por Pedrinhas Paulista (3 t/ha) e Florínea, Tarumã e Maracaí com 2,6 t/ha.

Finalmente no ano de 2002 (**Figura 10**), o qual registrou a maior produção ao longo da série estudada, a soja passa a ser cultivada em todos os municípios da Regional Agrícola, porém as maiores concentrações de área plantada e de produção se dão nos municípios localizados ao Sul da Regional, com destaque para Palmital, com área plantada de 31.410 hectares e produção de 90.461 toneladas, e Cândido Mota, produzindo 81.780 toneladas numa área de 29.000 hectares. Fato interessante é observado em relação à produtividade, onde todos os municípios, com exceção de Borá, apresentaram os mais altos rendimentos em relação aos anos anteriores, o que talvez possa ser explicado pela adoção de insumos de alta tecnologia ou de algum evento climático favorável.

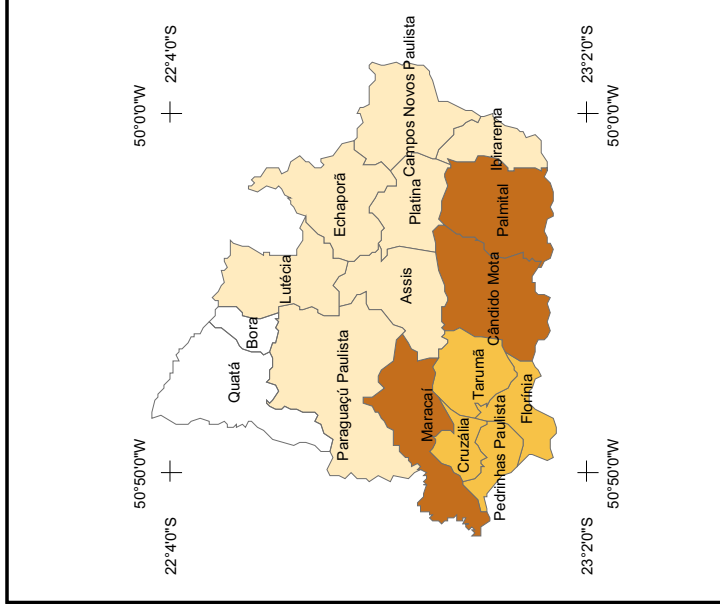
Assim, diante da análise evolutiva da cultura da soja na Regional, pode-se constatar que a maior parte da produção se concentra em sua porção sul, sendo os municípios de Palmital, Cândido Mota e Maracaí os principais produtores, e o município de Cruzália o que alcançou os maiores rendimentos. É justamente nesta porção da



Legenda

Área em Produção (ha)

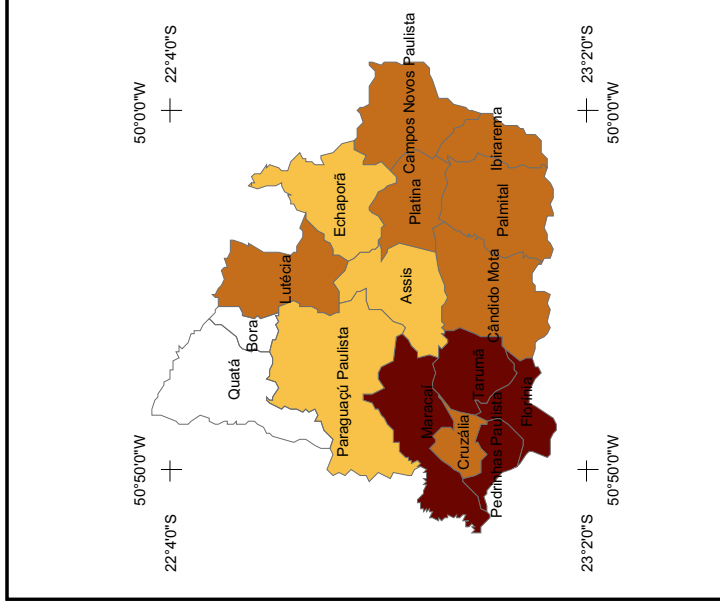
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



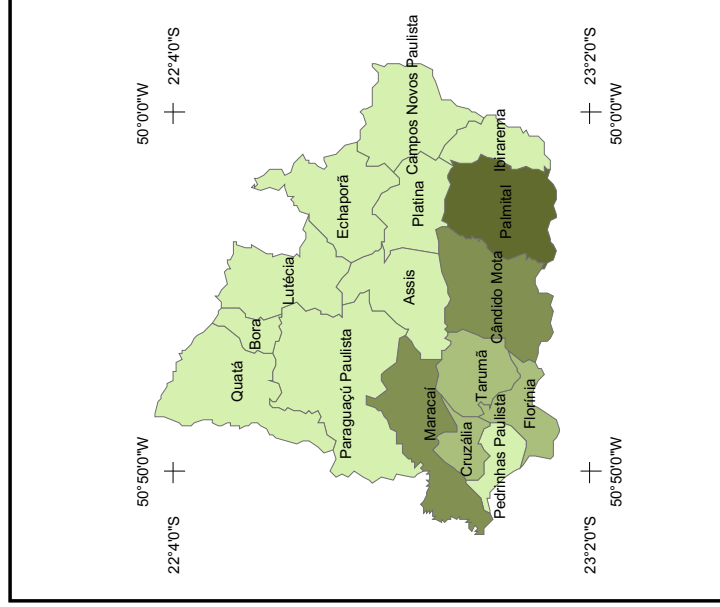
Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
 Cartografia : Rogério Dell' Antônio

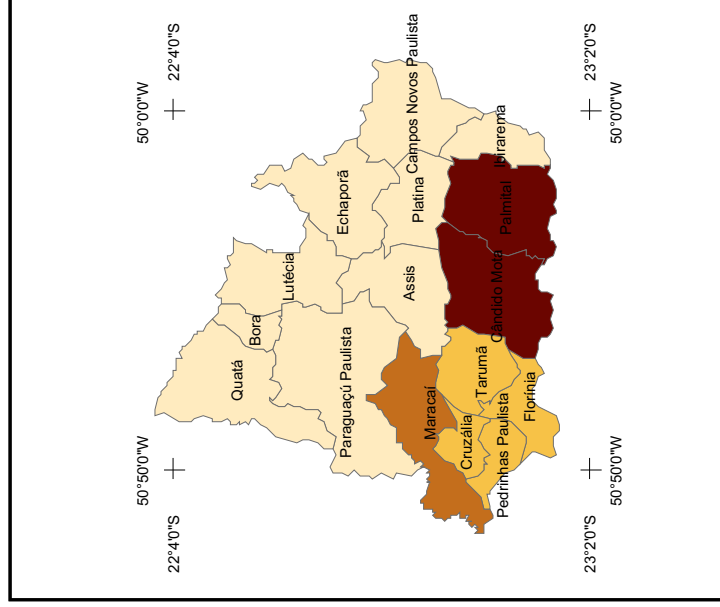
Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Assis, no ano 1997.



Legenda

Área em Produção (ha)

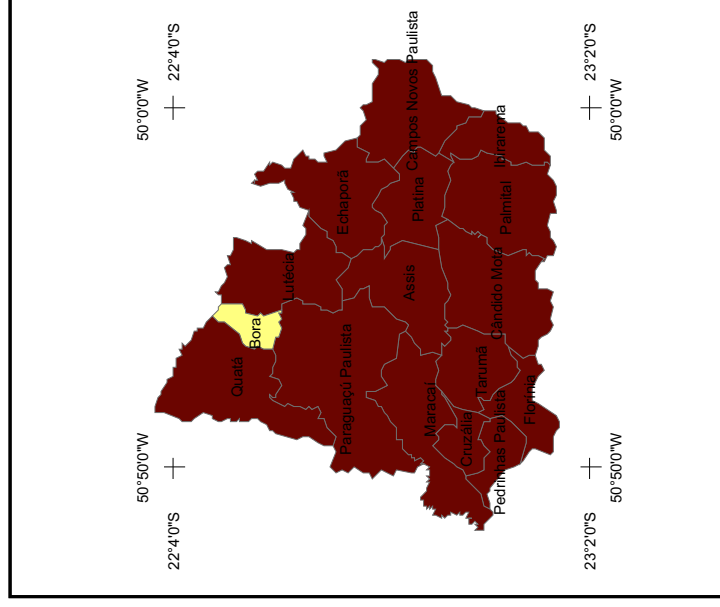
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
 Cartografia : Rogério Dell' Antônio

Regional que ocorrem os solos do tipo Terra Roxa Legítima e Terra Roxa Estruturada, considerados de alta fertilidade.

4.3 – Evolução espaço-temporal da cultura da soja na Regional Agrícola de Orlândia

Na **Figura 11** encontra-se representado o comportamento anual da produção, produtividade e área plantada, para o período de 1983 a 2002.

Observando o comportamento da área plantada ao longo da série pode-se notar uma maior variação nos valores, quando comparados à Regional de Assis. Os anos de 1989 a 1996 representam o sub-período de maiores valores de área plantada por soja, com o ano de 1994 registrando a maior quantidade (171.430ha). O menor valor foi verificado no ano de 1987, com 110.720ha plantados por soja na Regional.

Com relação à produção, até 1988 e no último triênio da série, esta apresentou-se pouco variável. Nos demais anos observa-se uma maior variação nos valores acompanhando, de um modo geral, a variação da área plantada. A maior produção de soja do período ocorreu no ano de 1994 (379.310t), e a menor foi registrada no ano de 1990 (215.524t).

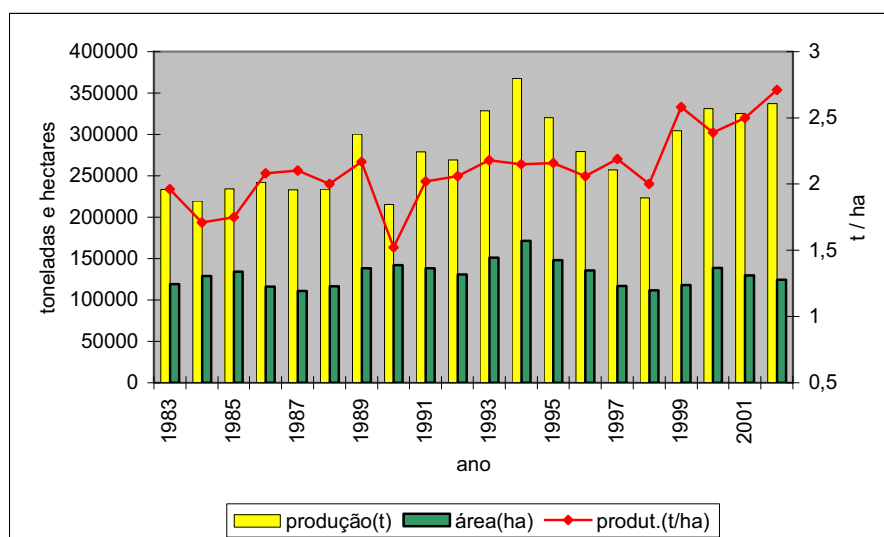


Figura 11 – Comportamento anual da produção, área plantada e produtividade da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no período de 1983 a 2002.

Analisando o comportamento da produtividade observa-se que, à exceção do ano de 1990 que registrou o mais baixo rendimento da série (1,5 t/ha), até 1998 os valores desta variável apresentaram-se relativamente pouco variáveis, ocorrendo um nítido aumento nos valores a partir de então, registrando inclusive as mais altas produtividades da série, com o ano de 2002 alcançando o maior valor (2,7 t/ha).

Assim como o ocorrido para a Regional de Assis, também foram mapeados os valores de produção, produtividade e área plantada, por município, considerando-se o mesmo intervalo de tempo, a fim de acompanhar a evolução têmporo-espacial da cultura da soja na Regional Agrícola de Orlândia, considerada a segunda maior produtora do Estado de São Paulo.

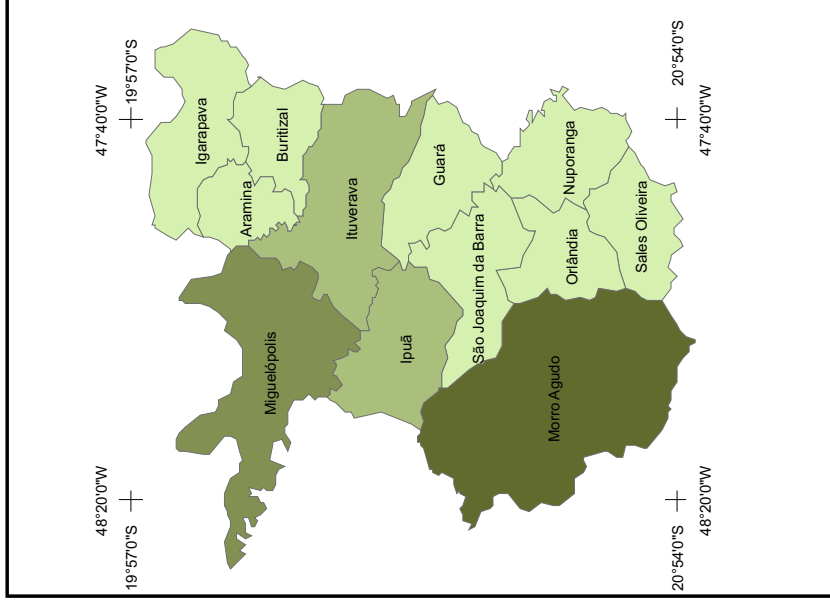
Observando a **Figura 12** referente ao ano de 1983, tem-se o município de Morro Agudo registrando os maiores valores de área plantada (40.000ha) e de produção (72.000t), seguido respectivamente por Miguelópolis (22.000ha produzindo 46.200t), Ituverava (15.000ha produzindo 29.700t) e Ipuã (14.300ha produzindo 28.314t).

Com relação à produtividade, esta apresentou-se praticamente homogênea para toda a Regional, destacando-se o município de Sales Oliveira, alcançando o maior valor de produtividade: 2,4 t/ha.

O ano de 1987 (**Figura 13**), considerando a área plantada, apresentou-se pouco variável em relação ao ano anterior, com o município de Miguelópolis registrando uma diminuição em seu valor.

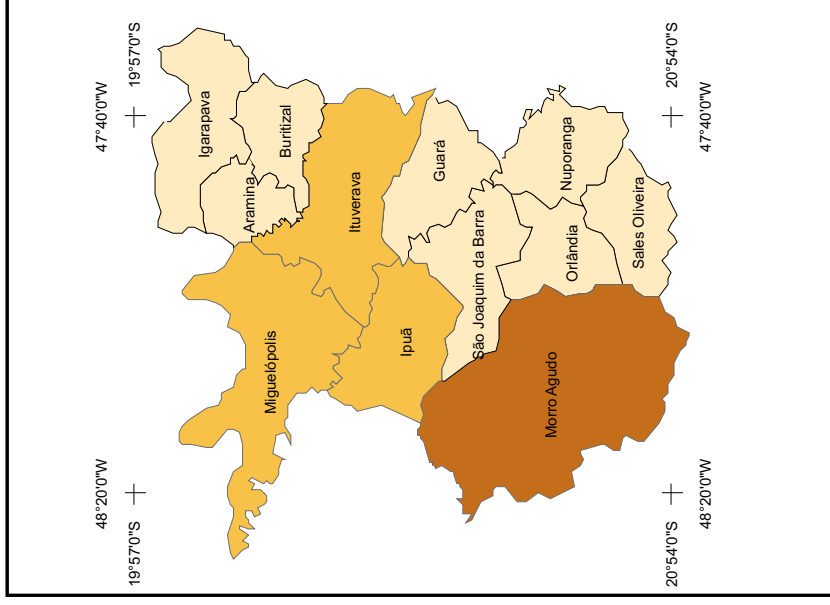
Quanto à produção, esta apresentou-se invariável em relação ao ano de 1982. Porém, o comportamento da produtividade apresentou-se bastante diferente, registrando um aumento nos valores dos municípios, exceto em Buritizal, com os maiores rendimentos alcançados por Guará (2,3 t/ha) e Ituverava (2,2 t/ha).

No ano de 1992 (**Figura 14**) pode-se verificar uma modificação em relação à área plantada por soja na Regional, quando o município de Miguelópolis passa a ocupar o primeiro lugar com 33.872 ha, seguido por Morro Agudo (23.000ha), Ituverava (20.000ha), Ipuã (18.000ha) e Nuporanga (12.500ha) que apresentam um aumento em relação aos



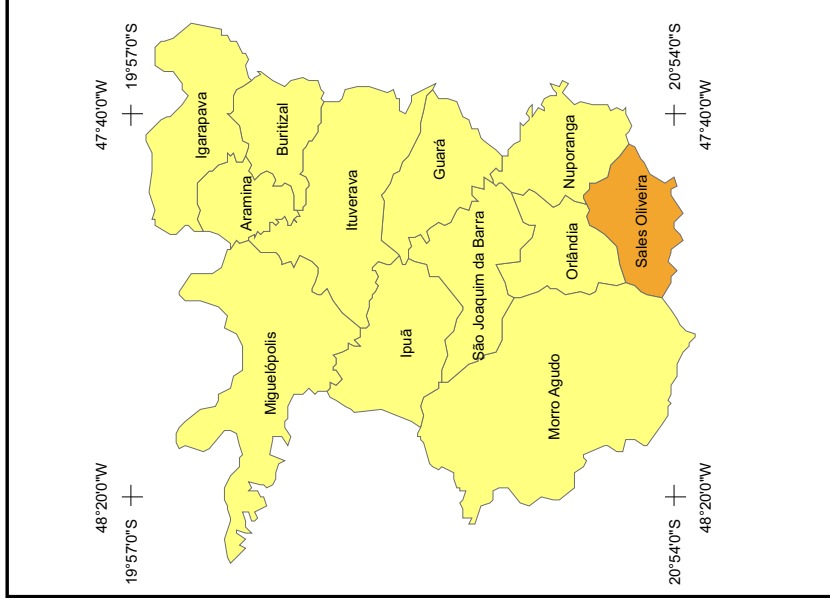
Legenda
Área em Produção (ha)

- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda
Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516

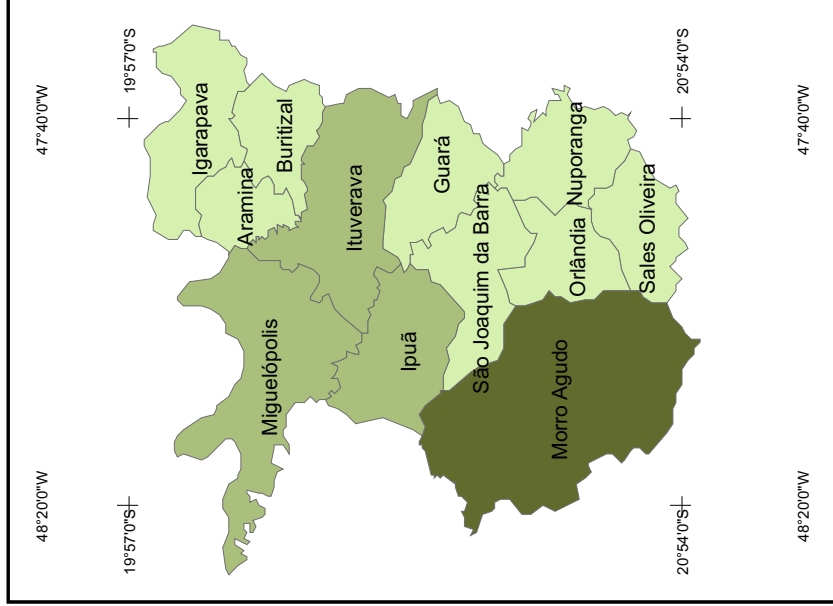


Legenda
Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20- 1,65
- 1,66- 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

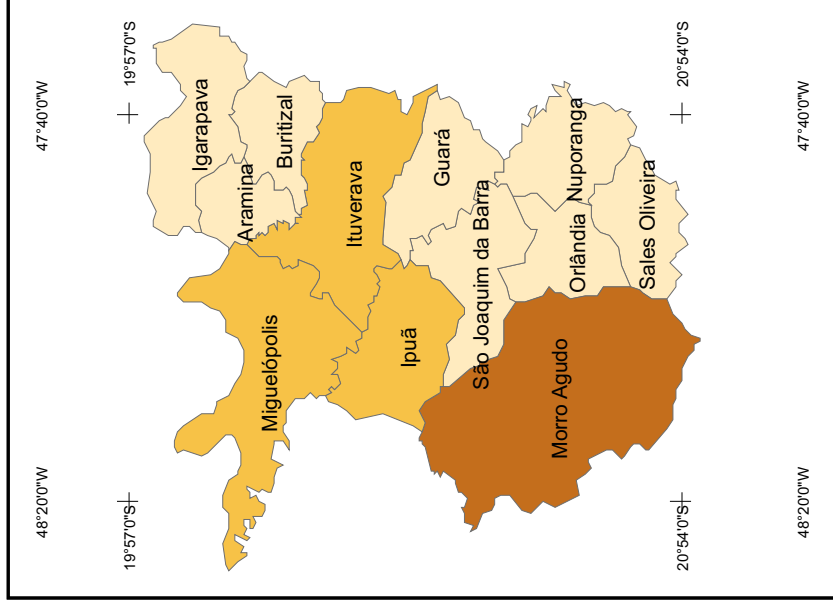
Organização : Adriana Bieras
Cartografia : Rogério Dell' Antônio

Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Orlandia, no ano 1983.



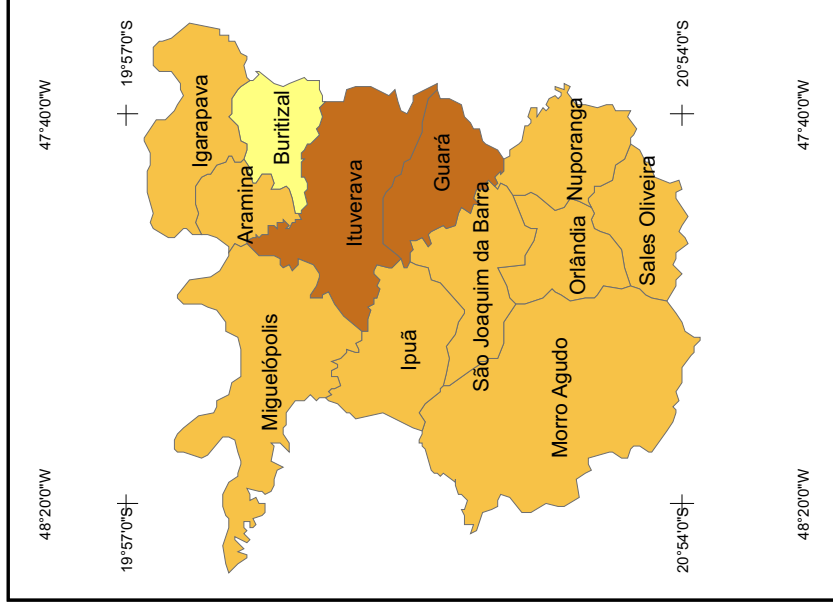
Legenda
Área em Produção (ha)

- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda
Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516

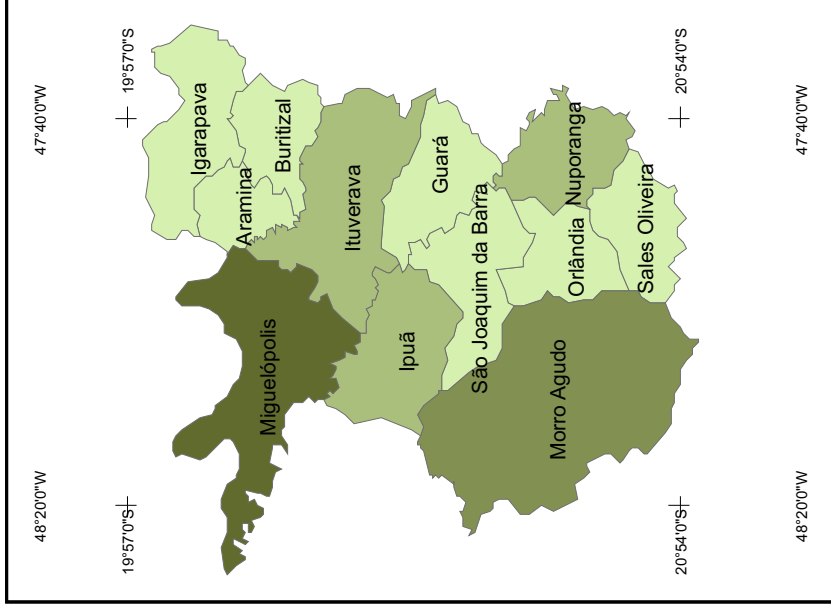


Legenda
Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
Cartografia : Rogério Dell' Antônio

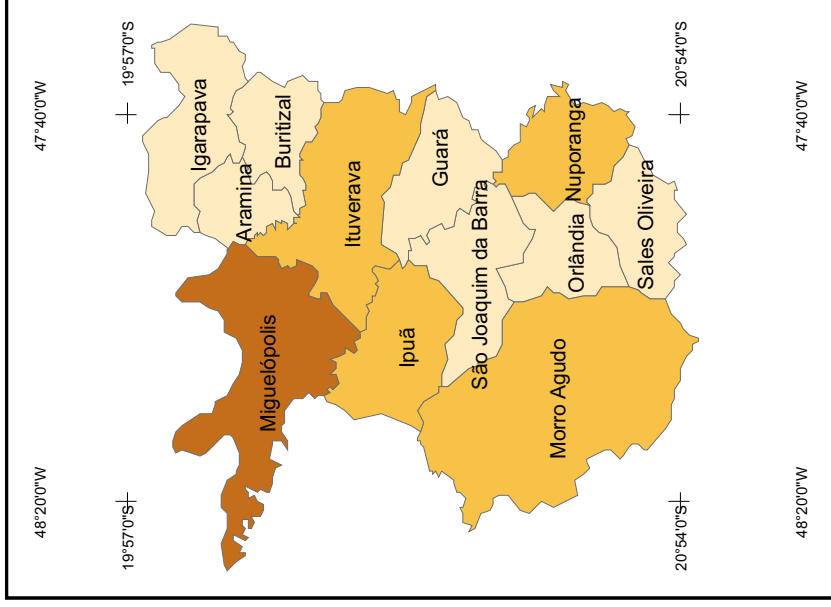
Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Orlandia, no ano 1987.



Legenda

Área em Produção (ha)

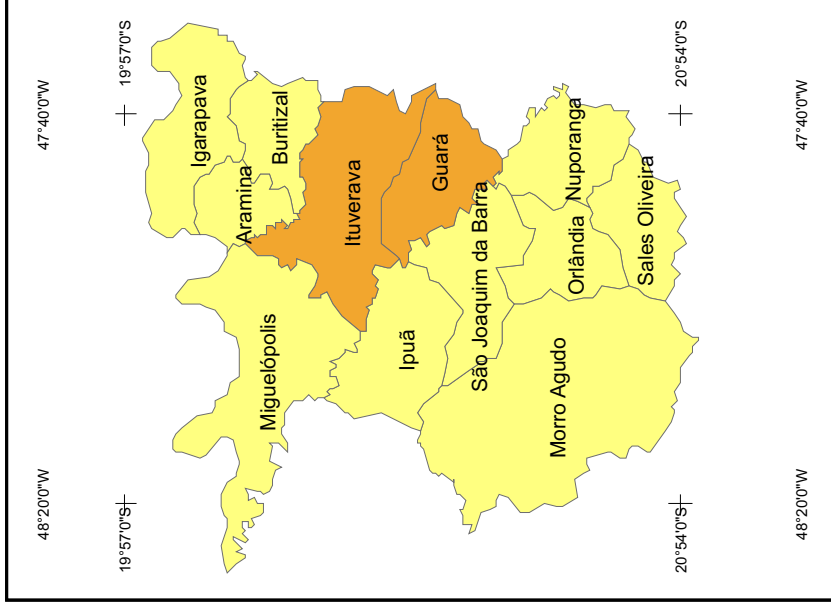
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
Cartografia : Rogério Dell' Antônio

Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Orlandia, no ano 1992.

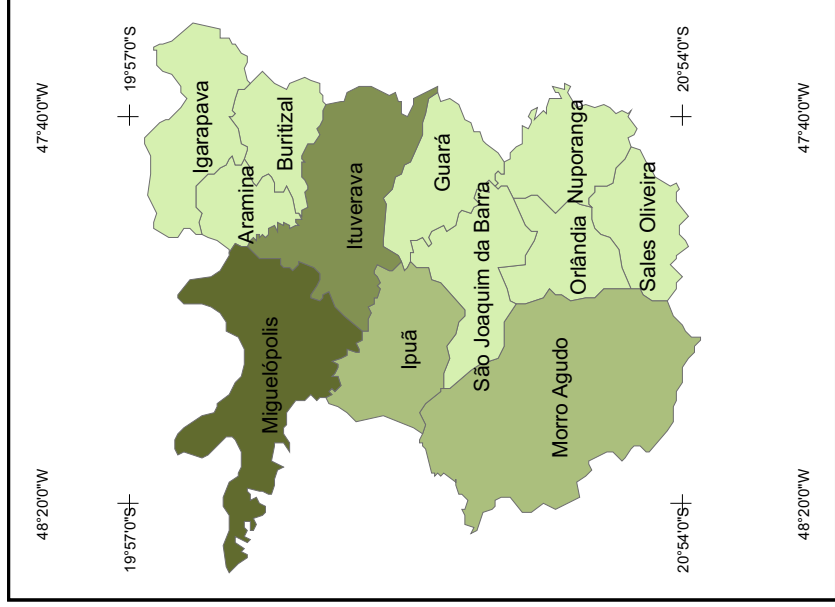
anos anteriores. O mesmo fato pode ser observado também com relação à produção, com Miguelópolis (71.131t), Morro Agudo (45.540t), Ituverava (44.400t), Ipuã (35.640t) e Nuporanga (26.250t). Quanto à produtividade, Ituverava, Guará e Buritizal mantêm os mesmos valores, com os demais municípios registrando diminuição.

Observando a **Figura 15** referente ao ano de 1997, nota-se que Miguelópolis mantém-se como o município com maior área plantada (31.000ha); porém, Morro Agudo registrou uma diminuição, perdendo a posição para Ituverava, que passou a figurar como o segundo município em área plantada (25.000ha).

Para a produção o mesmo fato é observado, com Miguelópolis e Ituverava registrando os maiores valores: 70.680 toneladas e 55.500 toneladas, respectivamente. Com relação à produtividade, nota-se um comportamento bastante diferente do ocorrido no ano anterior, com o aumento do número de municípios registrando maiores rendimentos, liderados por Orlândia (2,4 t/ha).

E para o último ano analisado (2002), representado na **Figura 16**, o comportamento da área plantada manteve-se o mesmo em relação ao ano anterior. Na produção destaca-se o município de Miguelópolis (produzindo 102.519t), seguido por Ituverava (64.800t), Morro Agudo (54.000t) e Ipuã (49.500t). O comportamento da produtividade pode ser observado na Figura 8, onde o ano de 2002 apresentou o maior rendimento ao longo da série temporal, sendo este ocorrido na maioria dos municípios pertencentes à Regional, destacando-se Ipuã (3 t/ha).

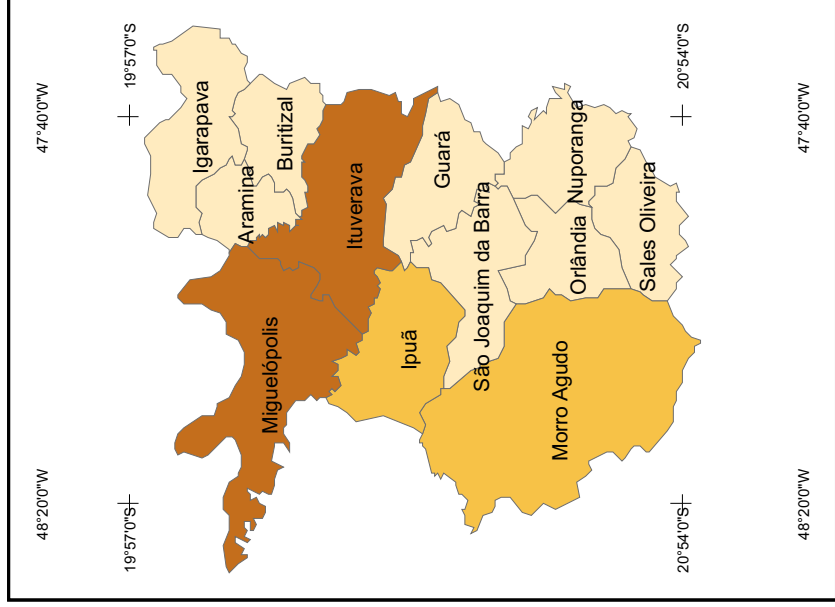
Desta forma, para os anos analisados, pode-se observar pouca variação em relação à produção e à área plantada, sendo os municípios de Miguelópolis, Morro Agudo, Ituverava e Ipuã os principais produtores de soja da Regional. Maior variação foi verificada no comportamento da produtividade, destacando-se, no contexto geral, o município de Ituverava.



Legenda

Área em Produção (ha)

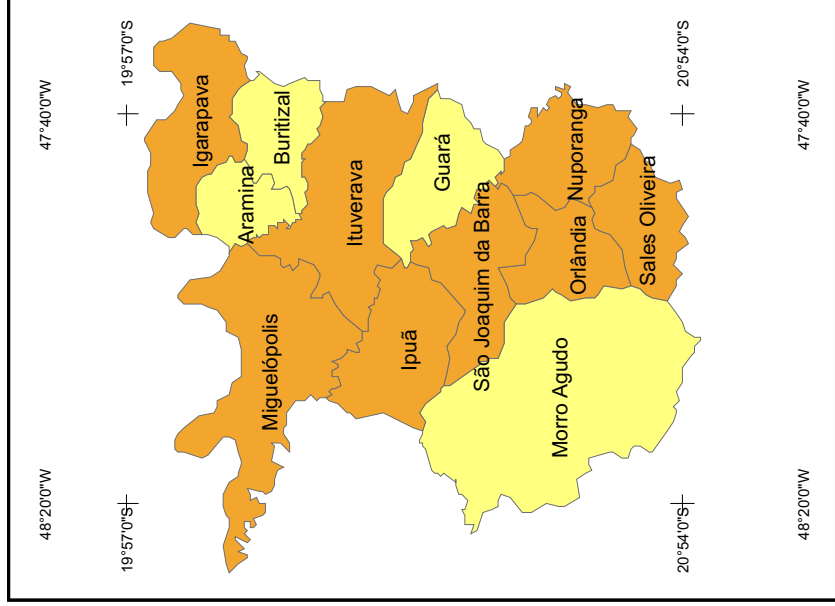
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



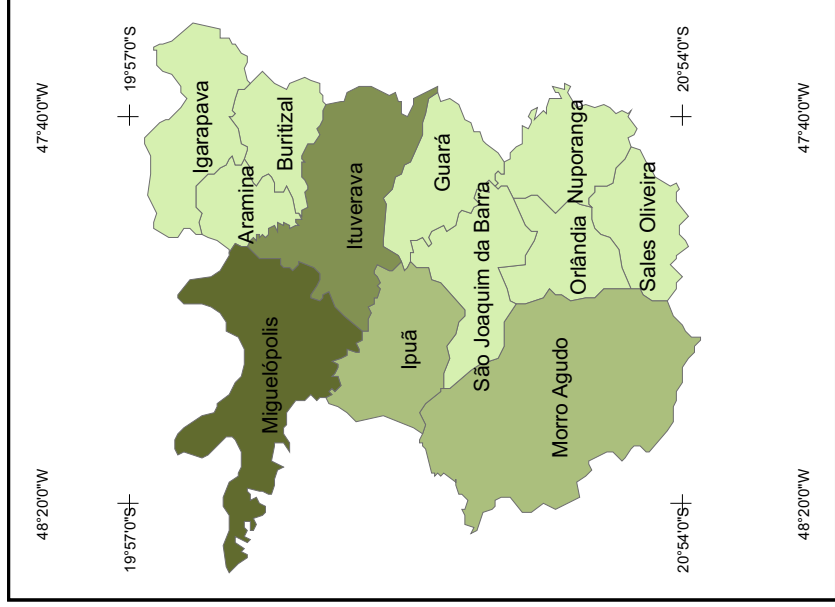
Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
Cartografia : Rogério Dell' Antônio

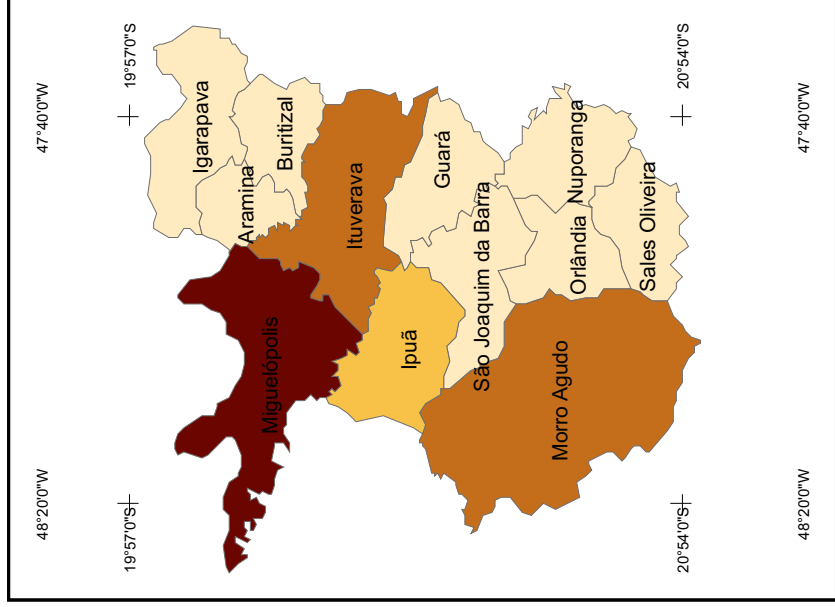
Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Oriândia, no ano 1997.



Legenda

Área em Produção (ha)

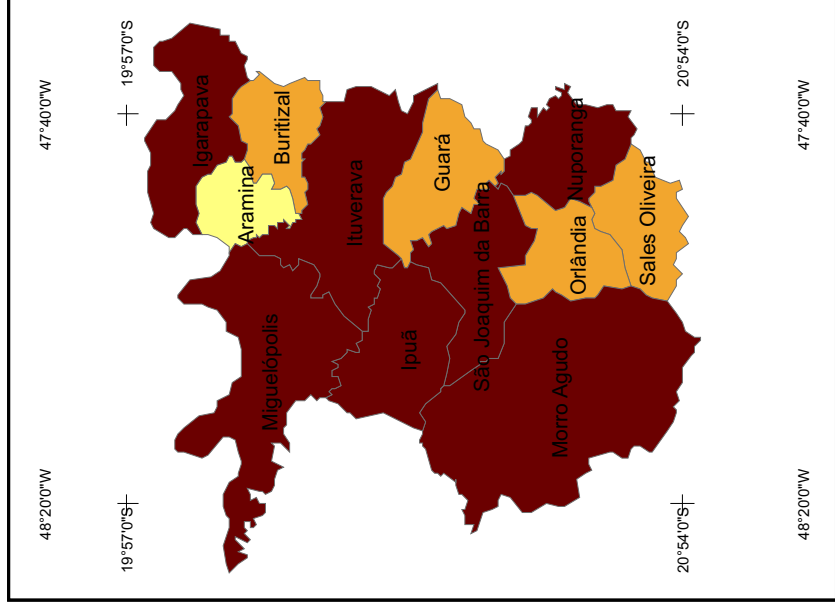
- Ausência de dados
- 98 - 10.073,5
- 10.073,5 - 20.049,1
- 20.049,2 - 30.024,7
- 30.024,7 - 40.000



Legenda

Produção (t)

- Ausência de dados
- 206 - 25.784,5
- 25.784,6 - 51.363,1
- 51.363,2 - 76.941,7
- 76.941,8 - 102.516



Legenda

Produtividade (t/ha)

- Ausência de dados
- 1,20 - 1,65
- 1,66 - 2,11
- 2,12 - 2,57
- 2,58 - 3,00

Organização : Adriana Bieras
 Cartografia : Rogério Dell' Antônio

Produção, produtividade e área em produção, da cultura de soja, na Regional Agrícola de Oriândia, no ano 2002.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS DOS MUNICÍPIOS DE ASSIS E BEBEDOURO (SP)

Neste capítulo serão apresentadas a variabilidade e a tendência anual, sazonal e mensal da temperatura e da precipitação pluviométrica nas regionais em estudo, a fim de estabelecer posterior correlação com a produtividade da cultura da soja, na qual consiste o objetivo principal desta pesquisa.

5.1. Condições termo-pluviométricas do município de Assis (SP)

5.1.1. Temperatura

Ao longo da série temporal em análise – 1976 a 2000, registrou-se temperatura média anual de 22,1^oC, sendo o ano de 1986 o que apresentou a temperatura média mais elevada (23,3^oC) e 1989 a média mais baixa (20,8^oC).

Na análise da distribuição desta variável climática ao longo da série (**Figura 17**), observa-se que as temperaturas mais elevadas foram registradas durante os dez primeiros anos (no período de 1976-86). Os anos subseqüentes apontam uma diminuição nos valores em relação ao período anterior e à média evidenciando, assim, a existência de dois períodos distintos dentro da série; sendo verificado o desvio padrão de 0,6^oC e o coeficiente de variação de 2,5%, demonstrados na **Tabela 1**.

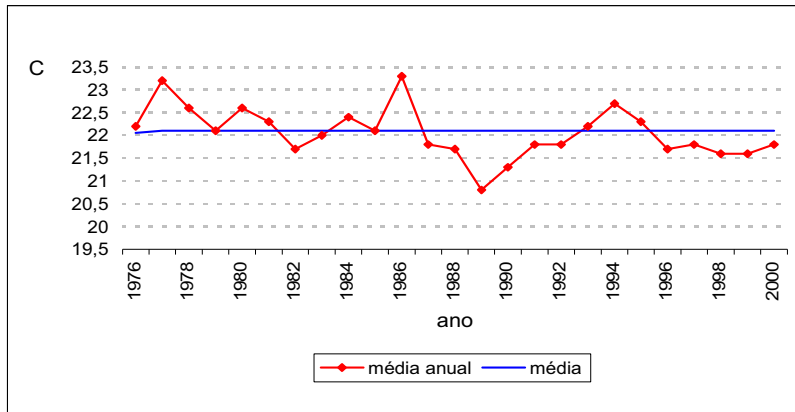


Figura 17 – Temperatura média anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

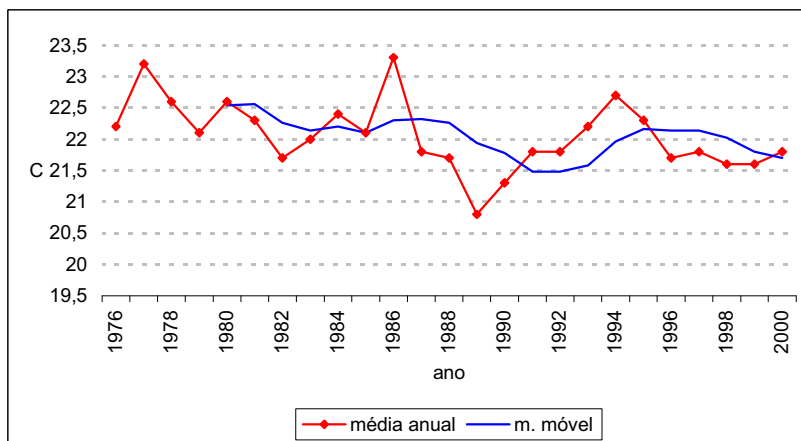


Figura 18 – Temperatura média anual e média móvel do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

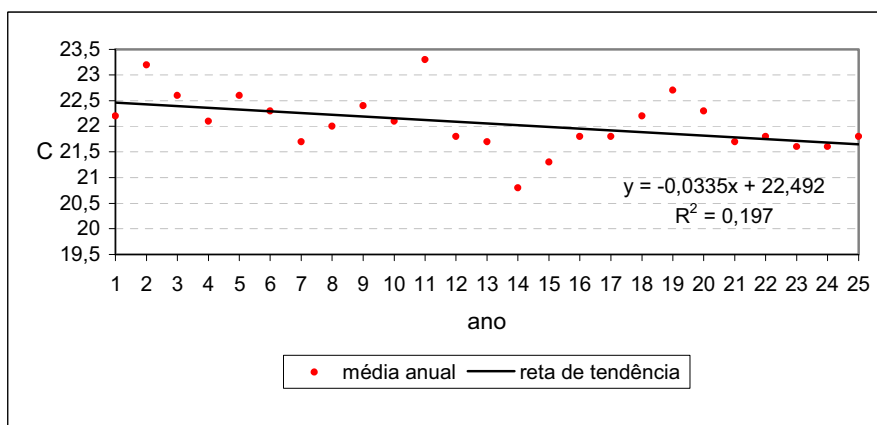


Figura 19 – Tendência da temperatura média anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Pela variação da média móvel (**Figura 18**) observa-se mais nitidamente a diminuição nas médias anuais, com destaque para os anos de 1987 a 1992 e 1996 a 2000, os quais marcam as temperaturas menos elevadas da série. Assim, a reta de tendência aponta para uma diminuição da ordem de 0,7°C na temperatura média anual durante o período considerado (**Figura 19**), significativa ao nível de 2,62%.

Tabela 1 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura média anual e mensal, no município de Assis (SP), para os anos de 1976 a 2000

anual / mensal	média (°)	desvio padrão (°)	coeficiente de variação (%)
Jan	24,8	0,9	3,5
Fev	25,0	0,9	3,4
Mar	24,6	0,8	3,2
Abr	22,7	1,1	4,8
Mai	19,6	1,3	6,9
Jun	17,8	1,3	7,0
Jul	18,0	1,6	8,7
Ago	19,7	0,9	4,8
Set	21,1	1,1	5,4
Out	23,1	1,4	6,0
Nov	24,2	1,2	4,9
Dez	24,1	1,0	4,1
Anual	22,1	0,6	2,5

Quanto ao comportamento mensal desta variável, representada na **Figura 20**, a tabulação dos dados aponta o primeiro trimestre do ano como o período de temperaturas mais elevadas (média de 24,8°C), sendo o mês de fevereiro o mais quente do ano, com média mensal de 25°C. Os meses de maio, junho, julho e agosto representam o período do ano com temperaturas menos elevadas (média 18,7°C), sendo o mês de junho o mais frio (17,8°C).

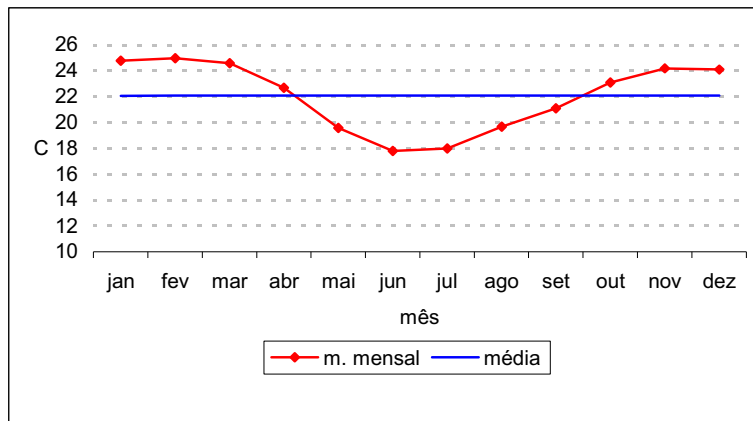


Figura 20 – Temperatura média mensal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Analisando o comportamento, a variabilidade e a tendência da temperatura média mensal, verifica-se que para o mês de **janeiro** a média mensal registrada foi de 24,8^oC, sendo que a média mais elevada foi registrada no ano de 1986 (26,6^oC) e a menos elevada em 1982 (22,9^oC). Pela distribuição das médias mensais ao longo da série (**Figura 21**), observa-se uma maior oscilação nos valores até 1989, com os anos subseqüentes apresentando uma maior homogeneização, sendo verificado desvio padrão de 0,9^oC e coeficiente de variação no valor de 3,5%. Pela variação da média móvel (**Figura 22**) observa-se com maior clareza esta variabilidade sendo que, no contexto geral, destacam-se os anos de 1986 a 1990 como o sub-período de médias mais elevadas da série. Já a reta de tendência aponta um aumento de 0,3^oC no período considerado (**Figura 23**), com nível de significância de 57,35%.

Com relação ao mês de **fevereiro**, registrou-se média mensal de 25^oC, com o ano de 1977 apresentando a maior média (26,6^oC) e 1987 a menor (23^oC). Pela **Figura 24**, a qual representa a distribuição das médias ao longo da série, verifica-se uma nítida diminuição nos valores das médias a partir de 1987, o qual pode ser mais claramente observado pela análise da média móvel (**Figura 25**). Quanto à variabilidade, registrou-se desvio padrão de 0,9^oC e coeficiente de variação de 3,4%, sendo valores muito semelhantes aos registrados no mês anterior. Já a reta de tendência mostra uma significativa diminuição de 1,4^oC para o período considerado (**Figura 26**), significativa ao nível de 1,67%.

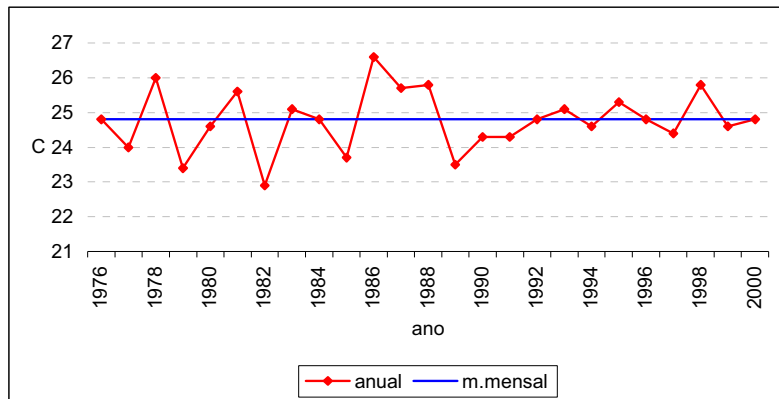


Figura 21 – Temperatura média do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

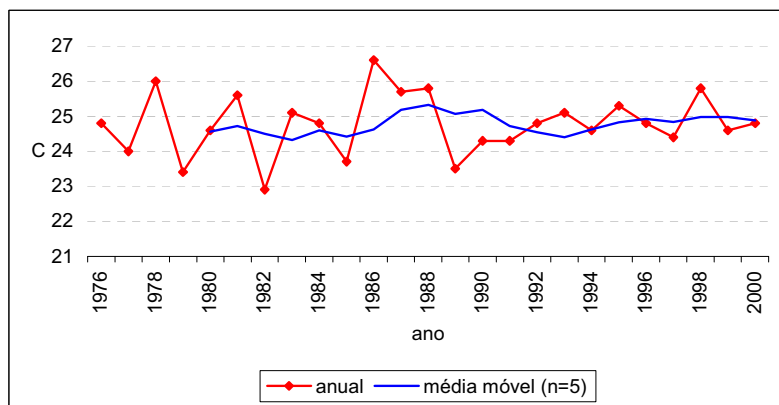


Figura 22 – Temperatura média e média móvel do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

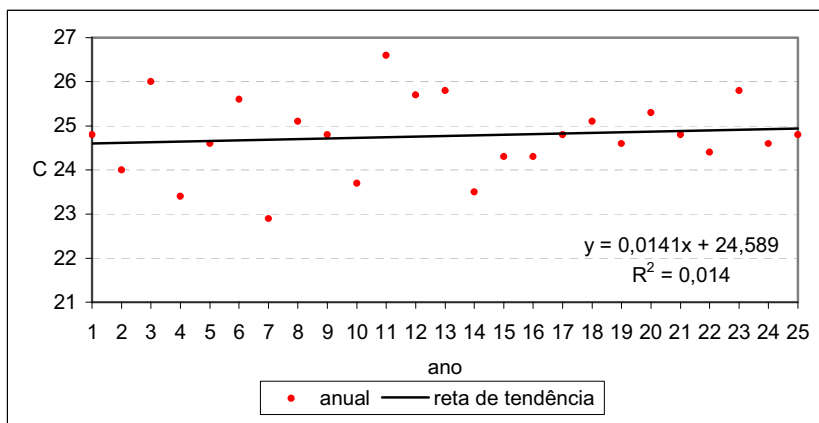


Figura 23 – Tendência da temperatura média do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

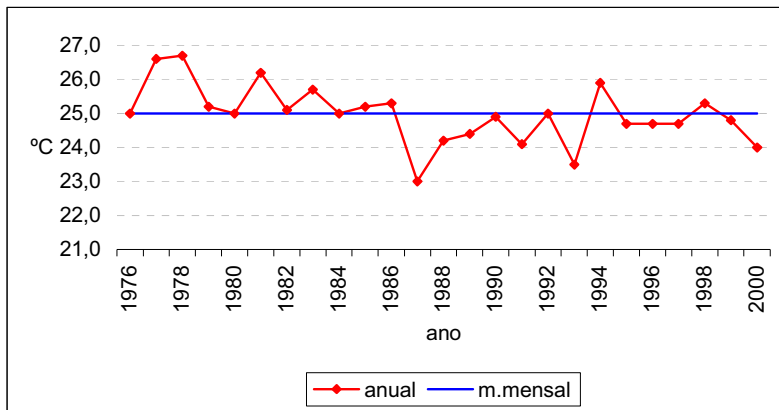


Figura 24 – Temperatura média do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

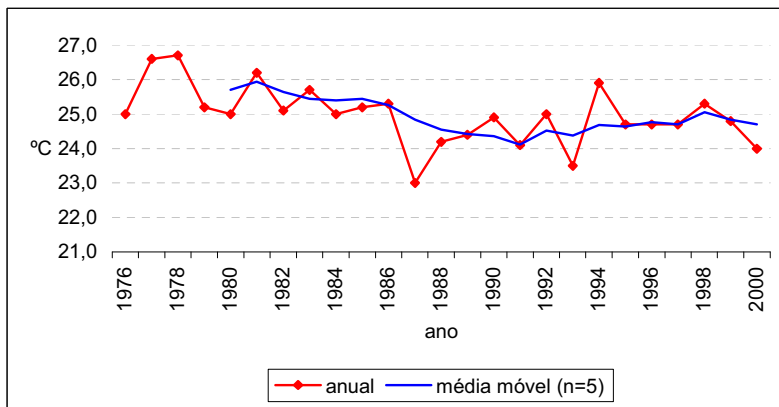


Figura 25 – Temperatura média e média móvel do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

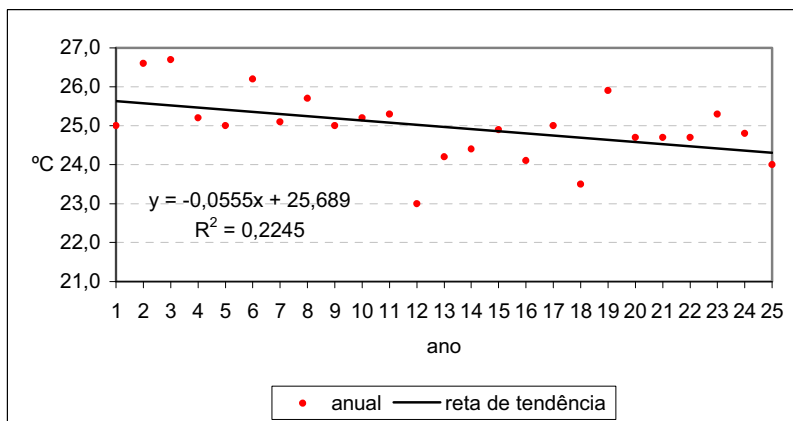


Figura 26 – Tendência da temperatura média do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Para o mês de **março**, registrou-se média mensal de 24,6^oC, com média mais elevada verificada no ano de 1977 (26,9^oC) e a mais baixa em 1987 (23,2^oC). Considerando o comportamento das médias ao longo da série (**Figura 27**), destacam-se os anos de 1979 a 1983, os quais registraram uma diminuição nos valores de temperatura. O desvio padrão verificado para o período foi de 0,8^oC, com coeficiente de variação de 3,2%. Pela média móvel (**Figura 28**) observa-se diminuição nos valores das médias, sendo esta mais acentuada até o ano de 1984. Para o período considerado, foi verificada tendência de diminuição de 1,2^oC (**Figura 29**), significativa ao nível de 2,99%.

Considerando o mês de **abril**, a média mensal registrada foi de 22,7^oC, sendo o ano de 1986 o que apresentou a média mais elevada (25,9^oC) e 1982 a mais baixa (21,1^oC). A distribuição das médias ao longo da série apresentou-se pouco variável, podendo ser destacados os anos de 1982 e 1983 e 1996 a 2000 representando os sub-períodos de temperaturas menos elevadas (**Figura 30**). Com relação à variabilidade, verificou-se desvio padrão de 1,1^oC e coeficiente de variação de 4,8%. Pela variação da média móvel (**Figura 31**) observa-se uma diminuição de forma suave nos valores da temperatura a partir do ano de 1990, sendo calculado para os 25 anos de observação, uma diminuição de 0,8^oC (**Figura 32**), com nível de significância de 28,18%.

O mês de **maio** registrou temperatura média mensal de 19,6^oC, com o ano de 1986 novamente apresentando a média mais elevada (23,8^oC), sendo que a mais baixa foi registrada no ano de 1998 (17,8^oC). Com relação à variabilidade, foi verificado desvio padrão de 1,3^oC e coeficiente de variação de 6,9%. Pela **Figura 33** observou-se uma maior oscilação nos valores entre os anos de 1981 a 1990, sendo que os anos subsequentes apresentaram uma distribuição mais homogênea. A média móvel mostrou-se pouco variável, podendo ser notado um ligeiro decréscimo nos valores a partir do ano de 1991 em relação aos anos anteriores (**Figura 34**), porém, a reta de tendência aponta uma diminuição de 1,5^oC para o período estudado (**Figura 35**), significativa em 11,88%.

Para o mês de **junho** a temperatura média mensal foi de 17,8^oC, representando o mês mais frio do ano. O desvio padrão verificado para este mês foi de 1,3^oC com coeficiente de variação de 7%. Ao longo da série temporal novamente a ano de 1986 registrou a média mais elevada (21^oC) e 1988 a mais baixa (15,8^oC) sendo que, no contexto geral, os anos de 1987-94 e 1996-99 representaram os sub-períodos de médias mais elevadas (**Figura 36**). Com relação à média móvel (**Figura 37**), esta apresentou-se pouco variável, mostrando uma ligeira diminuição nos valores do sub-período de 1986 a

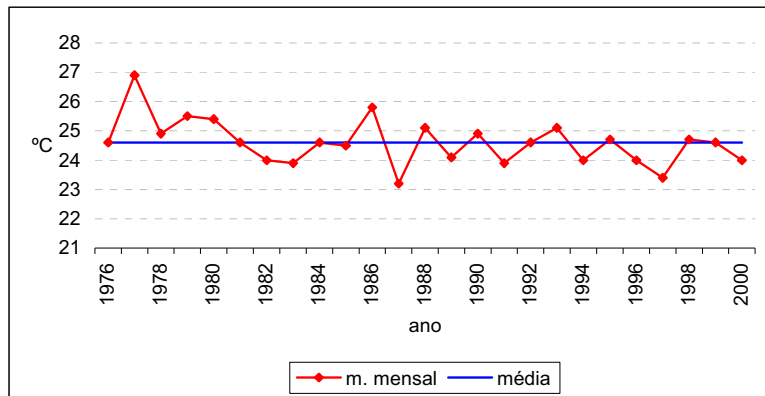


Figura 27 – Temperatura média do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

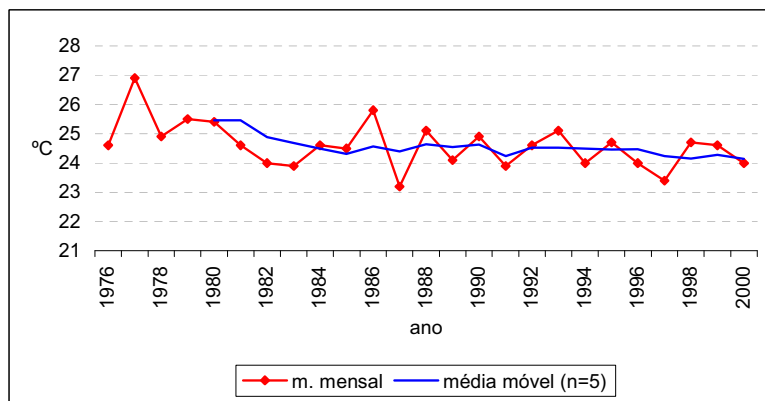


Figura 28 – Temperatura média e média móvel do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

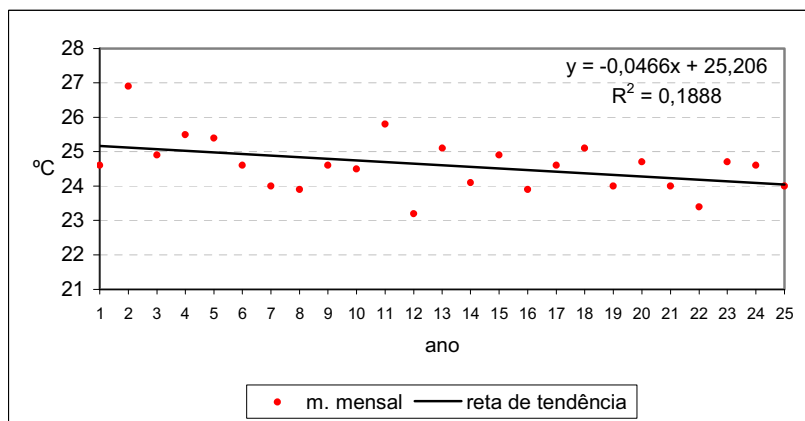


Figura 29 – Tendência da temperatura média do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

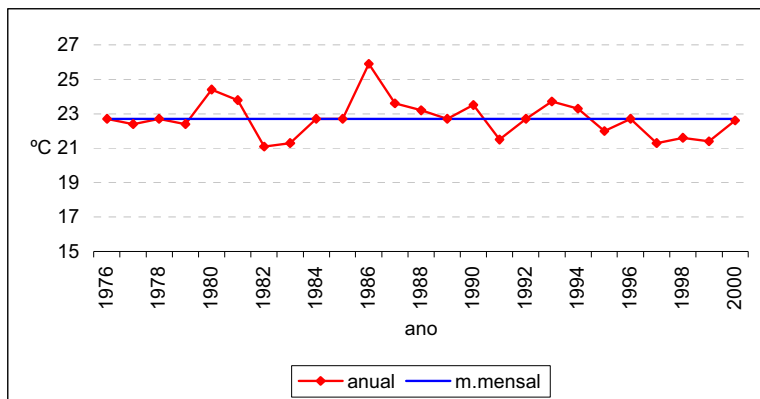


Figura 30 – Temperatura média do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

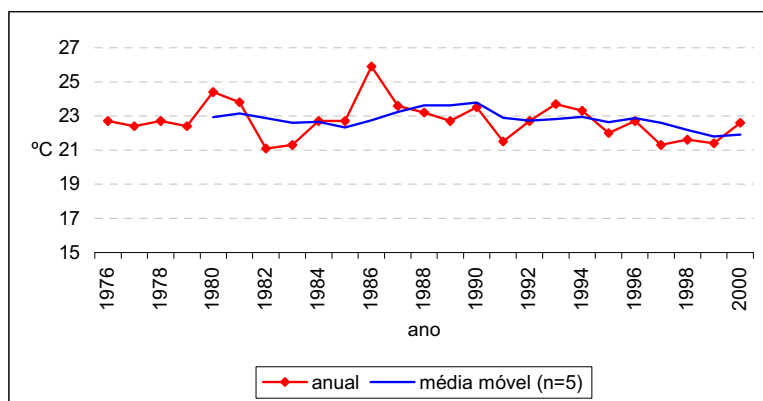


Figura 31 – Temperatura média e média móvel do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

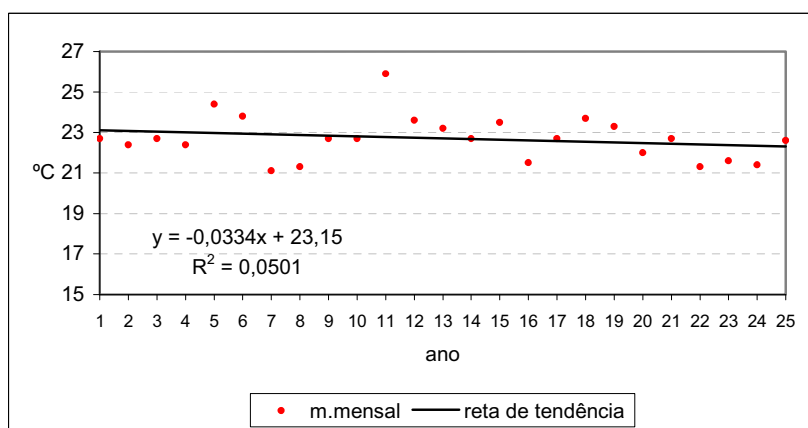


Figura 32 – Tendência da temperatura média do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

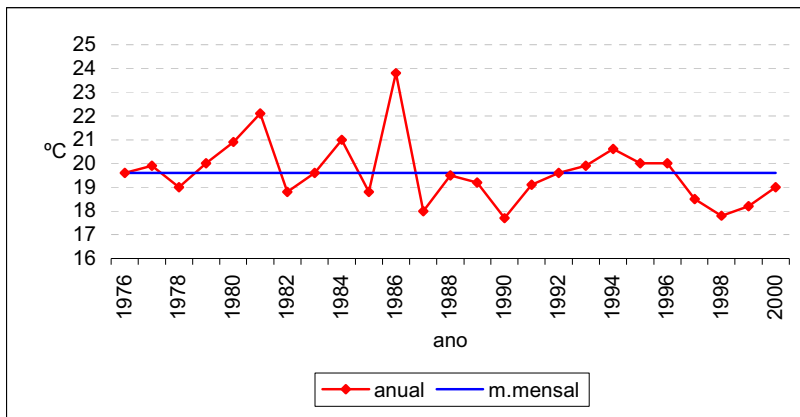


Figura 33 – Temperatura média do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

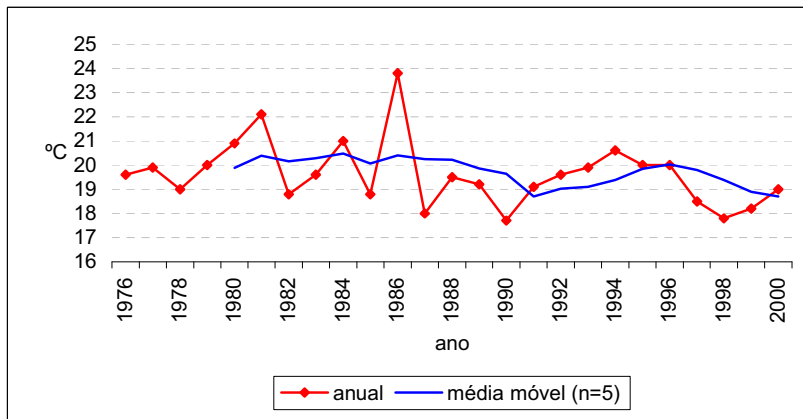


Figura 34 – Temperatura média e média móvel do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

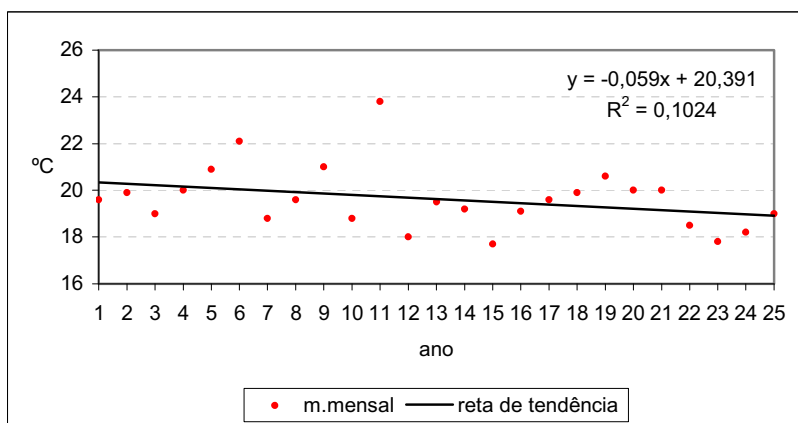


Figura 35 – Tendência da temperatura média do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

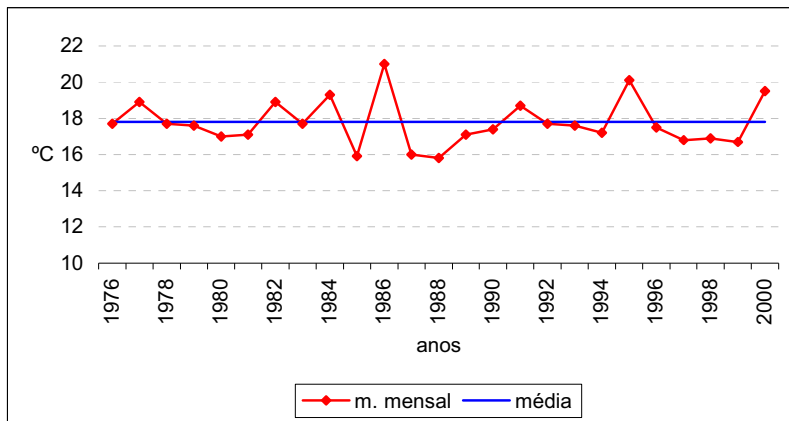


Figura 36 – Temperatura média do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

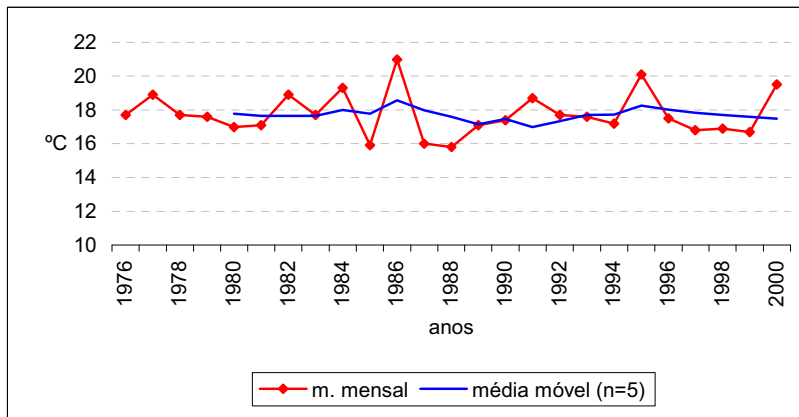


Figura 37 – Temperatura média e média móvel do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

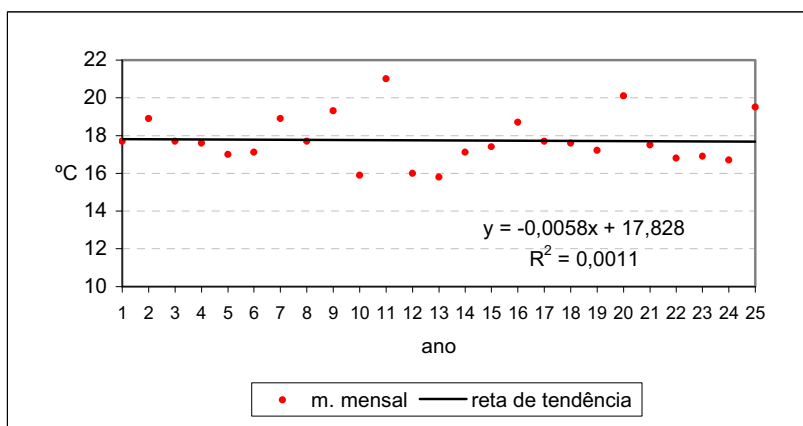


Figura 38 – Tendência da temperatura média do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

1995. A reta de tendência (**Figura 38**) aponta uma diminuição de apenas 0,1°C considerando-se, portanto, a manutenção nos valores desta variável durante a série considerada, sendo o nível de significância da ordem de 41,71%.

Quanto ao mês de **julho**, a temperatura média registrada foi de 18°C, com desvio padrão de 1,6°C e coeficiente de variação de 8,7%. Pela **Figura 39**, pode-se notar que a partir do ano de 1988 as médias apresentam-se mais homogêneas, sendo o ano de 1977 o que registrou a média mais elevada (21,6°C) e 1988 a mais baixa (15,7°C). Pela média móvel (**Figura 40**) observa-se pouca variação ao longo da série. Já a reta de tendência registrou diminuição de 0,7°C (**Figura 41**), com nível de significância de 54,90%.

Para o mês de **agosto** a temperatura média mensal registrada foi de 19,7°C, com o ano de 1995 registrando a temperatura mais elevada (21,6°C) e 1989 a mais baixa (17,8°C). O desvio padrão verificado foi de 0,9°C e coeficiente de variação de 4,8% (**Figura 42**). A média móvel apresenta-se pouco variável, podendo ser observado um ligeiro aumento a partir de 1995 (**Figura 43**). Pela **Figura 44**, a reta de tendência mostra manutenção nos valores das médias ao longo da série, tendo em vista que os cálculos apontam para uma diminuição de apenas 0,1°C no período, com significância de 79,86%.

O mês de **setembro** registrou temperatura média mensal de 21,1°C, com o ano de 1985 apresentando a média mais alta (23,7°C) e 1990 a menos elevada (18,3°C). Com relação à variabilidade, foi verificado desvio padrão de 1,1°C e coeficiente de variação de 5,4%. Pela **Figura 45** observa-se que as médias apresentam-se pouco variáveis, com os anos de 1989 e 1990 marcando um ligeiro declínio nas médias em relação aos anos anteriores e posteriores. Tal comportamento pode ser melhor visualizado pela variação da média móvel (**Figura 46**). Já a reta de tendência registra diminuição de 0,3°C na média do período considerado (**Figura 47**), significativa ao nível de 71,78%.

Para o mês de **outubro** registrou-se média mensal de 23,1°C, sendo que a média mais elevada foi observada em 1985 (26,1°C) e a mais baixa em 1981 (21,1°C), sendo verificado desvio padrão de 1,4°C e coeficiente de variação de 6%. Considerando o comportamento das médias ao longo da série (**Figura 48**) observa-se ligeira diminuição nos valores a partir do ano de 1988. A variação da média móvel (**Figura 49**) é marcada pela sucessiva diminuição seguida de aumento, sendo este comportamento tendendo a um decréscimo nos valores, no contexto geral. Com relação à tendência, a reta aponta para uma diminuição de 2,2°C no período considerado (**Figura 50**), apresentando nível de significância de 1,73%.

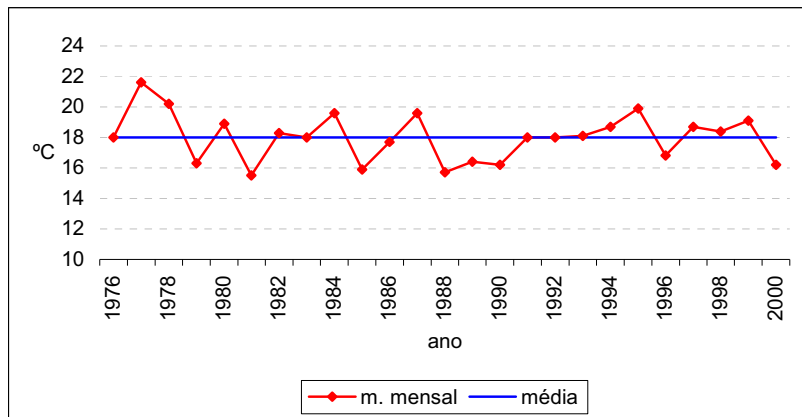


Figura 39 – Temperatura média do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

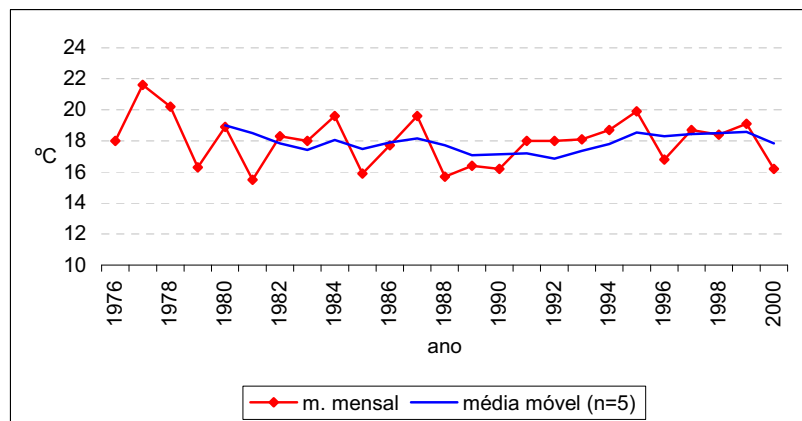


Figura 40 – Temperatura média e média móvel do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

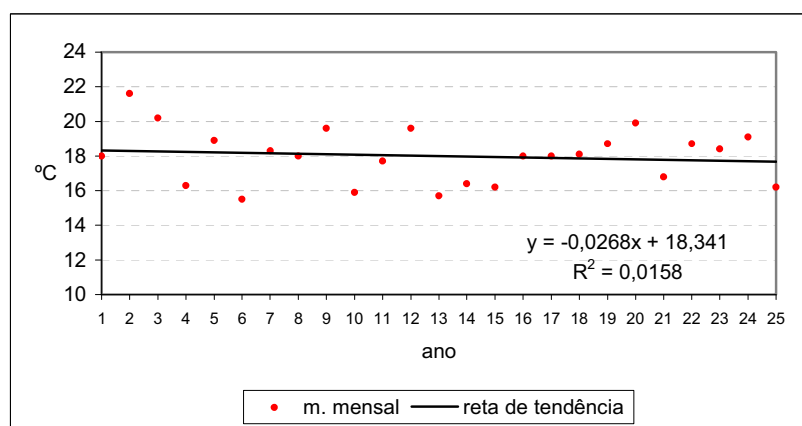


Figura 41 – Tendência da temperatura média do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

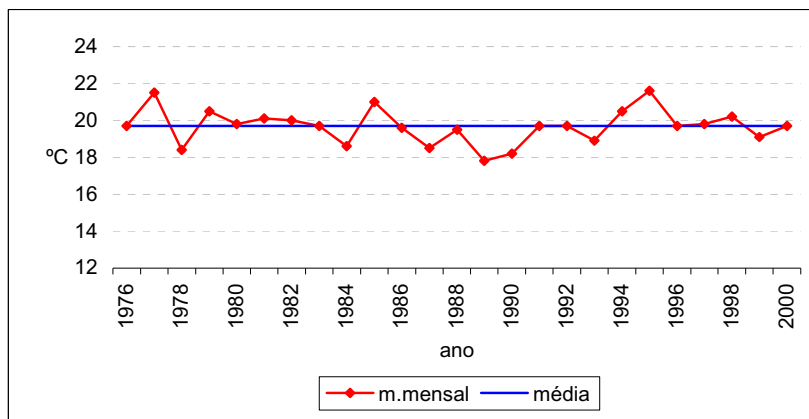


Figura 42 – Temperatura média do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

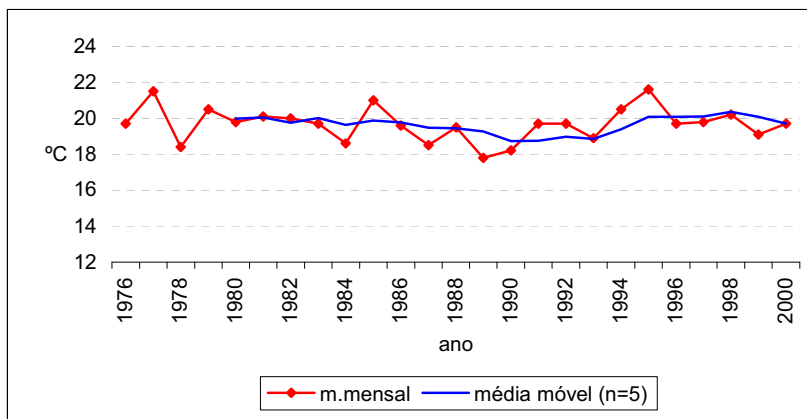


Figura 43 – Temperatura média e média móvel do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

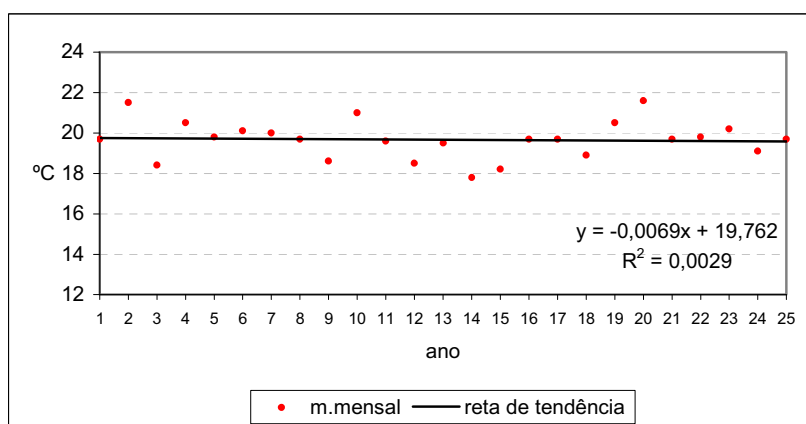


Figura 44 – Tendência da temperatura média do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

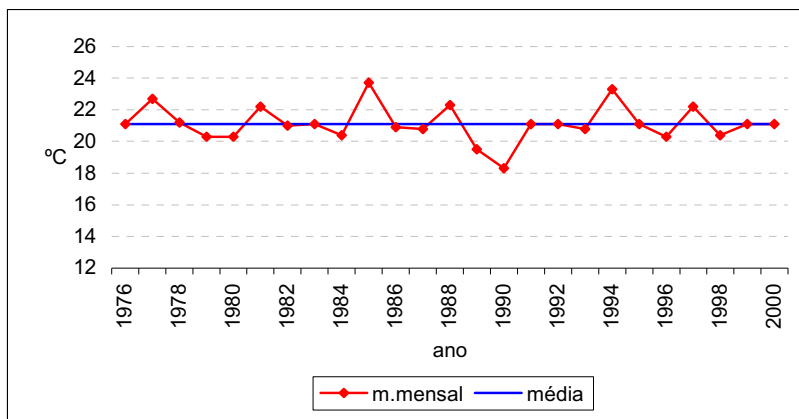


Figura 45 – Temperatura média do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

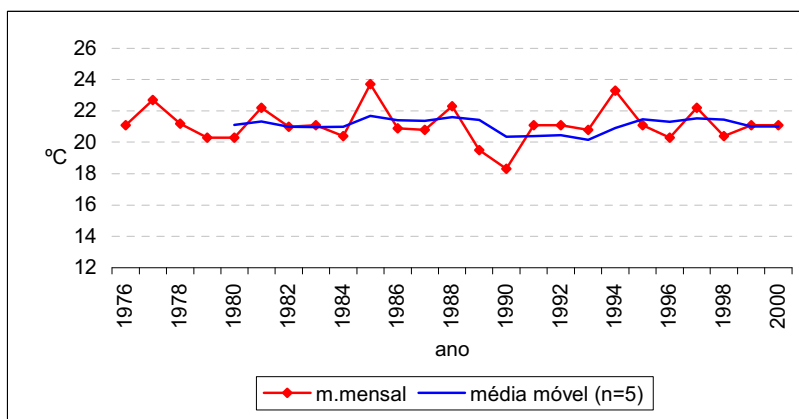


Figura 46 – Temperatura média e média móvel do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

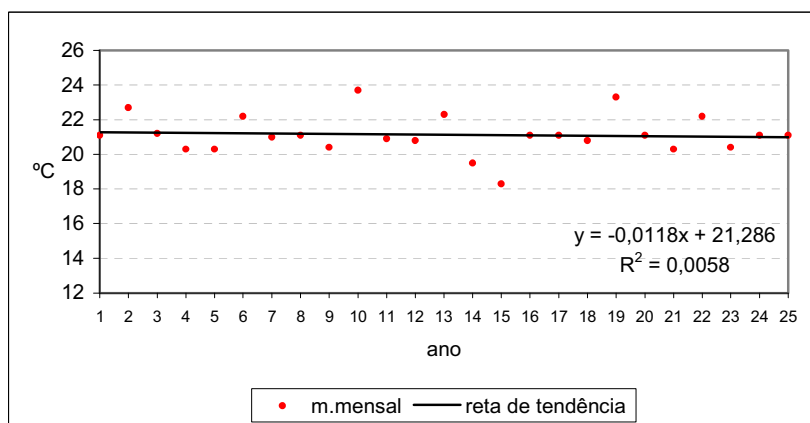


Figura 47 – Tendência da temperatura média do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

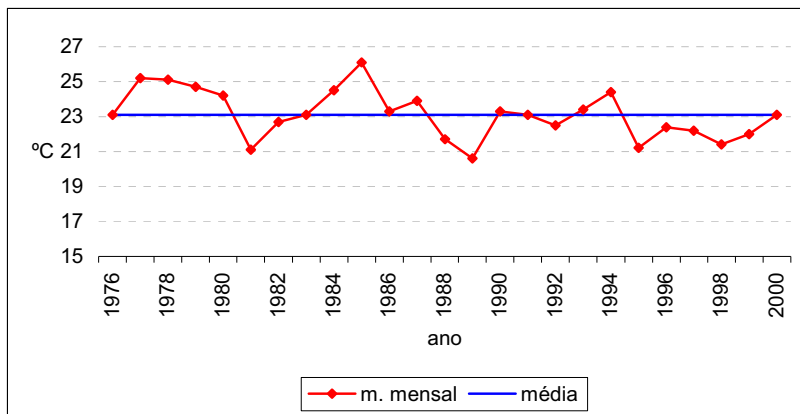


Figura 48 – Temperatura média do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

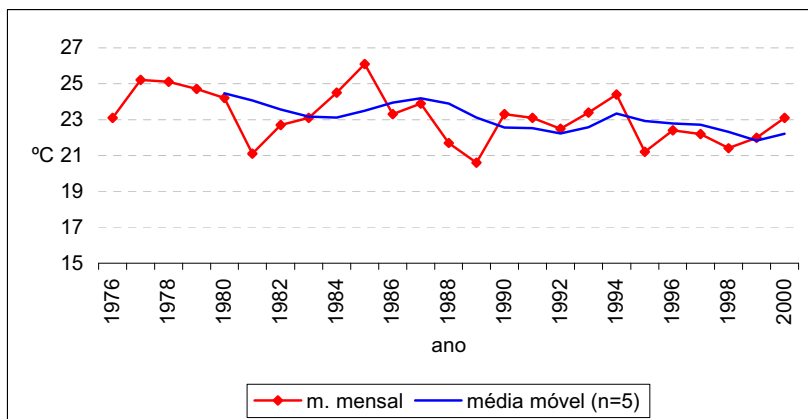


Figura 49 – Temperatura média e média móvel do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

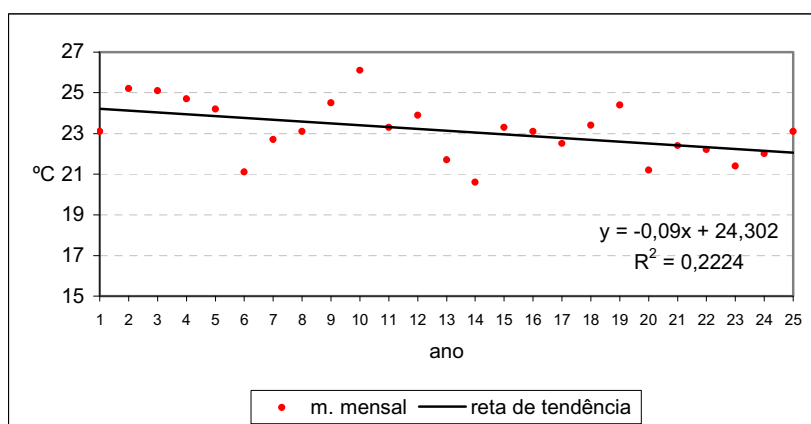


Figura 50 – Tendência da temperatura média do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

O mês de **novembro** registrou temperatura média mensal de $24,2^{\circ}\text{C}$, com desvio padrão de $1,2^{\circ}\text{C}$ e coeficiente de variação de 4,9%. Durante a série estudada, a temperatura mais elevada foi verificada no ano de 1985 ($27,0^{\circ}\text{C}$) e a mais baixa no ano de 1989 ($21,4^{\circ}\text{C}$) sendo que, no contexto geral, pode ser observado uma diminuição nos valores das médias a partir de 1988 (**Figura 51**). Tal comportamento pode ser mais claramente verificado pela variação da média móvel (**Figura 52**). Pela reta de tendência (**Figura 53**) verifica-se diminuição de $1,7^{\circ}\text{C}$ no período em questão, com 3,12% de significância.

Enfim, para o mês de **dezembro**, a temperatura média mensal registrada foi de $24,1^{\circ}\text{C}$, com os anos de 1979 e 1980 apresentando a temperatura mais alta ($25,5^{\circ}\text{C}$) e 1985 a menos elevada ($21,1^{\circ}\text{C}$). Com relação à variabilidade, verificou-se para o período um desvio padrão de 1°C e coeficiente de variação de 4,1%. Pela análise do comportamento anual das médias (**Figura 54**), destacam-se os sub-períodos de 1981-85 e 1989-92 quando houve um declínio nos valores de temperatura. Pela média móvel (**Figura 55**) observa-se pouca variação ao longo do período, podendo ser notado uma diminuição, de forma suave, nos valores até 1993. Porém, pela reta de tendência verifica-se manutenção nos valores de temperatura média do mês de dezembro para a série temporal considerada (**Figura 56**), com nível de significância de 94,69%.

Com relação à análise sazonal desta variável climática, a temperatura média registrada na **primavera** foi de $23,8^{\circ}\text{C}$, com os anos de 1980 e 1994 apresentando a média mais alta ($24,8^{\circ}\text{C}$), e 1989 a menos elevada ($21,6^{\circ}\text{C}$). Pela distribuição das médias ao longo da série (**Figura 57**), observa-se uma maior variação nos valores a partir de 1989 em relação aos anos anteriores, sendo verificado desvio padrão de $0,8^{\circ}\text{C}$ e coeficiente de variação de 3,4%. Pela análise da média móvel (**Figura 58**) nota-se uma diminuição nos valores das médias ao longo da série, sendo esta mais acentuada a partir de 1989. Assim, conforme demonstra a **Figura 59**, a reta de tendência aponta para um decréscimo de $1,3^{\circ}\text{C}$ na temperatura média da primavera durante os vinte e cinco anos de observação (diminuição de $0,05^{\circ}\text{C}$ ao ano), significativo ao nível de 1,73%.

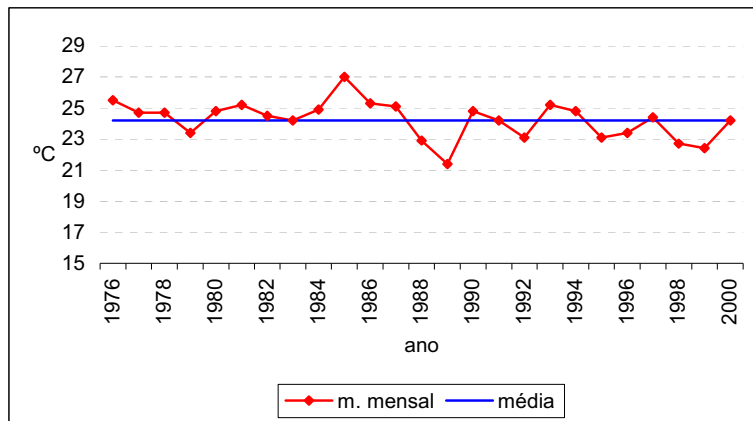


Figura 51 – Temperatura média do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

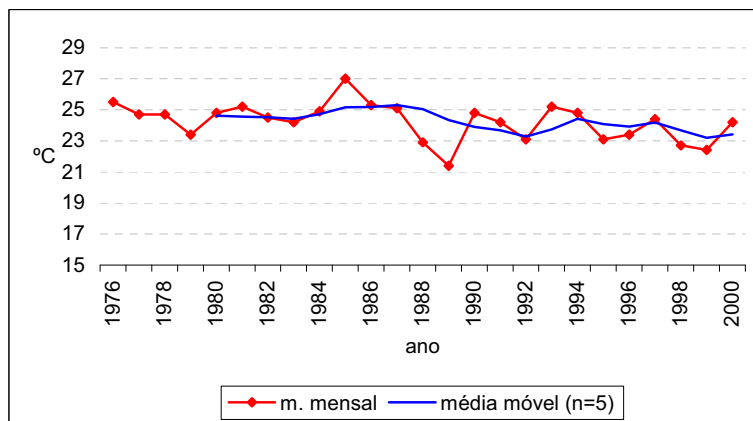


Figura 52 – Temperatura média e média móvel do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

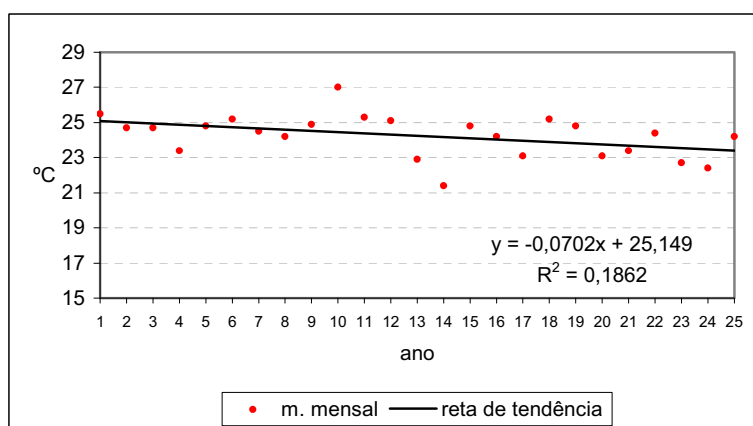


Figura 53 – Tendência da temperatura média de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

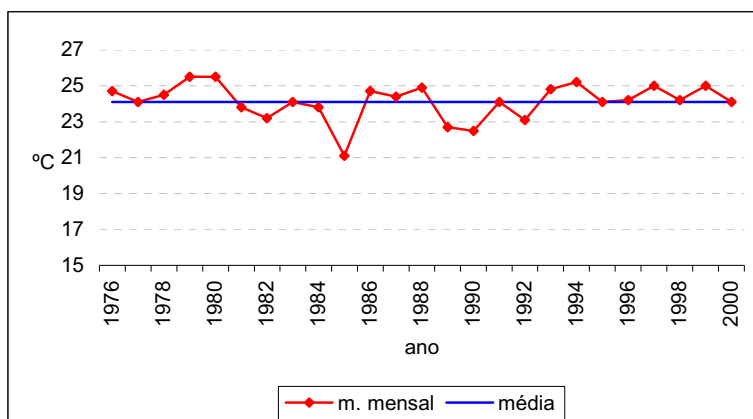


Figura 54 – Temperatura média do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

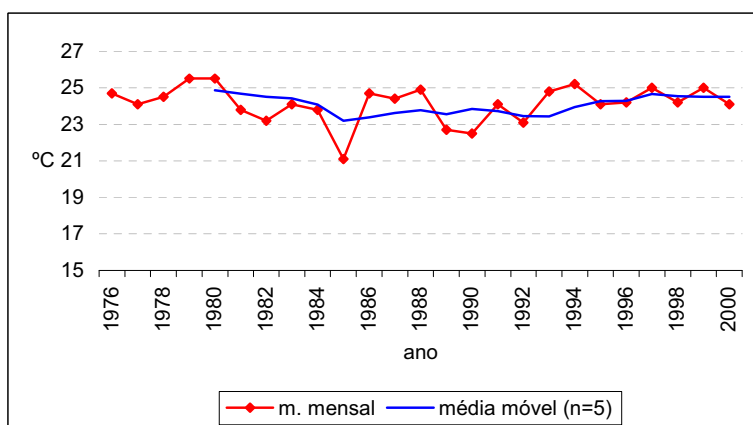


Figura 55 – Temperatura média e média móvel do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

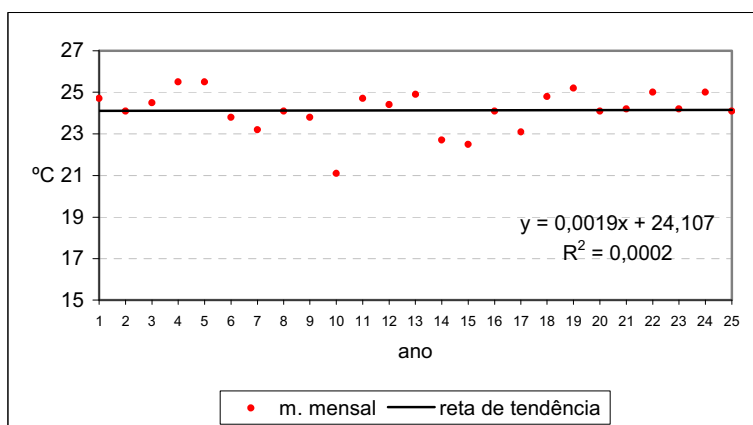


Figura 56 – Tendência da temperatura média do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

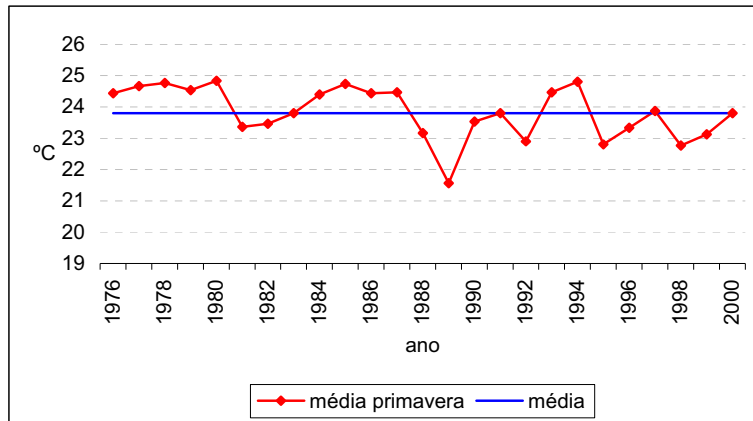


Figura 57 – Temperatura média da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

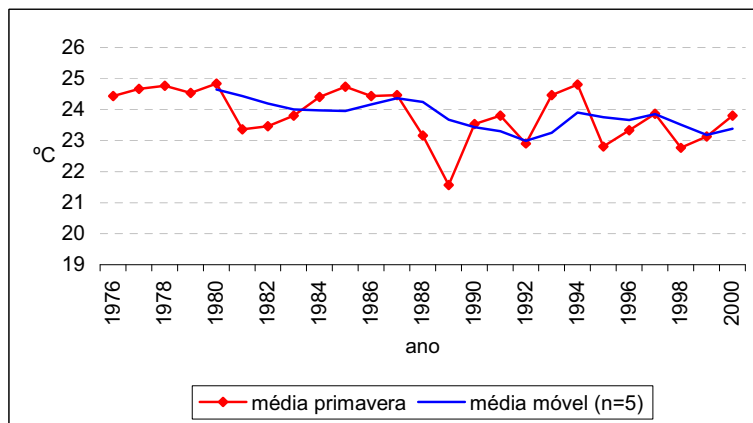


Figura 58 – Temperatura média e média móvel da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

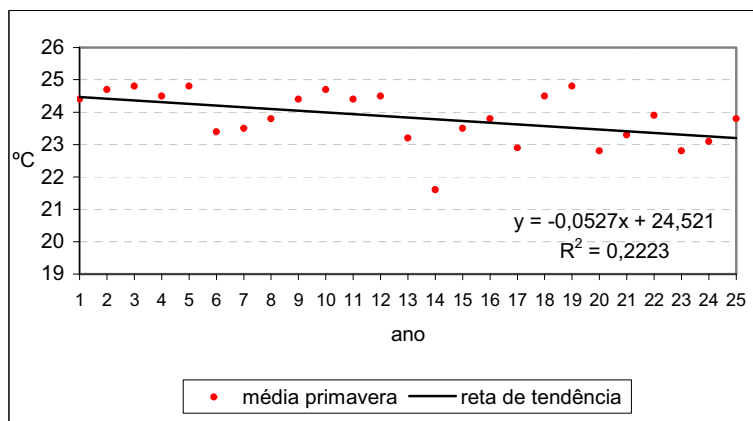


Figura 59 – Tendência da temperatura média da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Para o período do **verão** a temperatura média registrada foi de 24,8°C, com o ano de 1986 registrando a média mais alta (25,9°C) e os anos de 1982 e 1987 a menos elevada (24°C). Na distribuição dos valores ao longo da série (**Figura 60**) observa-se que as médias mais elevadas ocorreram ao longo da primeira metade da série (1976 a 1987), com os anos subseqüentes registrando uma diminuição nos valores em relação ao período anterior. Foi calculado desvio padrão de 0,6°C e coeficiente de variação de 2,4%. Com relação à tendência desta variável, a análise da média móvel demonstra uma diminuição, de forma suave e sucessiva, nos valores das médias ao longo da série (**Figura 61**). A reta de tendência aponta para um decréscimo da ordem de 0,7°C durante a série temporal considerada, conforme mostra a **Figura 62**, significativo em 6,46%.

No período do **outono** a temperatura média registrada foi de 20°C, com a média mais elevada sendo verificada no ano de 1986 (23,6°C) e a mais baixa em 1985 (19,1°C). Observando-se a **Figura 63** nota-se que durante a primeira metade da série (1976 a 1987) os valores das médias apresentam-se mais variáveis em relação aos anos seguintes, com estes apresentando um ligeiro, porém crescente, aumento nos valores até 1995 com sucessiva diminuição a partir de então, culminando novamente com um aumento no último ano da série. O desvio padrão calculado foi de 1°C e o coeficiente de variação de 5%. Através da média móvel (**Figura 64**) verifica-se uma ligeira diminuição da temperatura a partir do ano de 1991 em relação aos sub-períodos anteriores, com a reta de tendência apontando para uma diminuição de 0,8°C durante a série temporal considerada (**Figura 65**), com nível de significância da ordem de 26,07%.

Por último, para o **inverno** a temperatura média registrada foi de 19,6°C, com o ano de 1977 apresentando a média mais elevada (21,9°C) e 1990 a mais baixa (17,6°C). Pela distribuição das médias ao longo da série, representada na **Figura 66**, observa-se pouca variação interanual nos valores, sendo esta mais significativa durante a segunda metade da série (1987 a 2000), com os anos de 1988-1989-1990 perfazendo um sub-período de temperaturas mais baixas. Verificou-se desvio padrão de 0,9°C e coeficiente de variação de 4,6%. Pela variação da média móvel (**Figura 67**) não é possível identificar uma tendência, sendo que esta apresentou-se quase que invariável até 1988, seguida por um suave declínio e posterior aumento a partir de 1995. Já a reta de tendência aponta para aumento de 0,4°C durante a série temporal estudada, conforme demonstrado na **Figura 68**, com nível de significância de 55,42%.

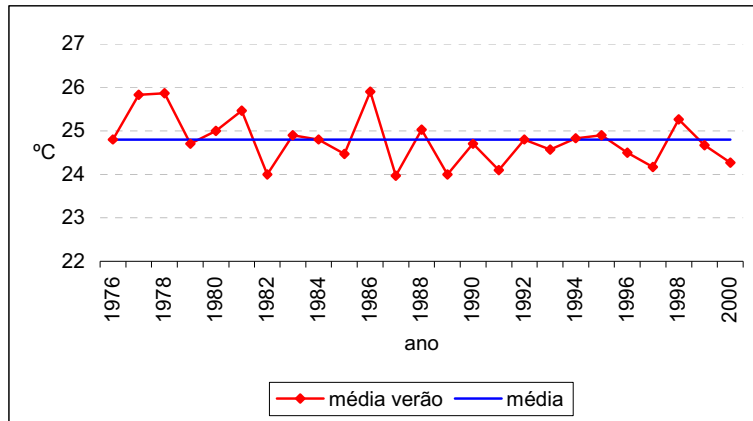


Figura 60 – Temperatura média do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

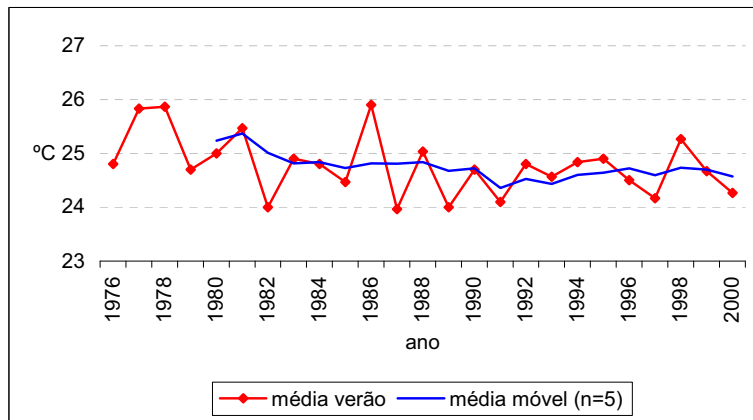


Figura 61 – Temperatura média e média móvel do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

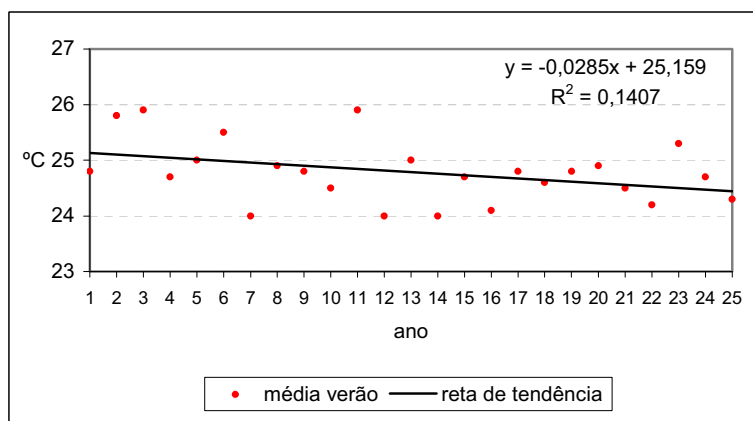


Figura 62 – Tendência da temperatura do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

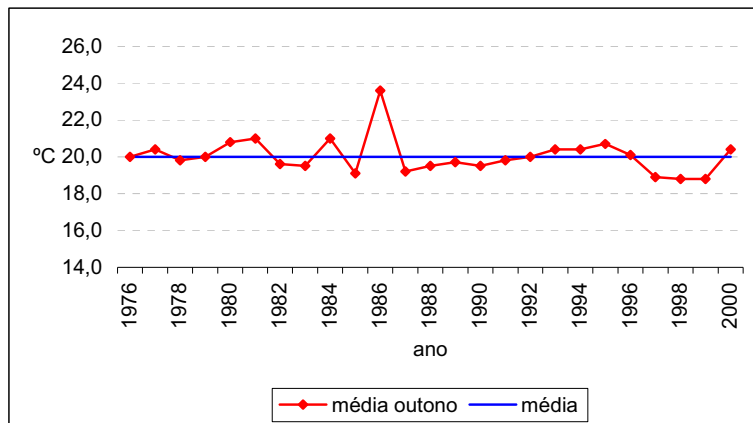


Figura 63 – Temperatura média do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

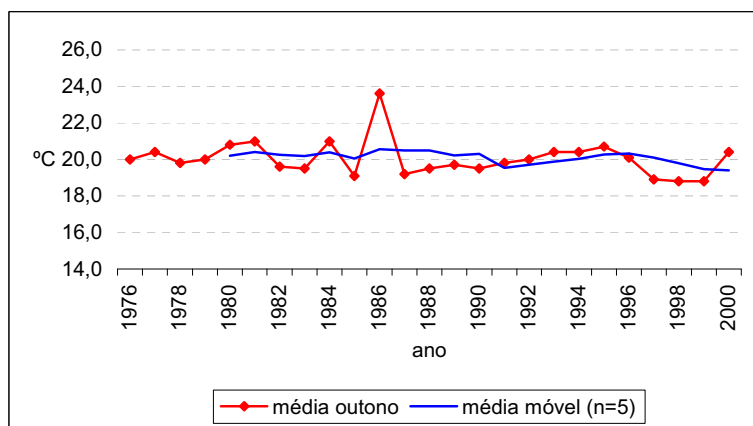


Figura 64 – Temperatura média e média móvel do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

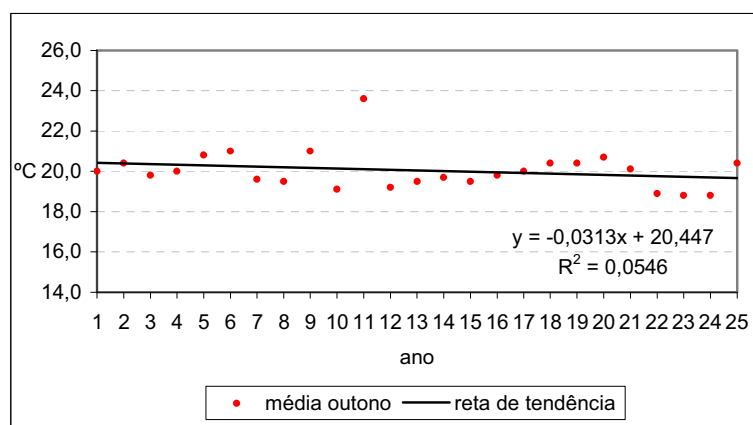


Figura 65 – Tendência da temperatura média do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

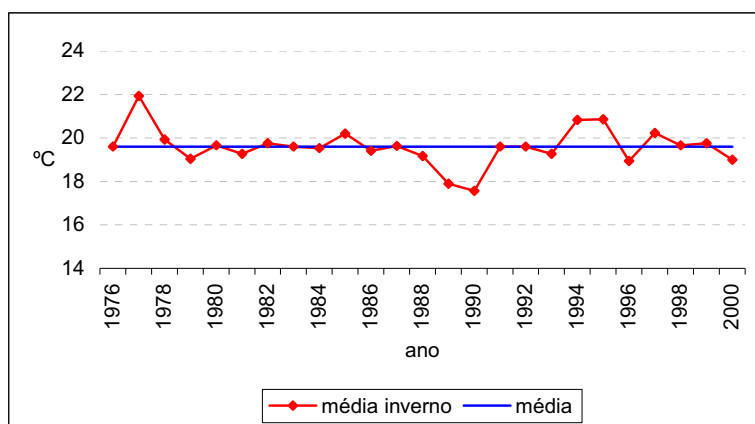


Figura 66 – Temperatura média do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

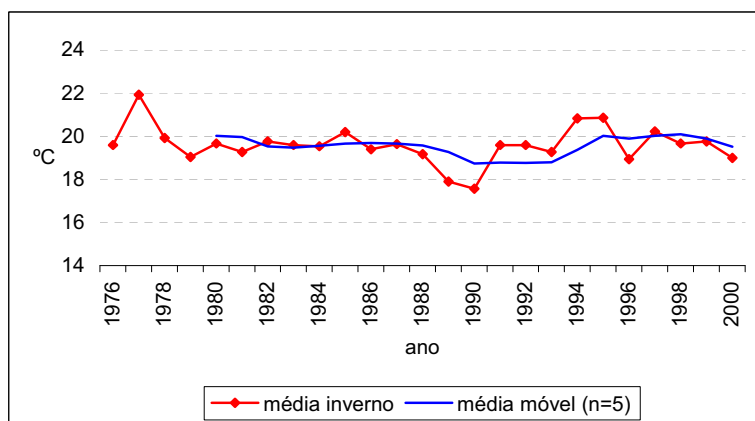


Figura 67 – Temperatura média e média móvel do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

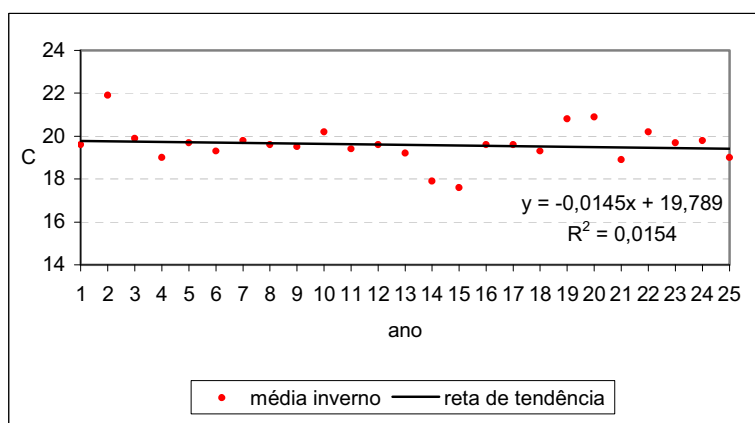


Figura 68 – Tendência da temperatura média do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Dessa forma, tendo em vista as análises realizadas, pode-se concluir que:

- a) Com relação à variabilidade da temperatura no município de Assis (SP) durante o período de 1976 a 2000, esta apresentou-se maior, respectivamente, nos meses de julho, junho e maio (**Tabela 1**), o mesmo sendo verificado através da análise sazonal, com as estações do outono e inverno registrando maior variabilidade;
- b) Conforme demonstrado na **Tabela 2**, a temperatura média anual apresentou tendência de diminuição ao longo da série estudada, a mesma sendo verificada também em oito dos doze meses do ano. Três meses registraram tendência de manutenção nos valores das médias sendo que destes, dois pertencem à estação do inverno. Aumento da temperatura média foi registrado em apenas um mês do ano. Quanto à análise sazonal, predominou a tendência de diminuição, com aumento sendo verificado apenas para a estação do inverno;
- c) Assim, pode-se considerar que os meses mais frios (inverno) são os que estão sofrendo maior variação em seu comportamento, tendendo à tornarem-se mais quentes.

Tabela 2 – Indicação da tendência da temperatura e da precipitação pluviométrica, em nível mensal, no município de Assis (SP).

	TEMPERATURA			PRECIPITAÇÃO		
	aumento	diminuição	manutenção	aumento	diminuição	manutenção
Jan	X			X		
Fev		X		X		
Mar		X			X	
Abr		X			X	
Mai		X				X
Jun			X		X	
Jul		X			X	
Ago			X	X		
Set		X				X
Out		X		X		
Nov		X			X	
Dez			x		X	
TOTAL	1	8	3	4	6	2

5.1.2 – Precipitação pluviométrica

Ao longo da série temporal considerada (1976 a 2003) registrou-se total anual médio de 1.465,6mm, apresentando-se o ano de 1982 como o mais chuvoso (2.065,7mm), e 1994 o que registrou a menor precipitação (1.184,3mm). Observando a **Figura 69** verifica-se que a precipitação anual apresentou-se bem distribuída ao longo da série, chamando a atenção os altos valores registrados nos anos de 1982 e 1986, em decorrência do fenômeno El Niño. Verifica-se também que dos vinte e oito anos de observação, dezessete registraram precipitação abaixo da média e onze acima, sendo verificado um desvio padrão de 227,2mm e coeficiente de variação de 15%, conforme a **Tabela 3**. Através do cálculo da média móvel (**Figura 70**) observa-se uma ligeira diminuição nos valores da precipitação anual a partir da década de 90, com maior estabilidade dos totais a partir de 1996. Porém, foi verificado tendência de manutenção nos totais desta variável durante a série considerada (**Figura 71**), com nível de significância de 96,60%

Tabela 3 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da precipitação pluviométrica anual e mensal, do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Anual / mensal	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coeficiente de variação (%)
Jan	221,8	78,6	35
Fev	187,0	71,8	38
Mar	152,6	57,5	37,6
Abr	93,0	60,5	65
Mai	90,3	55,6	61
Jun	67,6	64,4	95
Jul	43,5	37,4	86
Ago	44,2	47,5	107,5
Set	87,8	44,5	50,6
Out	117,6	60,6	51,5
Nov	151,7	66,3	43,6
Dez	208,4	82,1	39,3
Anual	1.465,6 (total)	227,2	15

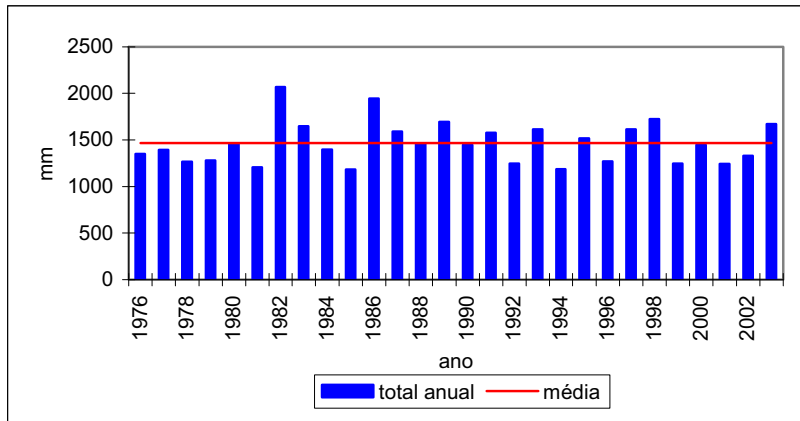


Figura 69 – Precipitação anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

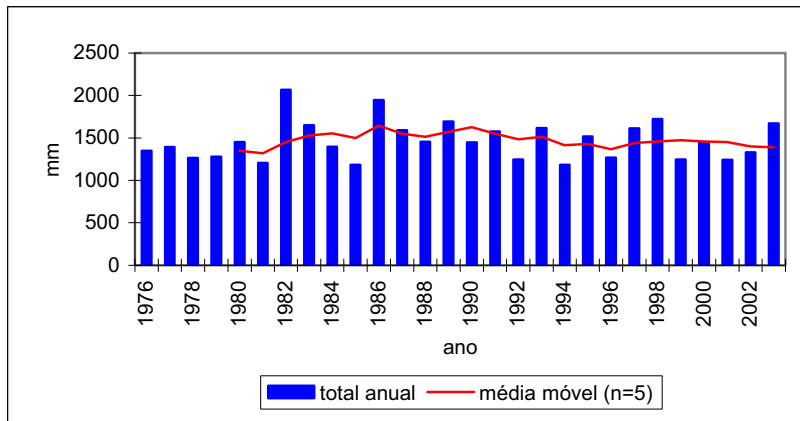


Figura 70 – Precipitação anual e média móvel do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

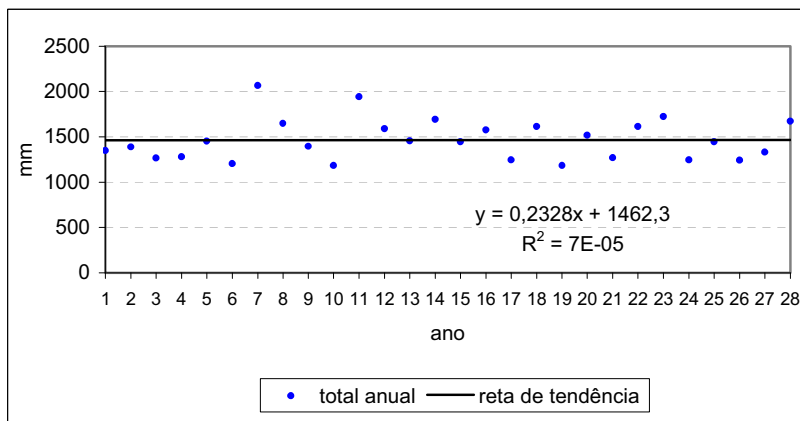


Figura 71 – Tendência da precipitação anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Com relação ao comportamento mensal da precipitação pluviométrica, representado na **Figura 72**, tem-se o primeiro trimestre do ano registrando os maiores valores (média de 187,1mm), sendo o mês de janeiro o mais chuvoso (221,4mm). Os meses de junho, julho e agosto registram as menores precipitações (média de 51,8mm), sendo o mês de julho o menos chuvoso (43,5mm).

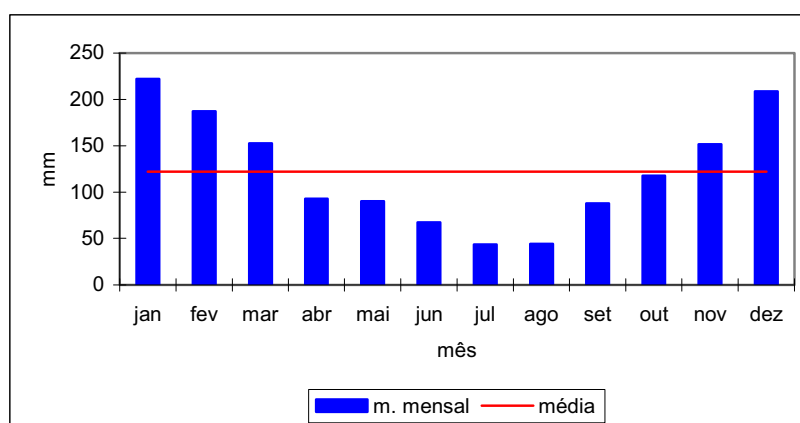


Figura 72 – Precipitação média mensal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

A seguir serão analisados o comportamento da precipitação pluviométrica, bem como sua variabilidade e tendência para cada mês do ano.

Para o mês de **janeiro** a média registrada foi de 221,8mm, com o ano de 1990 apresentando o total mais elevado (383,2mm) e 1979 registrando o menor valor (54,2mm). Em relação à variabilidade deste elemento climático, verificou-se desvio padrão de 78,6mm e coeficiente de variação de 35%. Pela distribuição dos valores ao longo da série (**Figura 73**) observa-se que, de uma forma geral, a partir do ano de 1989 houve um aumento e uma melhor distribuição dos totais pluviométricos em relação aos anos anteriores, o mesmo podendo ser verificado pela variação da média móvel (**Figura 74**). Quanto à reta de tendência, esta aponta para aumento de 32,8mm durante a série considerada, conforme mostra a **Figura 75**, com nível de significância da ordem de 53,44%.

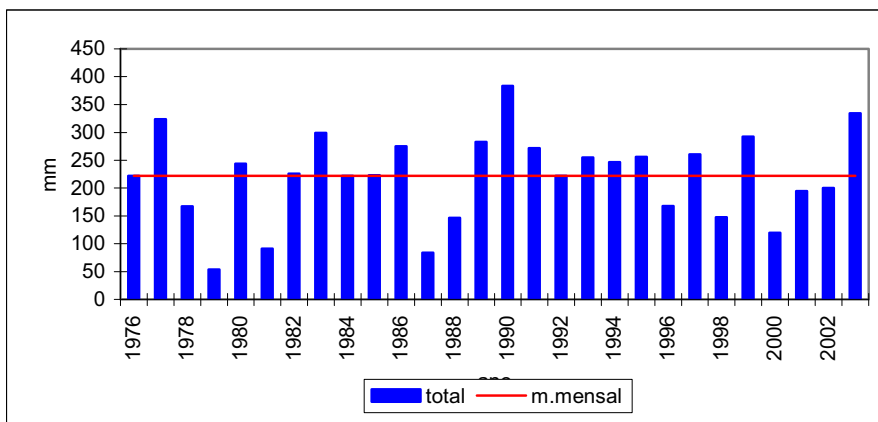


Figura 73 – Precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

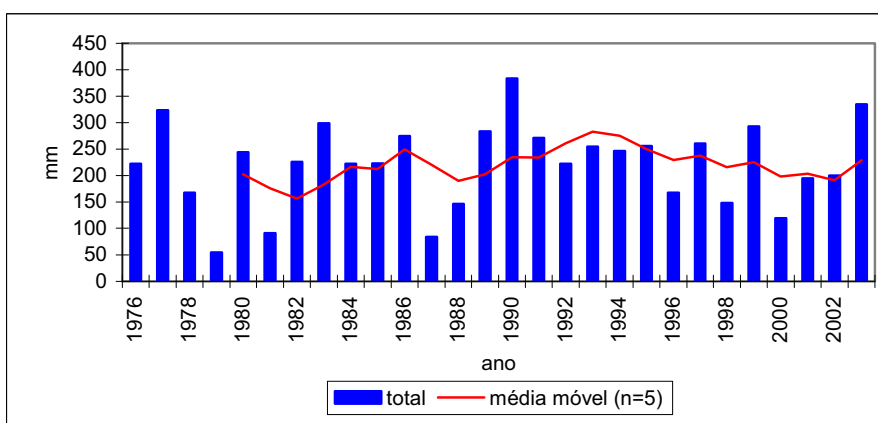


Figura 74 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

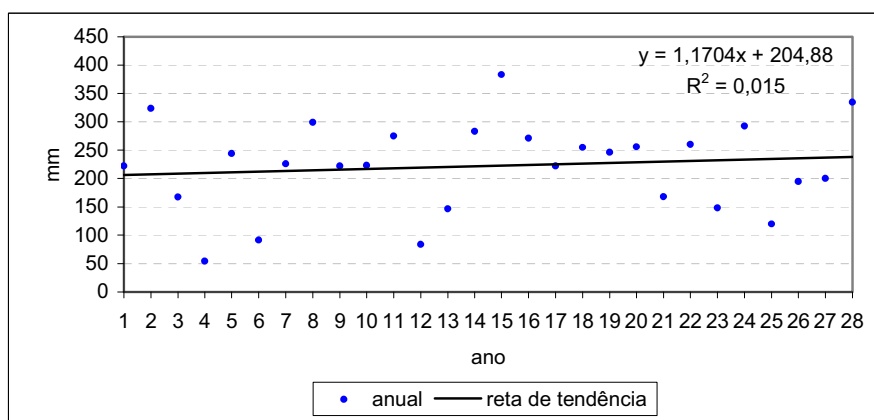


Figura 75 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

No mês de **fevereiro** a precipitação pluviométrica média registrada foi de 187mm, com o ano de 2000 apresentando o maior total (377,6mm) e 1983 o menos elevado (76,1mm). Pela **Figura 76** pode-se observar que a partir do ano de 1994 passa-se a registrar totais pluviométricos mais elevados, principalmente durante os últimos onze anos da série. Assim, foi verificado desvio padrão de 71,8mm e coeficiente de variação de 38%. Através da média móvel (**Figura 77**) observa-se mais claramente o aumento nos totais pluviométricos do mês de fevereiro ao longo da série, sendo este maior a partir da década de 90. A reta de tendência registra um significativo aumento de 105,4mm na precipitação para o período estudado (**Figura 78**), significativo ao nível de 2,19%.

Em relação ao mês de **março**, a precipitação média para a série estudada foi de 152,6mm, com o ano de 1983 registrando o total mais elevado (295,9mm) e 1995 o mais baixo (85mm). Inversamente ao observado nos meses anteriores, no mês de março foi verificado uma diminuição nos valores da precipitação a partir da década de 90, conforme indicado na **Figura 79**. O desvio padrão calculado foi de 57,5mm e coeficiente de variação de 37,6%. A média móvel aponta para uma diminuição gradativa nos valores, culminando com totais mais baixos nos últimos sete anos da série (**Figura 80**). O mesmo fato também é verificado pela aplicação da reta de tendência (**Figura 81**), a qual registrou um decréscimo de 57mm durante os anos de 1976 a 2003, significativo em 13,25%.

Considerando agora o mês de **abril**, a precipitação pluviométrica média registrada foi de 93mm, com o total mais elevado sendo registrado no ano de 1988, e 1978 e 2002 registrando ausência de precipitação. Pelo comportamento dos totais ao longo do período (**Figura 82**) nota-se que, no contexto geral, até 1986 os valores encontram-se melhor distribuídos, exceto para o ano de 1978 quando a precipitação foi ausente, podendo verificar também que houve uma diminuição nos valores durante os últimos oito anos da série quando comparados aos anos anteriores, exceto em 1998 e 2003. Foi verificado desvio padrão de 60,5mm e coeficiente de variação de 65%. A variação da média móvel (**Figura 83**) aponta para uma diminuição de forma suave nos valores, sendo este decréscimo da ordem de 13,1mm, conforme mostra a reta de tendência (**Figura 84**), com nível de significância de 74,68%.

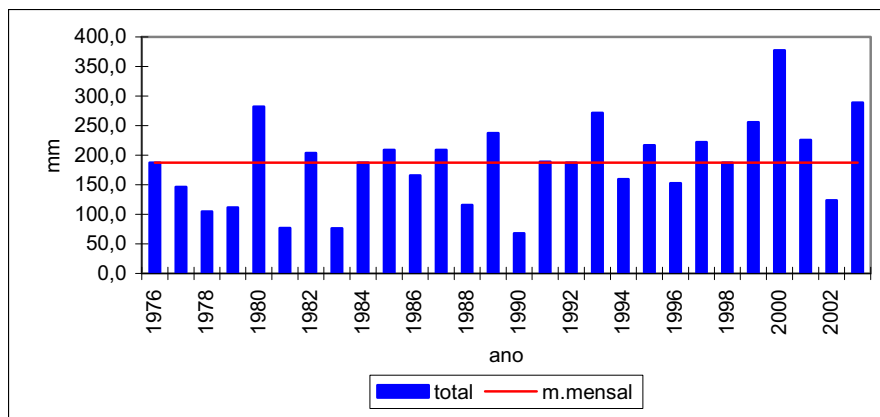


Figura 76 – Precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

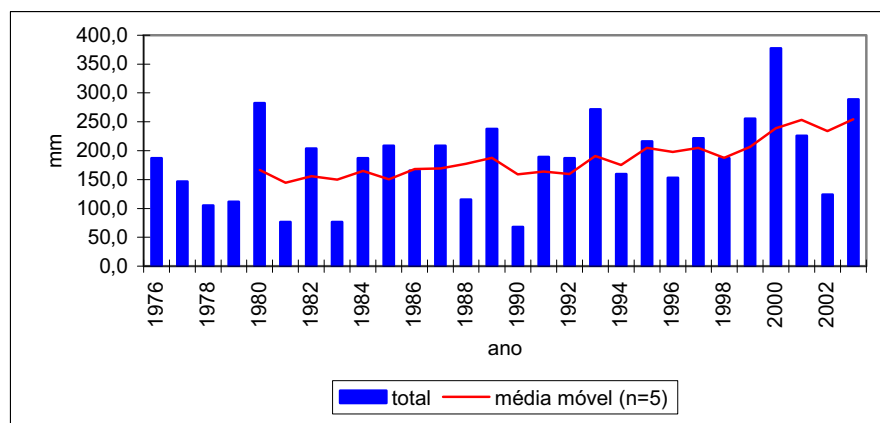


Figura 77 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

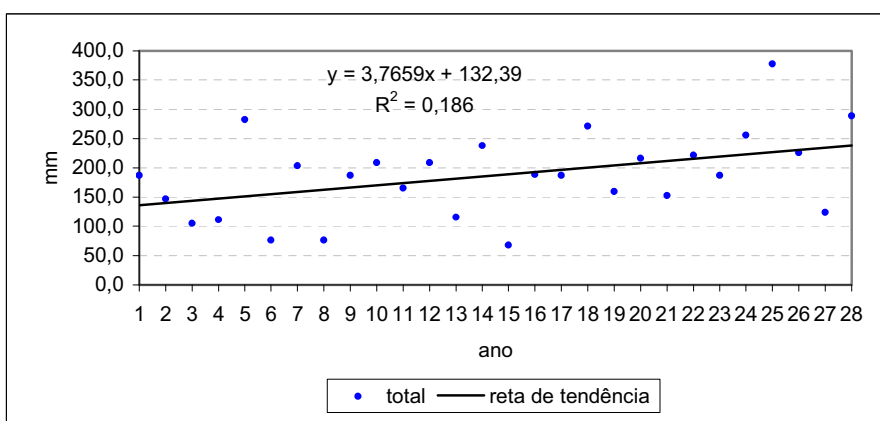


Figura 78 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

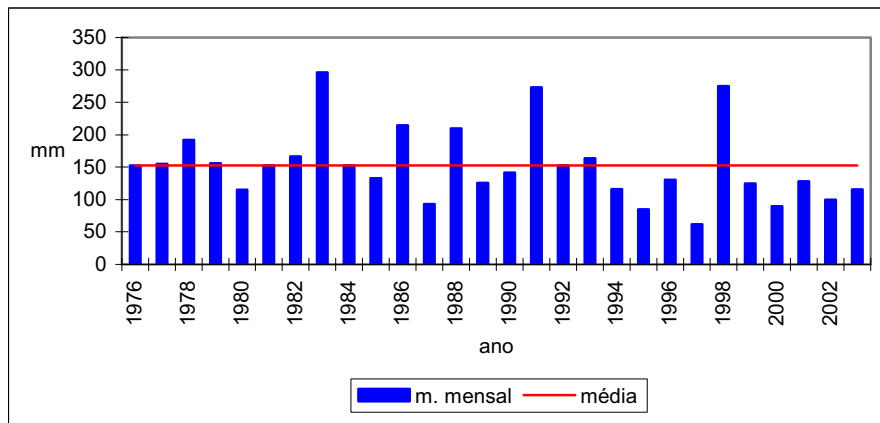


Figura 79 – Precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

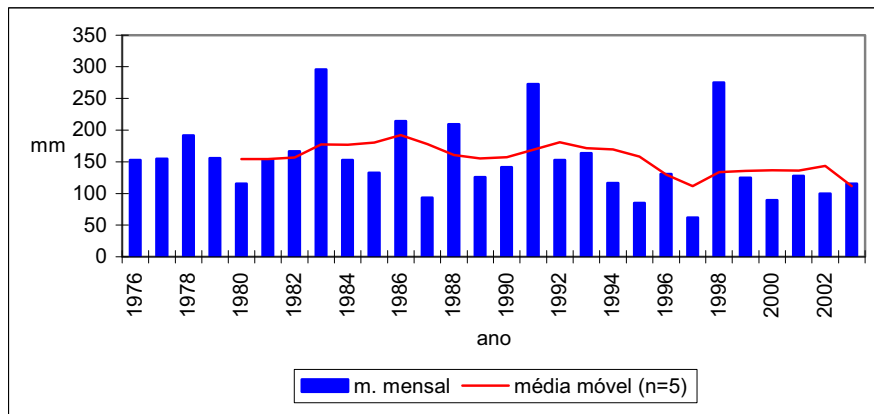


Figura 80 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

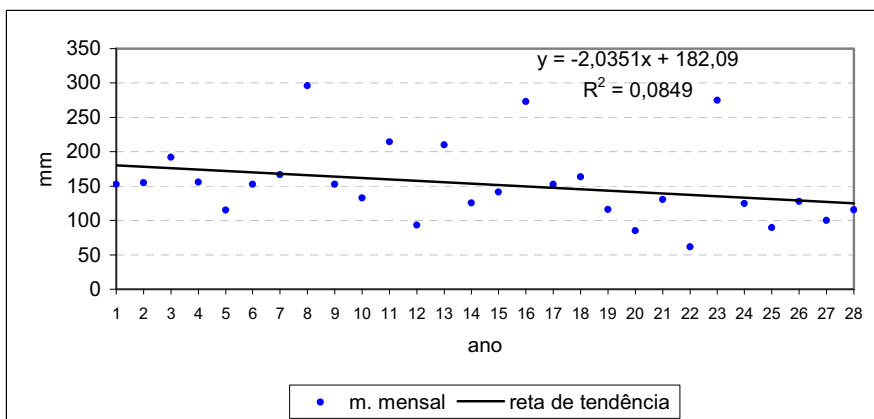


Figura 81 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

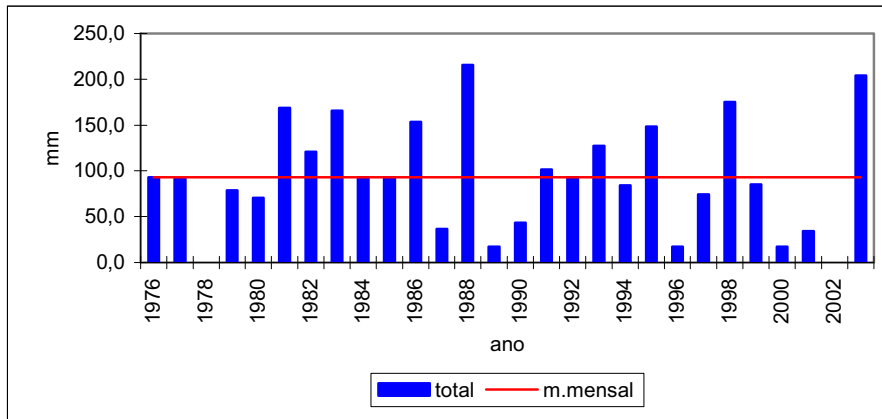


Figura 82 – Precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

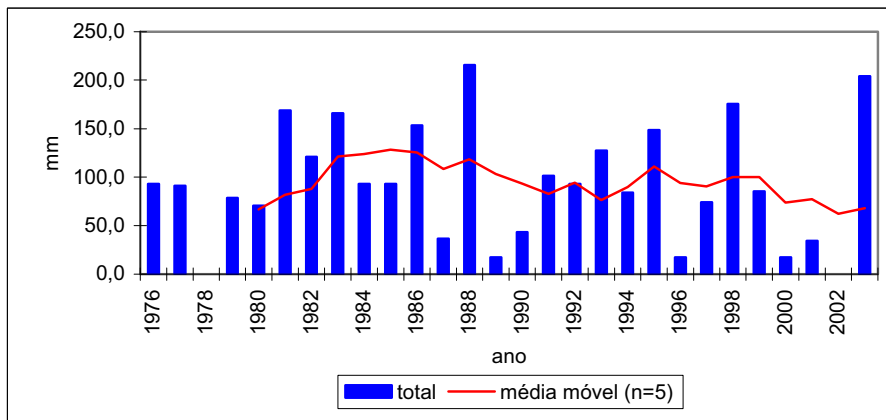


Figura 83 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

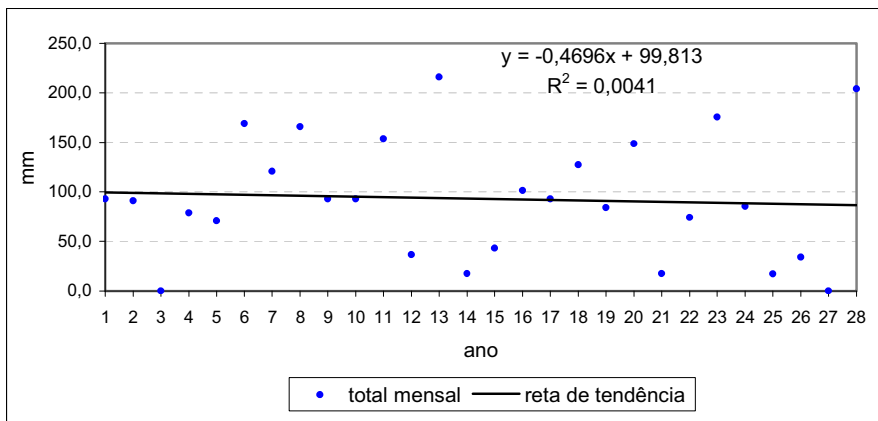


Figura 84 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Para o mês de **maio** a média mensal registrada foi de 90,3mm, com o ano de 1987 apresentando o valor mais elevado (219,1mm) e 1981 o mais baixo (0,8mm). Observando o comportamento dos valores ao longo do período (**Figura 85**) nota-se que a segunda metade da série (1989-2003) apresenta valores mais baixos e melhor distribuídos em relação à primeira metade. Para a análise da variabilidade foi calculado desvio padrão de 55,6mm e coeficiente de variação de 61%. Pela variação da média móvel (**Figura 86**), destaca-se o aumento nos valores durante os anos de 1983 a 1988 seguido por um decréscimo e posterior manutenção, apresentando um ligeiro aumento nos últimos anos. Porém, a reta de tendência registrou uma pequena diminuição de 4,2mm durante a série analisada, podendo ser considerado que ocorreu manutenção nos valores (**Figura 87**), com nível de significância de 91,12%.

A precipitação pluviométrica de **junho** apresentou média de 67,6mm, com o ano de 1987 registrando o maior valor (266,1mm) e 1979, 1984 e 2002 registrando ausência de precipitação. Observando a **Figura 88** pode-se verificar uma maior irregularidade na distribuição dos valores quando comparados aos meses anteriores, sendo que, no contexto geral, durante o sub-período de 1988-94 os totais pluviométricos apresentaram-se melhor distribuídos, e os anos de 1998 a 2003 apresentaram redução nos valores em relação aos anos anteriores. Assim, o desvio padrão registrado foi de 64,4mm e coeficiente de variação de 95%, confirmando a alta variabilidade da precipitação neste mês. Com relação à tendência, a média móvel aponta para uma ligeira diminuição nos valores ao longo da série (**Figura 89**), sendo que a reta de tendência marca um decréscimo de 30,4mm durante a série estudada (**Figura 90**), significativo em 48,19%.

Alta variabilidade também foi verificada para o mês de **julho**, apresentando desvio padrão de 37,4mm e coeficiente de variação de 86%. A precipitação pluviométrica média para o período foi de 43,5mm, com o ano de 1978 registrando o valor mais elevado (160,3mm) e em 1988 ocorrendo ausência de precipitação (**Figura 91**). Pela variação da média móvel (**Figura 92**) pode-se observar alternância entre diminuição e aumento dos valores. Já a reta de tendência aponta um decréscimo de 18,5mm na precipitação deste mês durante o período em questão (**Figura 93**), significativo ao nível de 45,22%.

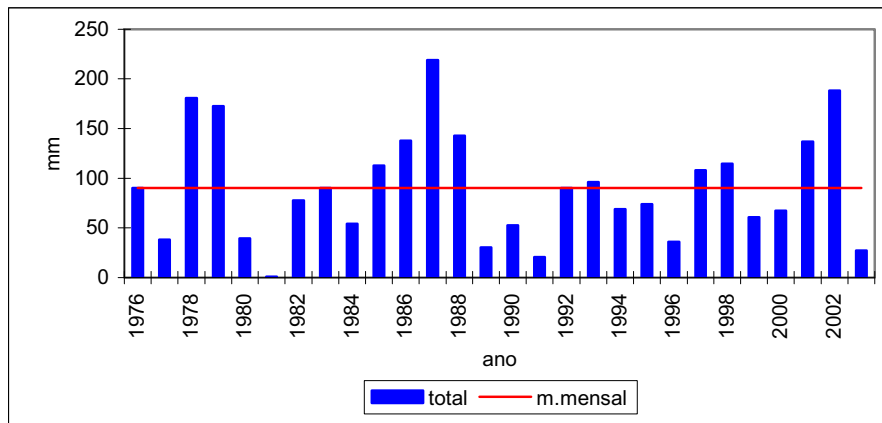


Figura 85 – Precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

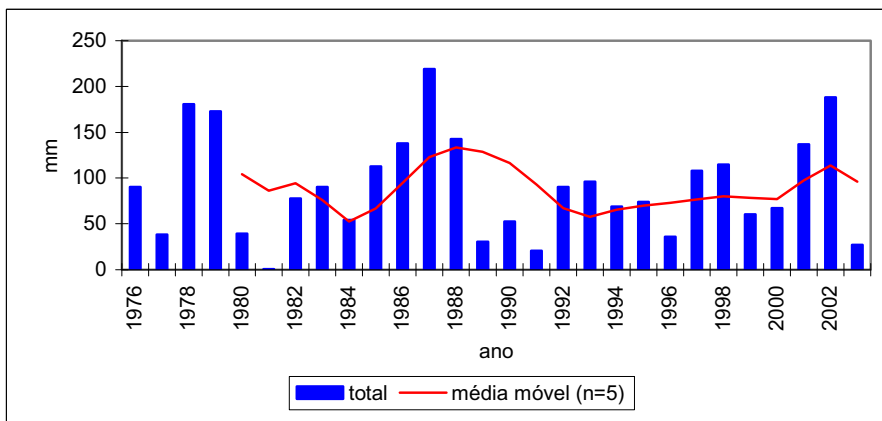


Figura 86 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

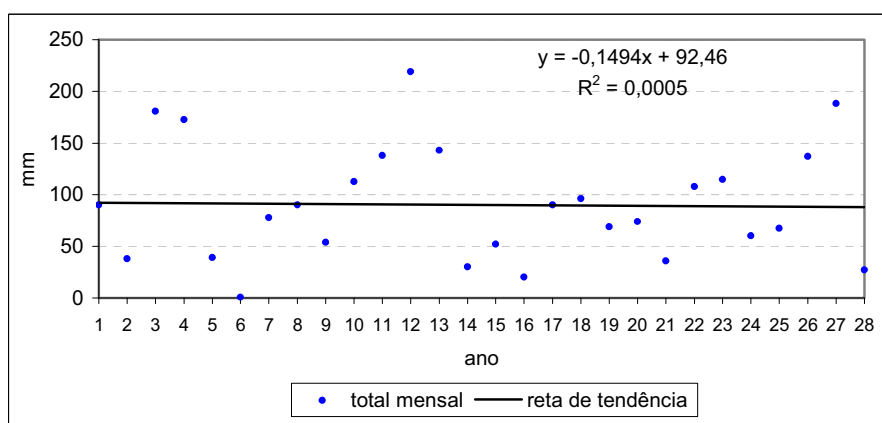


Figura 87 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

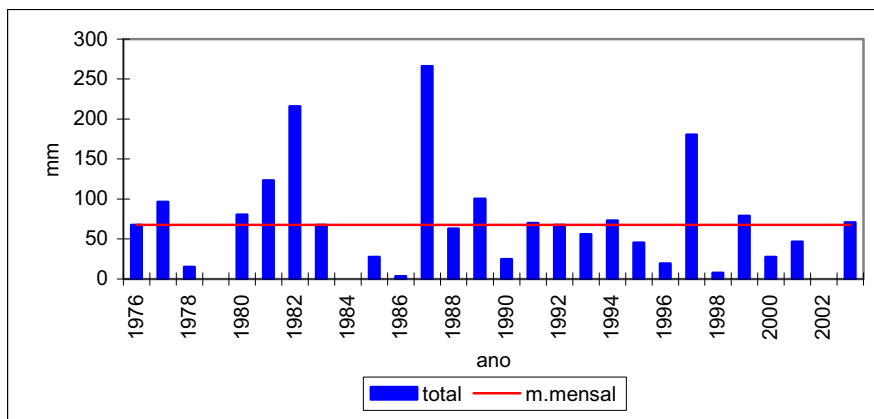


Figura 88 – Precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

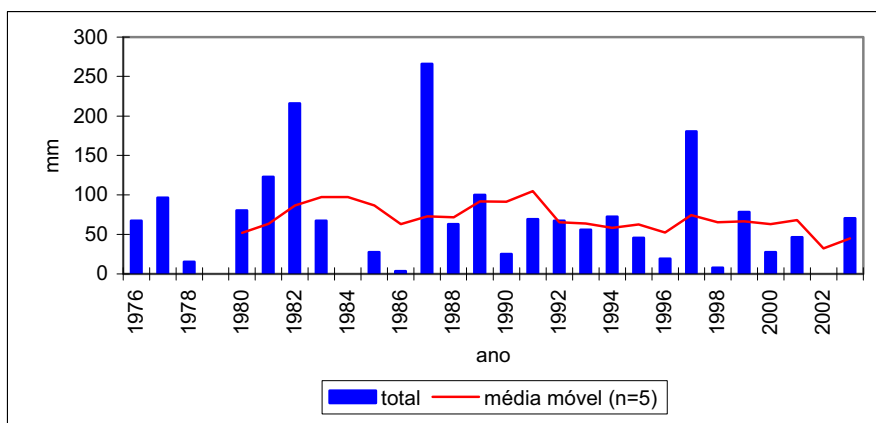


Figura 89 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

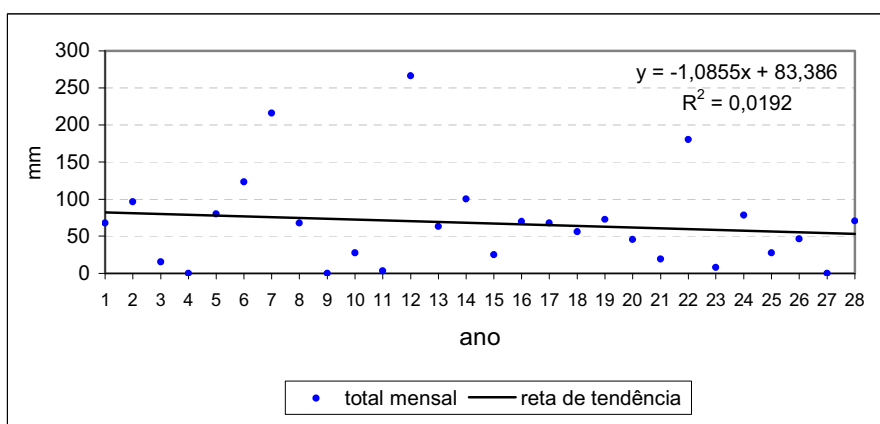


Figura 90 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

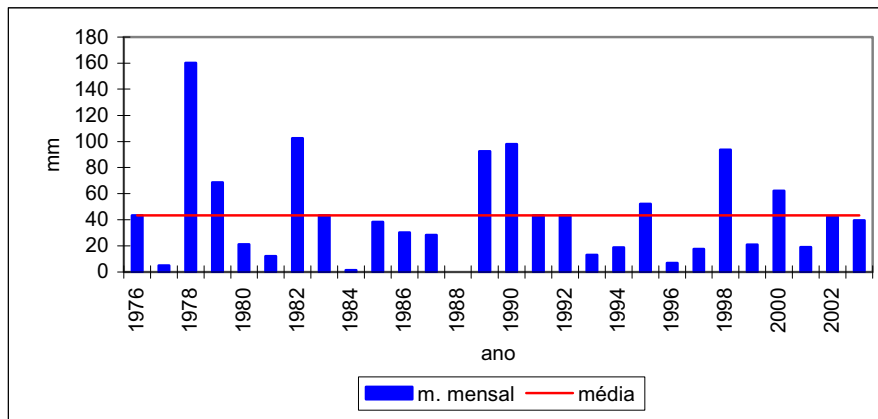


Figura 91 – Precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

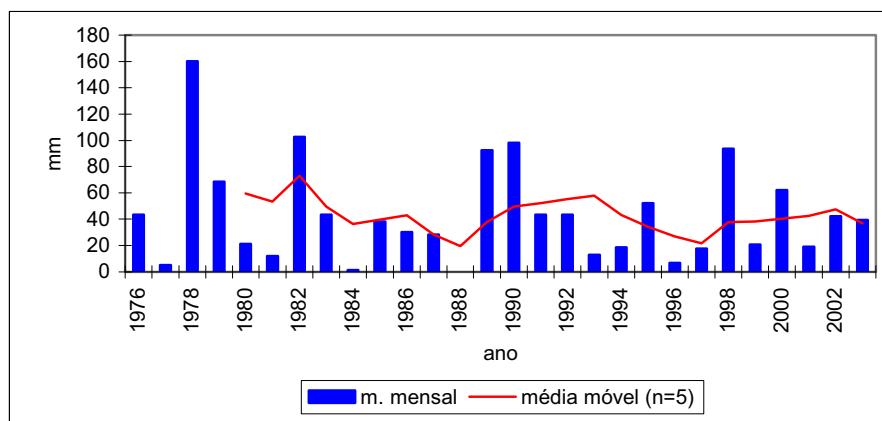


Figura 92 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

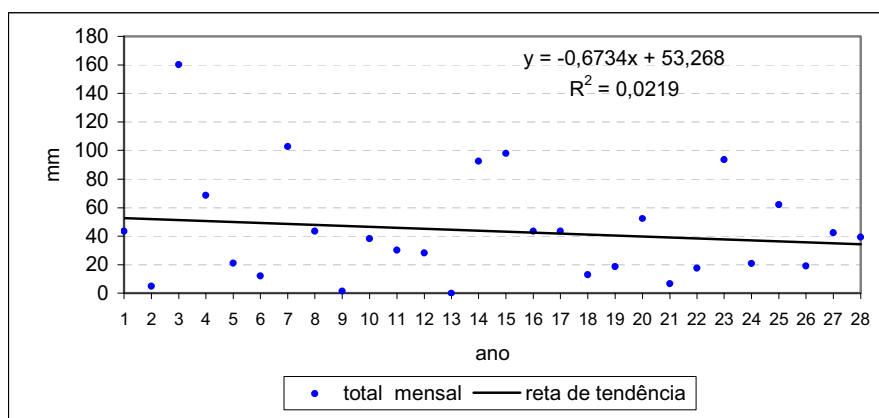


Figura 93 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Para **agosto** a precipitação pluviométrica média foi de 44,2mm, com o ano de 1986 registrando um valor excepcional para este mês (224,9mm), sendo que a precipitação mensal foi nula nos anos de 1988, 1994 e 1999. Analisando conjuntamente as **Figuras 94 e 95**, observa-se irregularidade no comportamento dos valores, não sendo possível identificar sub-períodos de maior aumento ou diminuição. Assim, este mês apresentou desvio padrão de 47,5mm e coeficiente de variação de 107,5%, o maior entre todos os meses do ano. Porém, a reta de tendência aponta para um aumento de 20,3mm nos valores da precipitação pluviométrica deste mês (**Figura 96**), significativa em 52,41%.

Com relação ao mês de **setembro**, a média da precipitação foi de 87,8mm, com 1989 apresentando o maior valor (191,3mm) e 1981 o mais baixo (1,3mm). Os totais pluviométricos apresentaram-se bem distribuídos ao longo da série (**Figura 97**), sendo registrado desvio padrão de 44,5mm e coeficiente de variação de 50,6%. Pela análise da média móvel (**Figura 98**) observa-se alternância entre sub-períodos de diminuição e aumento da precipitação, não sendo possível verificar uma tendência. Assim, a reta de tendência aponta para manutenção nos valores da precipitação durante o período considerado (**Figura 99**), com nível de significância de 95,27%.

Para o mês de **outubro** a média desta variável climática foi de 117,6mm, sendo que o total mais elevado foi registrado em 1995 (269,4mm) e o mais baixo em 1984 (16,9mm). Pelo comportamento dos totais ao longo da série (**Figura 100**) pode-se notar que a partir do ano de 1986 estes apresentam-se melhor distribuídos, havendo um pequeno decréscimo nos valores durante os últimos cinco anos da série. Foi verificado desvio padrão de 60,6mm e coeficiente de variação de 51,5%. Pela variação da média móvel (**Figura 101**) observa-se, no contexto geral, tendência de aumento nos valores da precipitação deste mês, com a reta de tendência apontando um acréscimo de 36mm durante o período estudado (**Figura 102**), significativo em 37,47%.

O mês de **novembro** apresentou precipitação média de 151,7mm, com 1982 registrando o total mais elevado (347,7mm) e 1999 o mais baixo (41,2mm). Observando a **Figura 103** nota-se que houve uma diminuição nos valores a partir do ano de 1992 em relação aos anos anteriores. O desvio padrão verificado foi de 66,3mm e coeficiente de variação de 43,6%. A variação da média móvel (**Figura 104**) e a reta de tendência apontam para uma diminuição nos valores da precipitação deste mês para o período estudado, sendo este decréscimo da ordem de 24,6mm (**Figura 105**), com nível de significância de 57,99%.

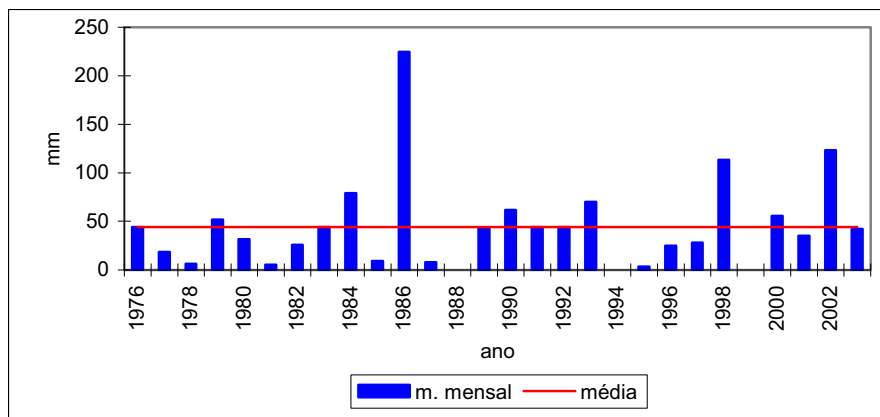


Figura 94 – Precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

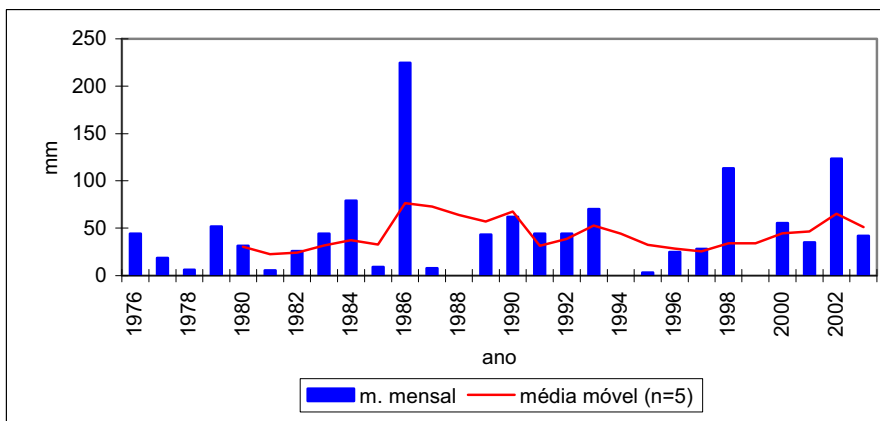


Figura 95 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

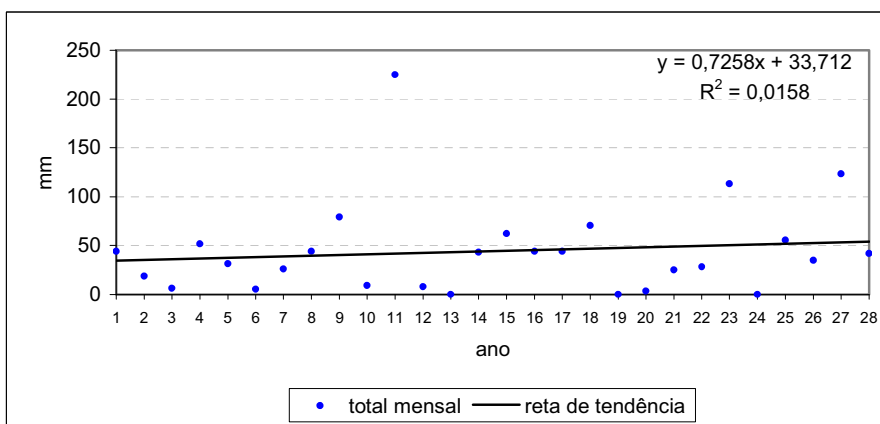


Figura 96 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

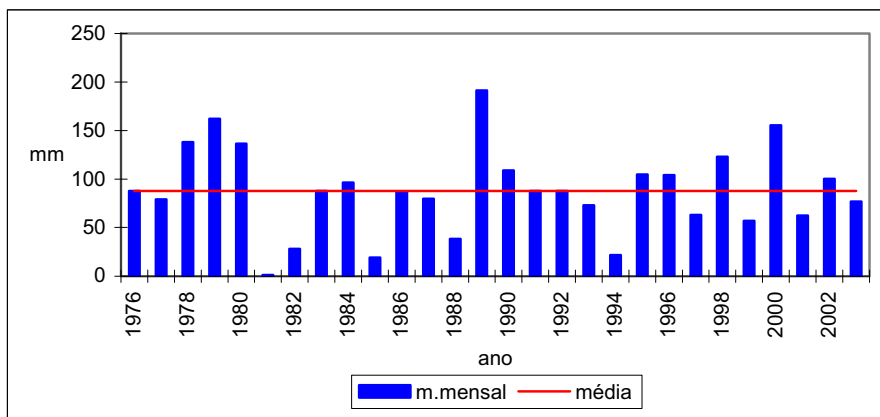


Figura 97 – Precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

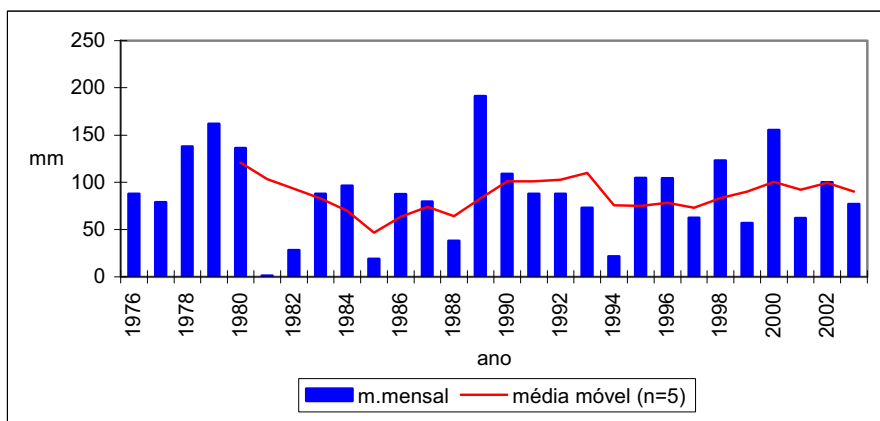


Figura 98 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

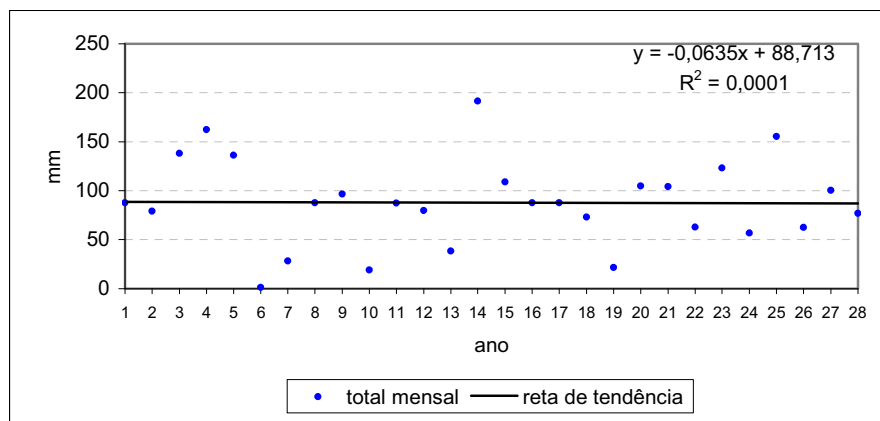


Figura 99 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

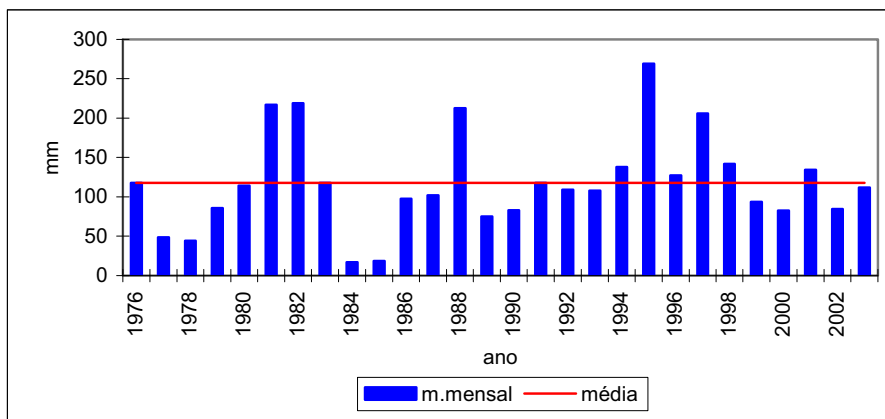


Figura 100 – Precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

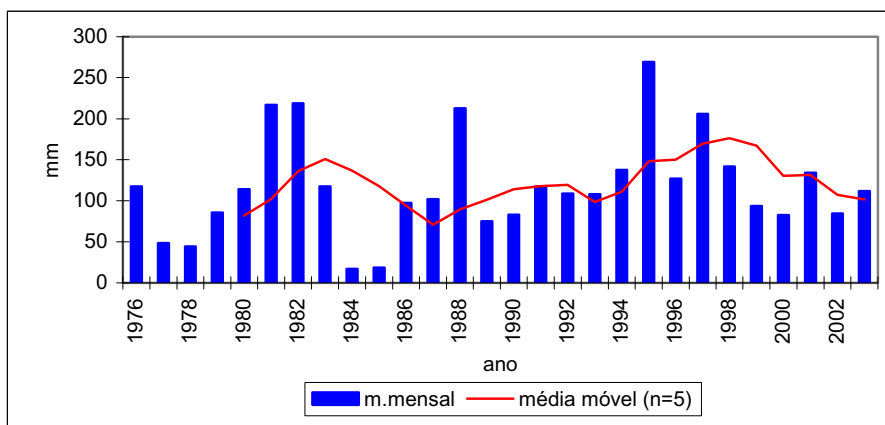


Figura 101 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

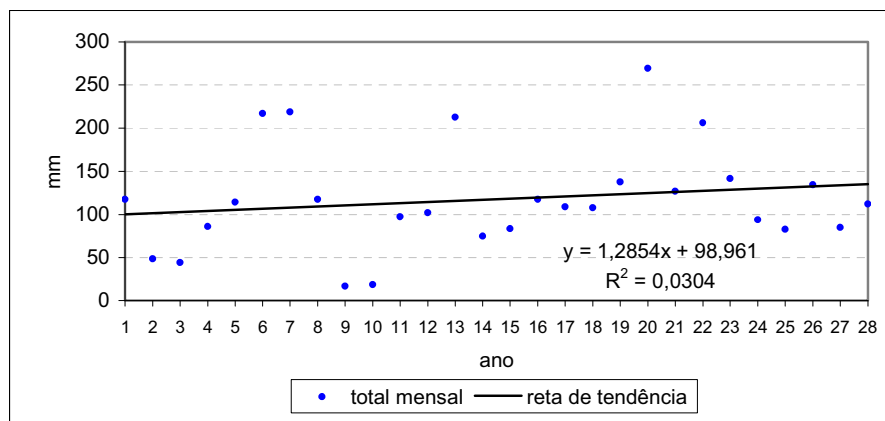


Figura 102 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

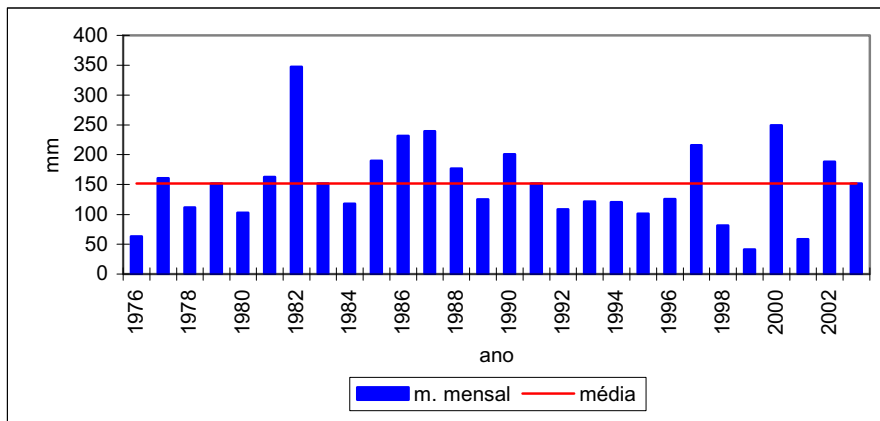


Figura 103 – Precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

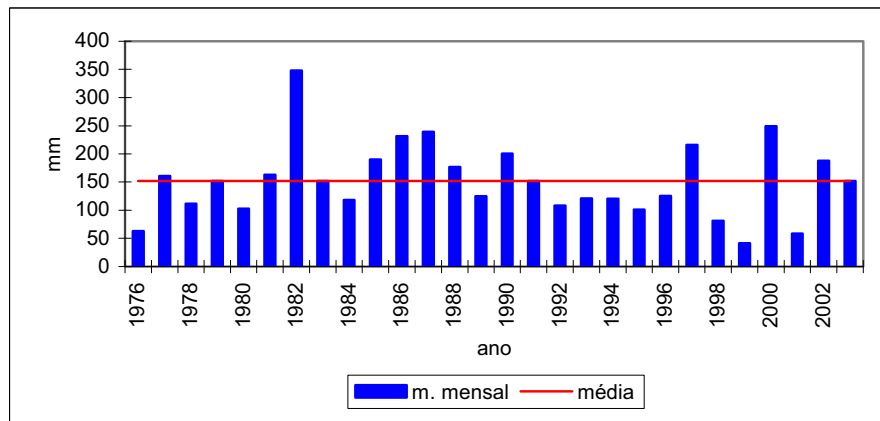


Figura 104 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

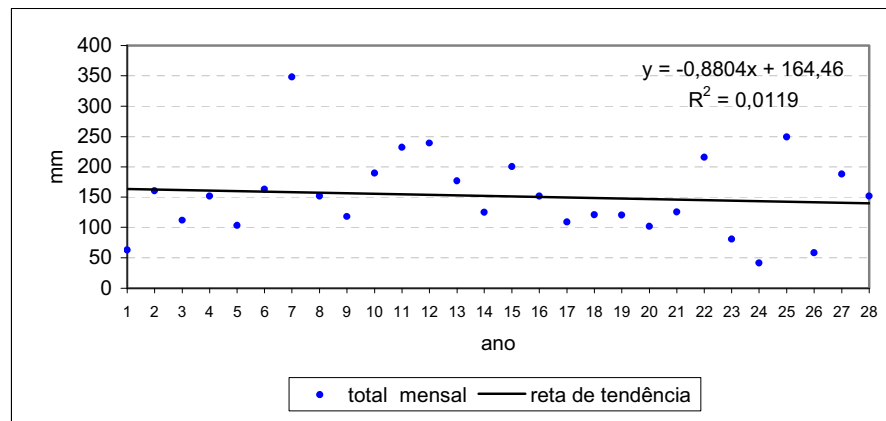


Figura 105 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Finalmente, para o mês de **dezembro** a média verificada foi de 208,4mm. O total mais alto foi registrado no ano de 1984 (373,9mm) e o mais baixo em 1992 (39,9mm). Foi calculado um desvio padrão de 82,1mm e coeficiente de variação de 39,3%. Quanto à distribuição dos totais ao longo da série (**Figura 106**) nota-se uma redução nos valores a partir do ano de 1992 em relação aos anos anteriores. Tal comportamento pode ser melhor observado pela variação da média móvel (**Figura 107**), a qual aponta para uma diminuição nos valores durante o período estudado. A reta de tendência apresenta um decréscimo de 38mm na precipitação para a série considerada (**Figura 108**), com nível de significância de 48,99%.

Considerando agora a análise sazonal da precipitação pluviométrica, para a estação da **primavera** o total médio registrado foi de 159,2mm, com a média mais elevada ocorrendo no ano de 1982 (299,6mm) com a mais baixa ocorrendo em 1992 (85,5mm). Através da **Figura 109** pode-se observar que a distribuição dos totais médios ao longo da série segue uma ciclicidade, onde a cada seis anos registrando valores mais elevados ocorre um com valor mais baixo. Foi calculado para o período um desvio padrão de 43,6mm e coeficiente de variação de 27,4%. Pela variação da média móvel (**Figura 110**) observa-se alternância entre sub-períodos de aumento e diminuição dos valores de precipitação, não sendo possível identificar com clareza uma tendência. Quanto à reta de tendência, através da **Figura 111** verifica-se que, em vinte e oito anos de observação, houve uma diminuição de apenas 8,9mm na precipitação, podendo-se considerar a manutenção nos valores ao longo da série estudada, com significância de 76,22%.

No **verão**, a precipitação pluviométrica média para a estação foi de 187,1mm, com o ano de 1981 registrando o total médio mais baixo (106,7mm) e 2003 o mais elevado (246,3mm). Observando a distribuição dos valores ao longo da série (**Figura 112**) verifica-se que os treze primeiros anos (1976 a 1988) apresentam maior variação nos valores em relação aos anos seguintes. O desvio padrão calculado foi de 36,9mm e o coeficiente de variação de 19,7%. Através da variação da média móvel, representada na **Figura 113**, observa-se alternância entre sub-períodos de aumento e diminuição nos valores, podendo ser verificado, para o contexto geral, uma ligeira tendência de aumento da precipitação. A reta de tendência apresenta um acréscimo de 27,1mm na precipitação durante a série temporal considerada (1976 a 2003), conforme mostra a **Figura 114**, significativo ao nível de 27,02%.

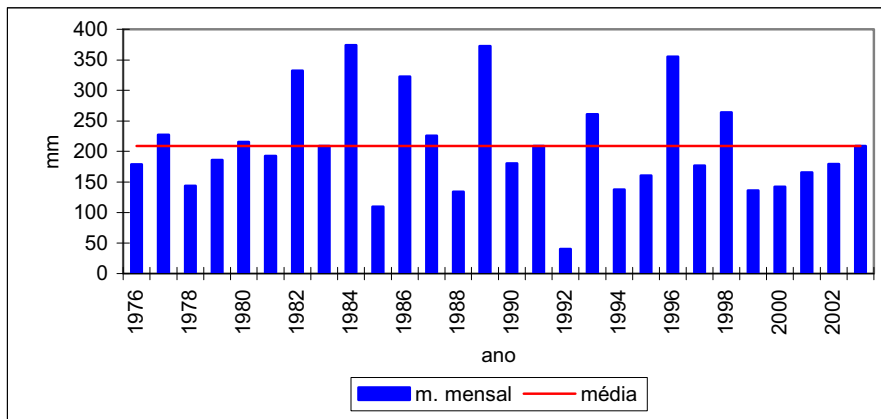


Figura 106 – Precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

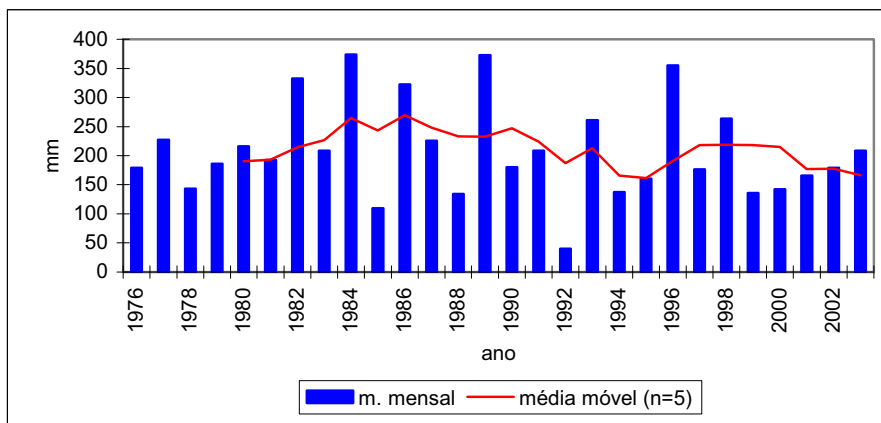


Figura 107 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

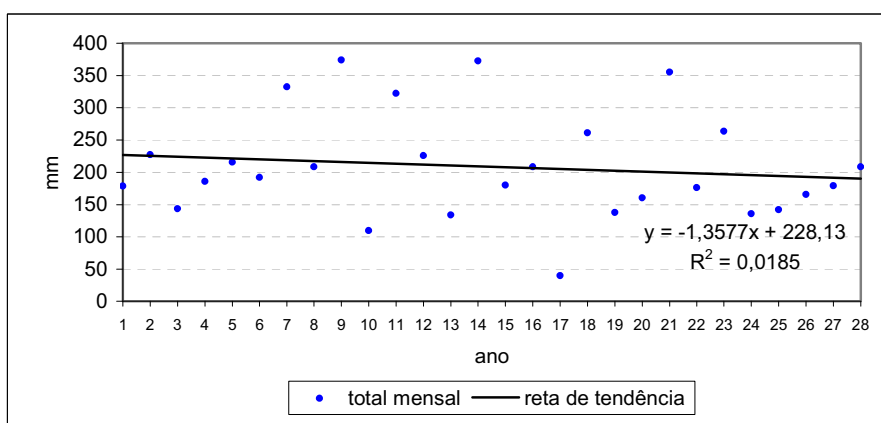


Figura 108 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

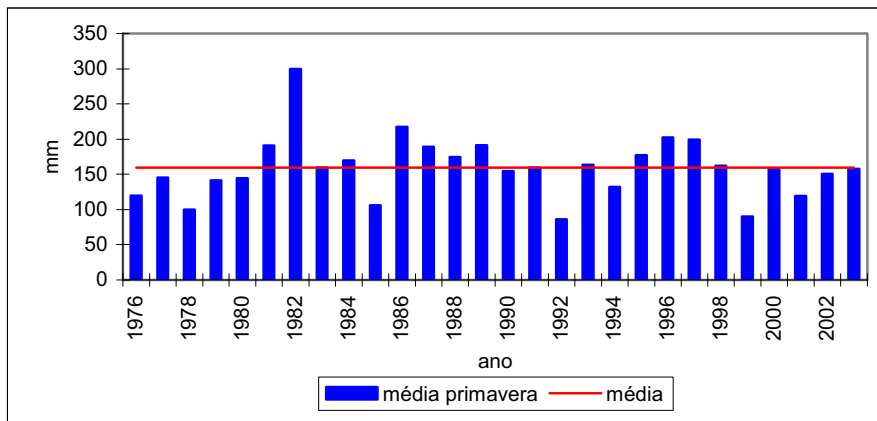


Figura 109 – Precipitação pluviométrica da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

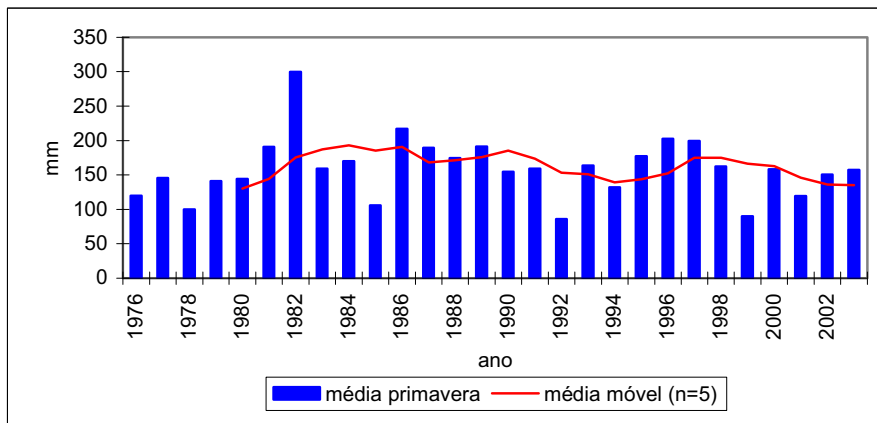


Figura 110 – Precipitação pluviométrica e média móvel da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

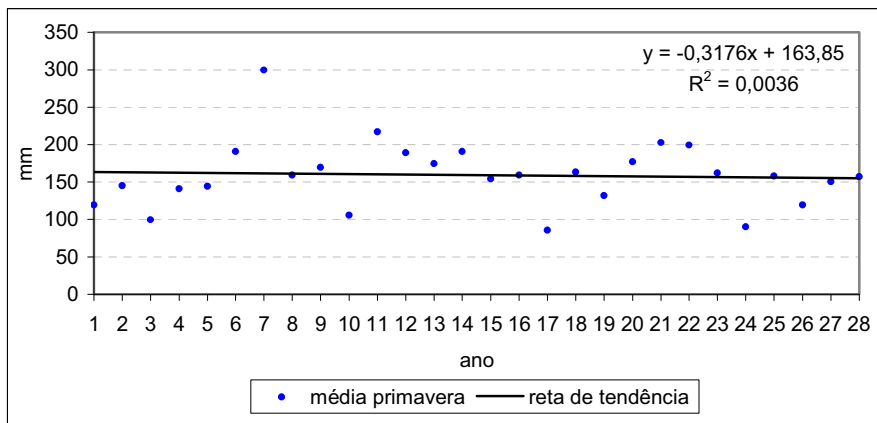


Figura 111 – Tendência da precipitação pluviométrica da primavera, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

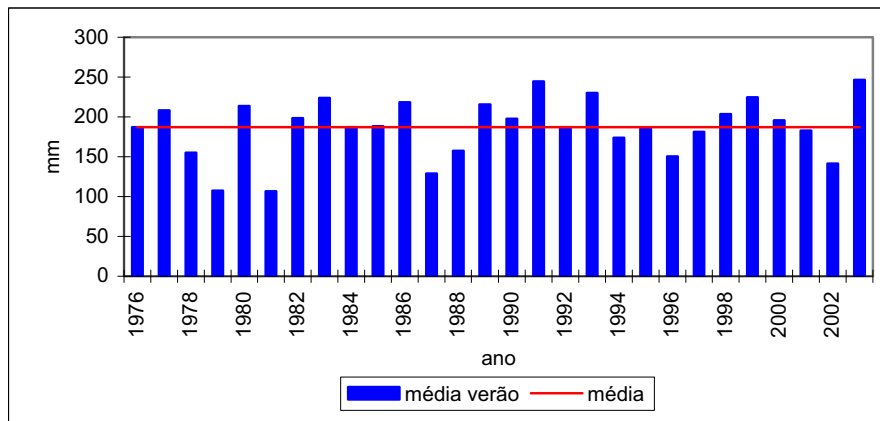


Figura 112 – Precipitação pluviométrica do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

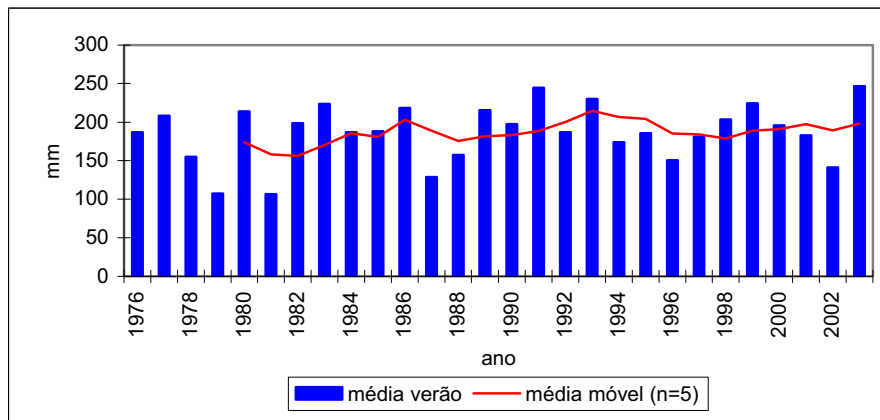


Figura 113 – Precipitação pluviométrica e média móvel do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

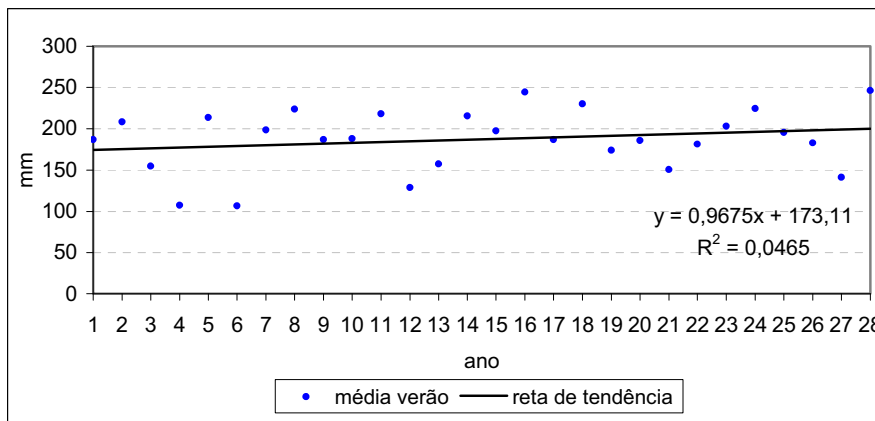


Figura 114 – Tendência da precipitação pluviométrica do verão, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

Para a estação do **outono**, a precipitação pluviométrica média registrada foi de 83,6mm, com o total médio mais elevado ocorrendo no ano de 1987 (173,9mm) e o mais baixo no ano de 1996 (24,2mm), sendo calculado para o período um desvio padrão de 32,9mm e coeficiente de variação de 39,3%. Pela distribuição dos totais ao longo da série observa-se uma redução nos valores da segunda metade (1989 a 2003) em relação à primeira (**Figura 115**), o que pode ser melhor visualizado através da variação da média móvel, a qual registra tendência de diminuição nos valores desta variável (**Figura 116**). A reta de tendência aponta para um decréscimo de 15,9mm na precipitação do outono, conforme demonstra a **Figura 117**, com nível de significância de 47,21%.

Para o **inverno** a precipitação média registrada foi de 58,5mm, com o inverno mais seco ocorrendo no ano de 1981, onde foram registrados apenas 6,3mm, e o mais chuvoso sendo verificado no ano de 1986 (114,2mm). A distribuição dos totais médios ao longo da série (**Figura 118**) apresenta-se bem variável, sendo calculado um desvio padrão de 30,9mm e coeficiente de variação de 52,8%. Pela análise da média móvel (**Figura 119**) observa-se sucessiva alternância entre sub-períodos de diminuição e aumento da precipitação pluviométrica, não sendo possível a verificação de uma tendência. Assim, a reta de tendência aponta para manutenção nos valores desta variável durante o período considerado (**Figura 120**), com nível de significância de 99,62%.

Desta forma, diante das análises realizadas, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

- a) com relação à variabilidade da precipitação pluviométrica, esta apresentou-se significativa em todos os meses do ano, com os maiores valores sendo observados nos meses de inverno (agosto, junho e julho, respectivamente), conforme mostra a **Tabela 3**.
- b) quanto à tendência, esta foi de manutenção para a precipitação pluviométrica anual; enquanto que, para a precipitação mensal, seis dos doze meses do ano apresentaram tendência de diminuição, quatro de aumento e dois de manutenção. Dos seis meses que apresentaram tendência de diminuição, quatro equivalem à meses do outono / inverno (período considerado seco), levando assim à tendência de uma estação seca mais pronunciada (**Tabela 2**);
- c) assim como o ocorrido para a temperatura, o inverno representou o período do ano em que se verificou maior variação no comportamento da precipitação pluviométrica.

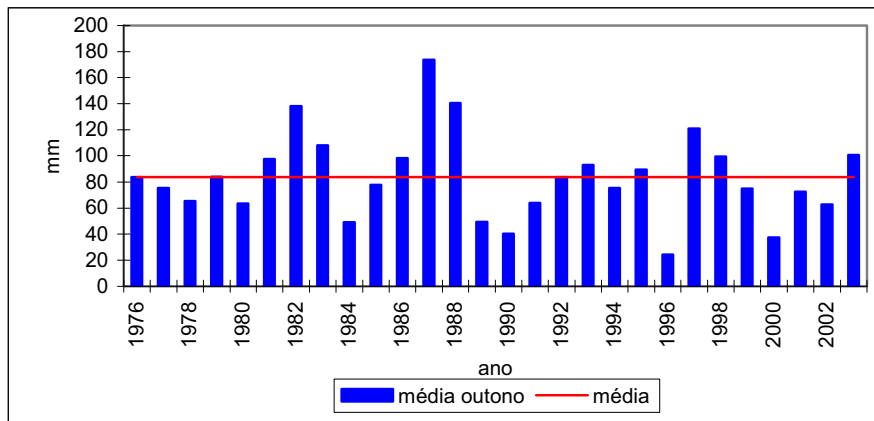


Figura 115 – Precipitação pluviométrica do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

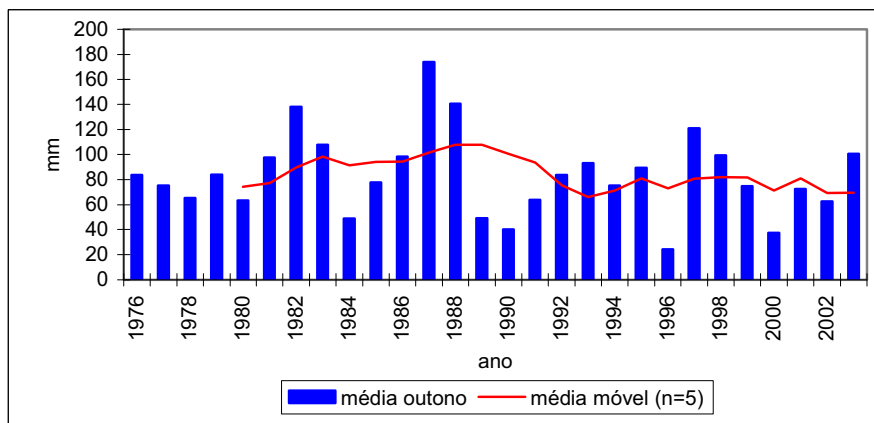


Figura 116 – Precipitação pluviométrica e média móvel do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

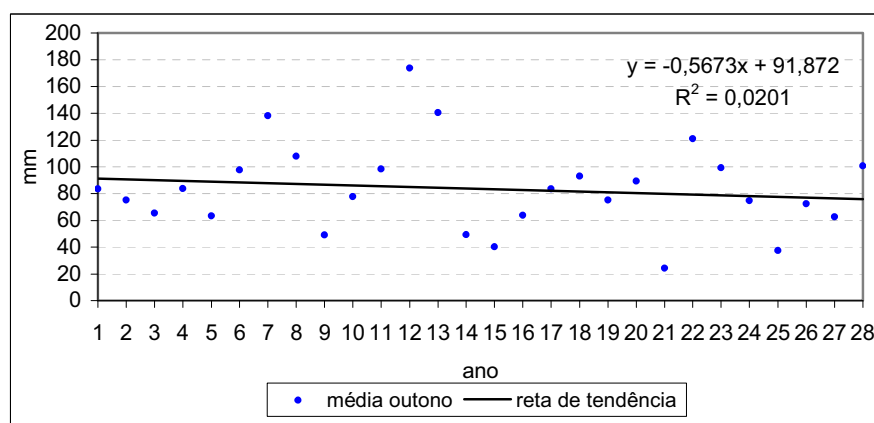


Figura 117 – Tendência da precipitação pluviométrica do outono, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

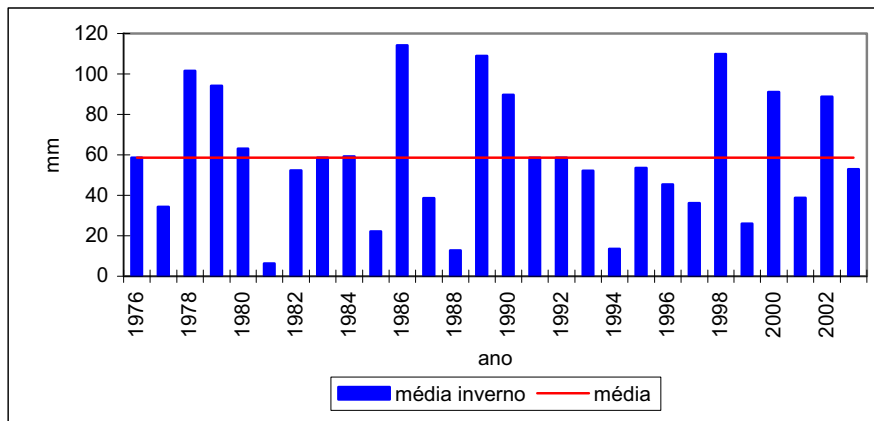


Figura 118 – Precipitação pluviométrica do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

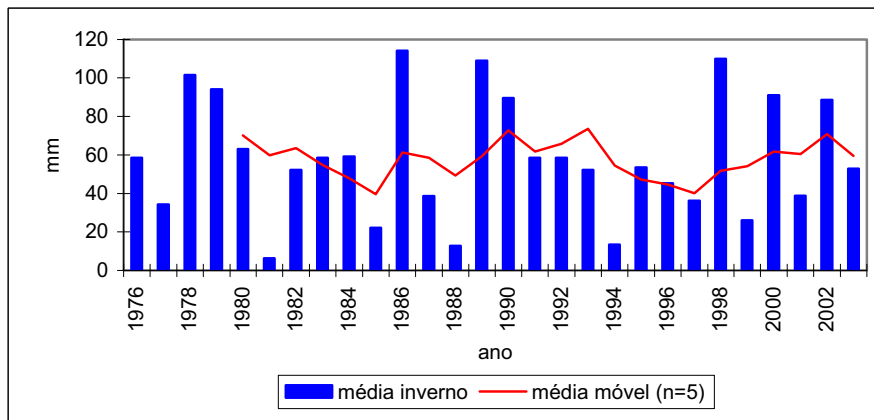


Figura 119 – Precipitação pluviométrica e média móvel do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

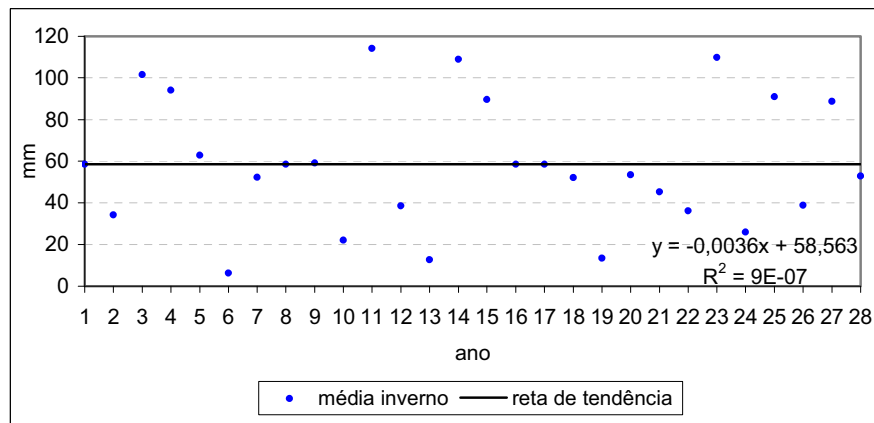


Figura 120 – Tendência da precipitação pluviométrica do inverno, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2003.

5.2 – Condições termo-pluviométricas do município de Bebedouro (SP)

5.2.1 – Temperatura

Com relação à variável climática temperatura, durante a série temporal considerada (1989 a 2003) a média anual registrada foi de 23,9°C, sendo o ano de 2002 o mais quente (25,1°C) e 1994 o que apresentou a média menos elevada (23,2°C). Observando o comportamento das médias anuais ao longo da série (**Figura 121**), verifica-se que os valores menos elevados são registrados no sub-período de 1989-95, ocorrendo um aumento nos valores a partir de 1996 em relação aos anos anteriores. Foi registrado para o período um desvio padrão de 0,5°C e coeficiente de variação de 2,1%, conforme observado na **Tabela 4**. Pela variação da média móvel (**Figura 122**) observa-se nitidamente o aumento gradual da temperatura ao longo dos anos, principalmente nos últimos três anos da série. O mesmo pode ser constatado através da reta de tendência, a qual aponta um aumento de 1,2°C (**Figura 123**), significativo ao nível de 1,00%.

Tabela 4 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura média anual e mensal, do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

anual / mensal	Média (°C)	Desvio padrão (°C)	Coeficiente de variação (%)
Jan	25,7	0,7	2,8
Fev	25,8	0,8	3,1
Mar	25,5	0,8	3,1
Abr	24,3	0,9	3,7
Mai	21,3	1,1	5,4
Jun	21,4	2,8	13
Jul	20,8	1,6	8
Ago	22,4	1,3	6
Set	23,8	1,2	5
Out	25,4	1,1	4
Nov	25,3	0,9	3
Dez	25,5	0,5	1
Anual	23,9	0,5	2,1

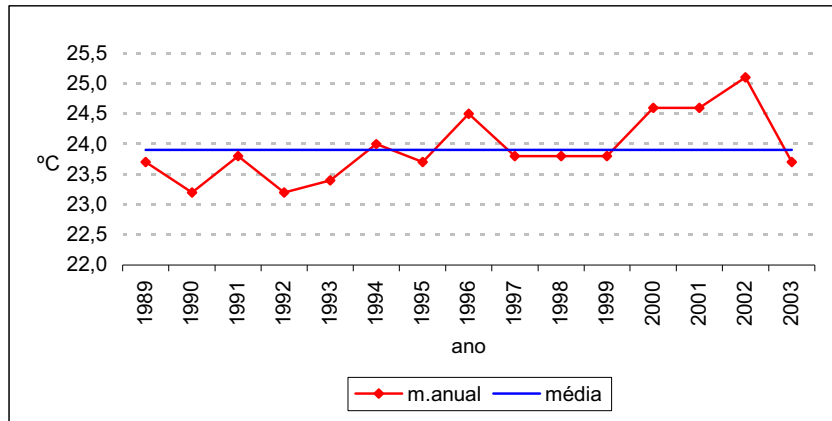


Figura 121 – Temperatura média anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

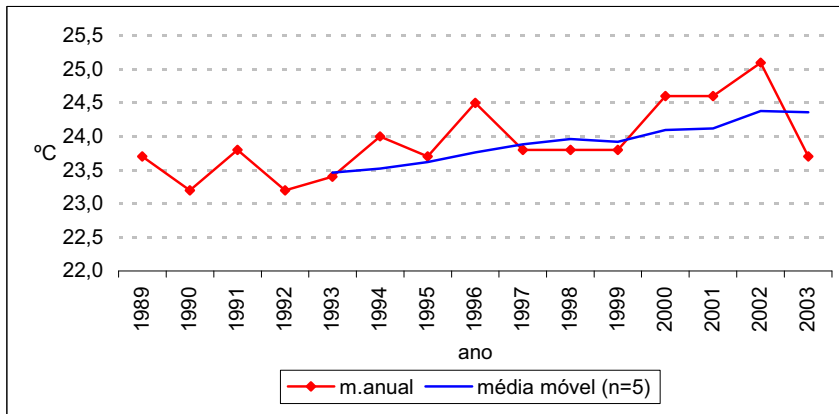


Figura 122 – Temperatura média anual e média móvel do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

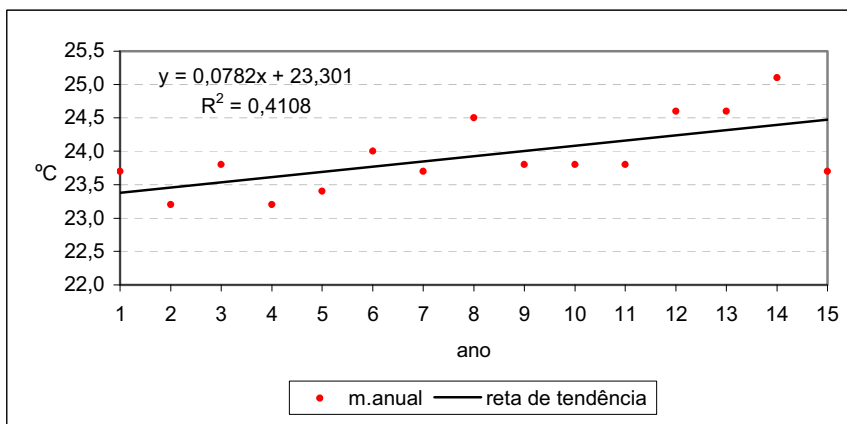


Figura 123 – Tendência da temperatura média anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Quanto ao comportamento mensal desta variável (**Figura 124**), este evidencia bem o regime térmico predominante nesta região do Estado, descrito por Monteiro (1973), com temperaturas elevadas o ano todo e inverno pouco rigoroso. O primeiro e o último trimestres do ano representam, respectivamente, os períodos de temperaturas mais elevadas, sendo o mês de fevereiro o mais quente do ano (25,8°C) seguido por janeiro (25,7°C). As temperaturas menos elevadas são registradas nos meses de maio, junho e julho, com este último registrando a média mais baixa do ano (20,8°C).

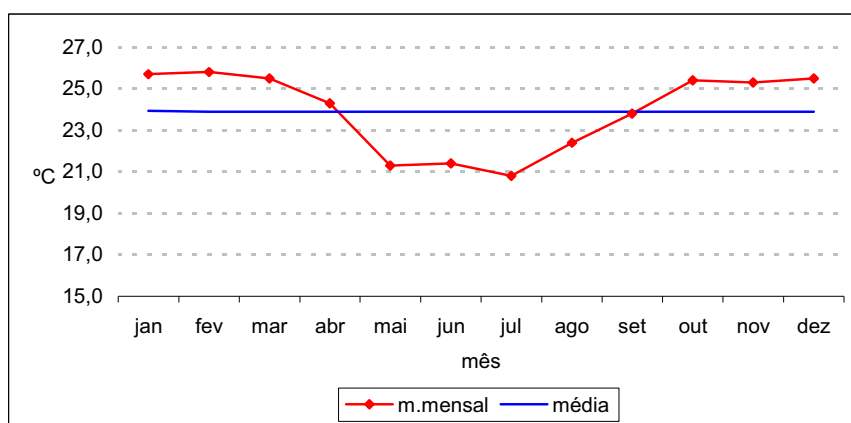


Figura 124 – Temperatura média mensal do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

A seguir serão apresentados o comportamento, a variabilidade e a tendência da temperatura média para cada mês do ano.

Para o mês de **janeiro**, durante o período considerado (1989 a 2003) a média mensal registrada foi de 25,7°C, com o ano de 1998 apresentando a maior média (27,7°C) e 1994 a menos elevada (24,7°C). Pela distribuição das médias ao longo da série (**Figura 125**) pode-se notar que estas apresentaram-se bem distribuídas, com exceção ao ano de 1998; e que os últimos três anos apresentaram médias menos variáveis e mais elevadas em relação aos anos anteriores. Foi verificado um desvio padrão de 0,7°C e coeficiente de variação de 2,8%. Pela média móvel (**Figura 126**) observa-se tendência de aumento de forma suave na temperatura, ocorrido a partir de 1998. Já a reta de tendência aponta aumento de 0,6°C durante o período considerado (**Figura 127**), com nível de significância de 37,23%.

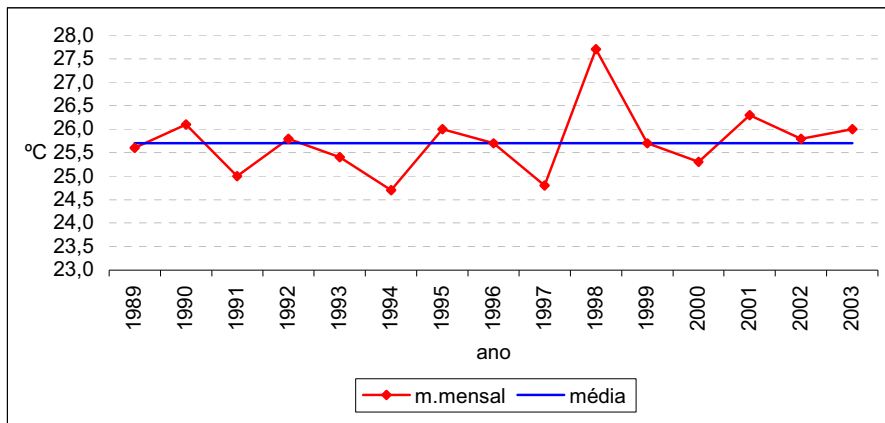


Figura 125 – Temperatura média do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

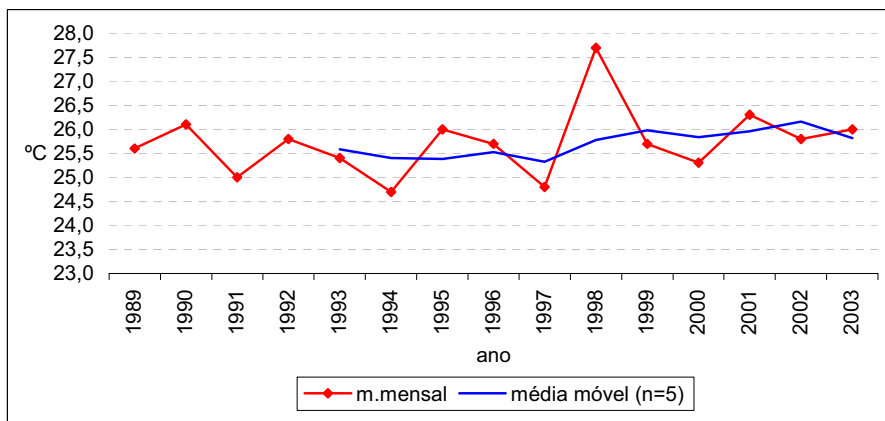


Figura 126 – Temperatura média e média móvel do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

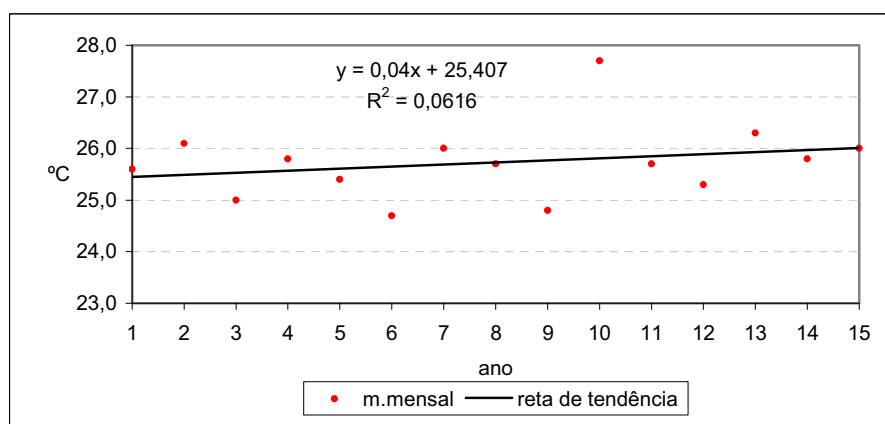


Figura 127 – Tendência da temperatura média do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Com relação ao mês de **fevereiro**, a média registrada foi de 25,8°C, com o ano de 2003 apresentando a maior média (27°C) e os anos de 1993 e 2000 a menos elevada (24,4°C). Pela **Figura 128**, a qual representa a distribuição dos valores ao longo da série, observa-se uma diminuição gradual das médias até o ano de 1993, representando o sub-período de temperaturas menos elevadas da série. Registrou-se para este mês um desvio padrão de 0,8°C e coeficiente de variação de 3,1%. A variação da média móvel (**Figura 129**) mostra um aumento nos valores até 1998, mantendo-se constante a partir deste ano. Assim como para o mês anterior, a reta de tendência também aponta um aumento de 0,6°C na temperatura média de fevereiro durante o período estudado (**Figura 130**), com nível de significância de 45,68%.

Para o mês de **março** registrou-se média anual de 25,5°C, sendo a mais elevada no ano de 2002 (26,9°C) e a mais baixa em 1992 (24,4°C). A distribuição das médias ao longo da série (**Figura 131**) apresentou comportamento semelhante ao do mês anterior, com os quatro primeiros anos representando o sub-período de médias mais baixas, havendo um aumento destas durante os anos subseqüentes. Foi calculado um desvio padrão de 0,8°C e coeficiente de variação de 3,1%. Através da média móvel (**Figura 132**) observa-se aumento das médias durante a série, sendo este maior para os três últimos anos. Assim, para o período considerado, a reta de tendência registra aumento de 0,8°C (**Figura 133**), significativo ao nível de 26,41%.

Considerando o mês de **abril**, a média mensal registrada foi de 24,3°C, sendo o ano de 2002 o que apresentou a média mais elevada (26,2°C) e 1997 a mais baixa (23°C). Ao longo da série temporal estudada observa-se um aumento nos valores das médias a partir do ano 2000 (**Figuras 134 e 135**), sendo calculado um aumento de 0,8°C para a temperatura média deste mês, conforme mostra a **Figura 136**, significativo ao nível de 40,31%. Quanto à variabilidade, verificou-se desvio padrão de 0,9°C e coeficiente de variação de 3,7%.

O mês de **maio** registrou temperatura média mensal de 21,3°C, com o ano de 2000 apresentando a média mais elevada (24,1°C) e 1990 a mais baixa (19,7°C). Com relação ao comportamento das médias ao longo da série (**Figura 137**), verifica-se pouca variação nos valores até o ano de 1999 quando, a partir de então, registra-se aumento das médias; o que pode ser melhor visualizado pela variação da média móvel (**Figura 138**). Foi verificado desvio padrão de 1,1°C e coeficiente de variação de 5,4%. A reta de tendência mostra aumento de 1,1°C (**Figura 139**), significativo em 31,32%.

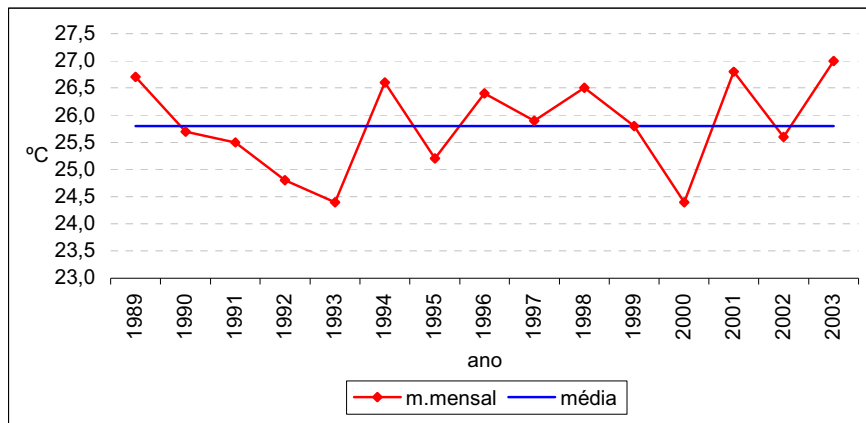


Figura 128 – Temperatura média do mês de fevereiro, no município de bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

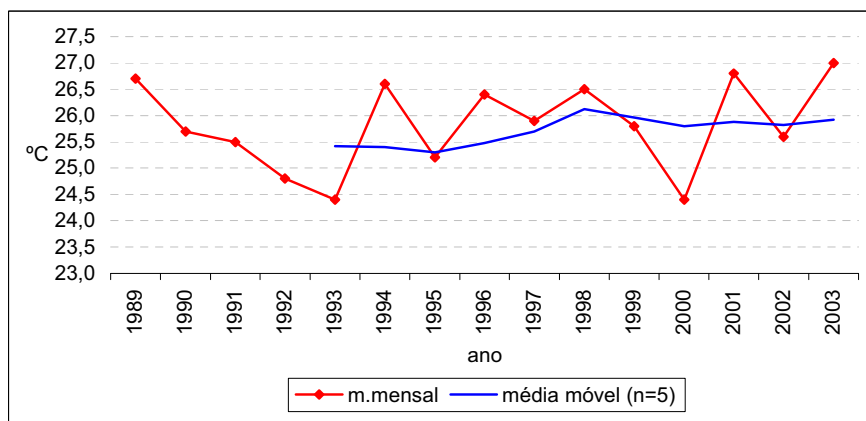


Figura 129 – Temperatura média e média móvel do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

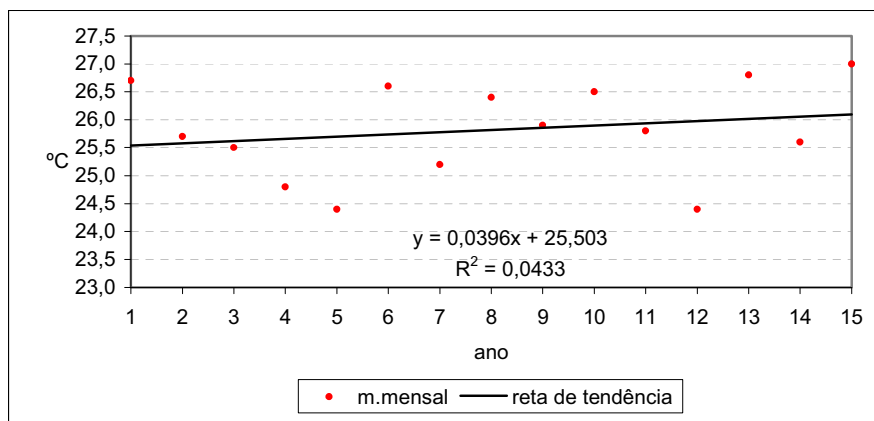


Figura 130 – Tendência da temperatura média do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

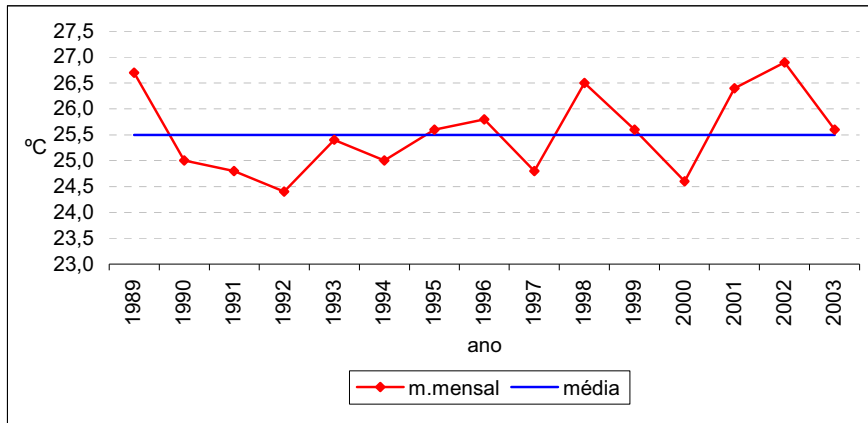


Figura 131 – Temperatura média do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

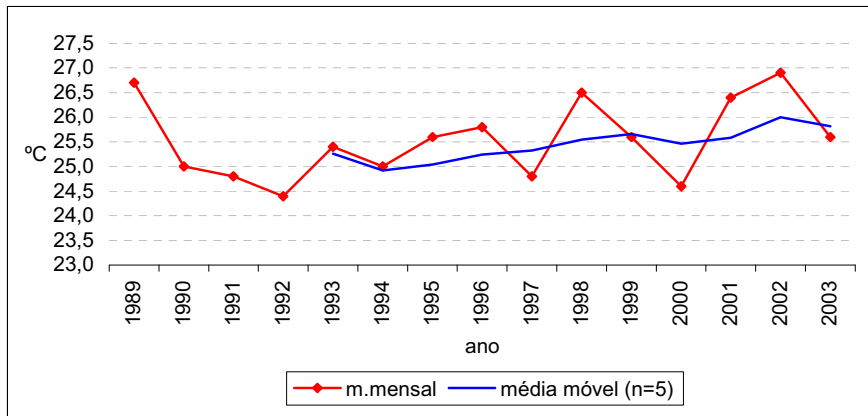


Figura 132 – Temperatura média e média móvel do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

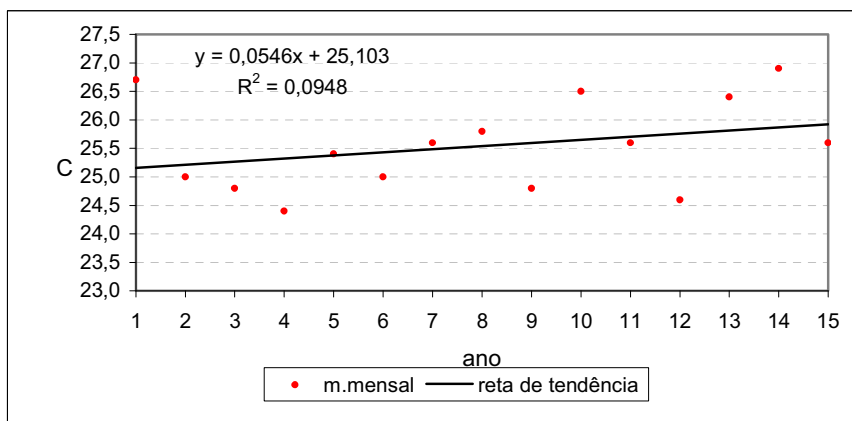


Figura 133 – Tendência da temperatura média do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

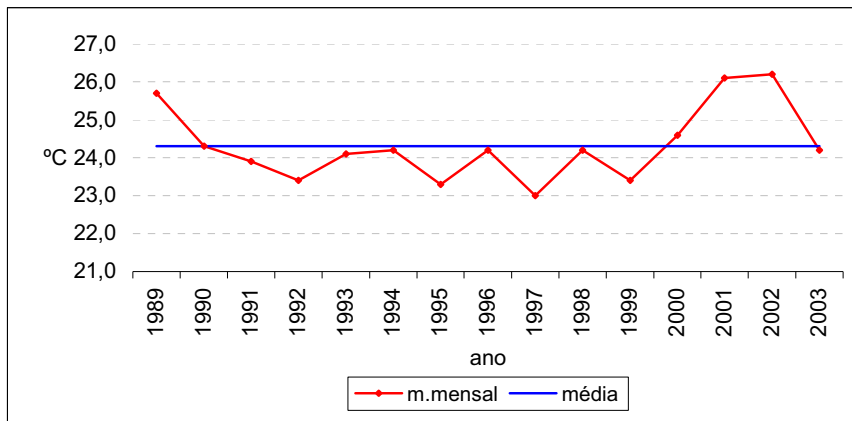


Figura 134 – Temperatura média do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

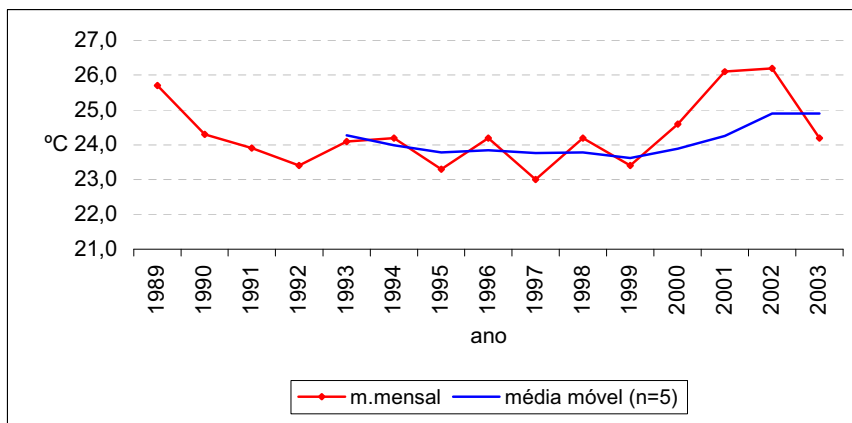


Figura 135 – Temperatura média e média móvel do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

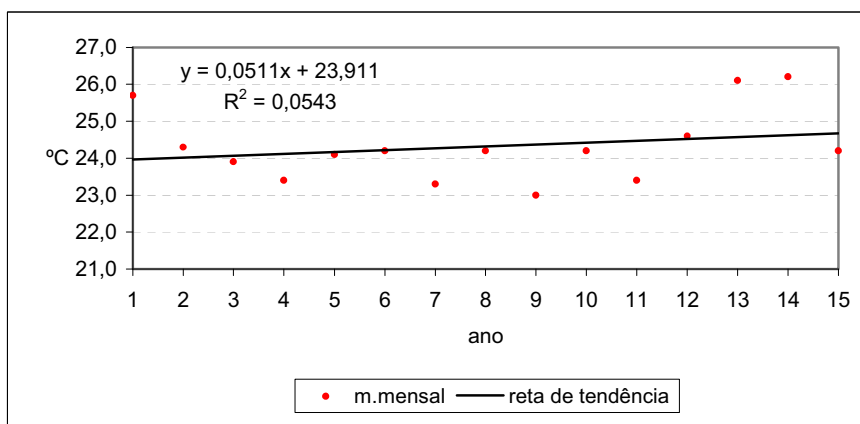


Figura 136 – Tendência da temperatura média do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

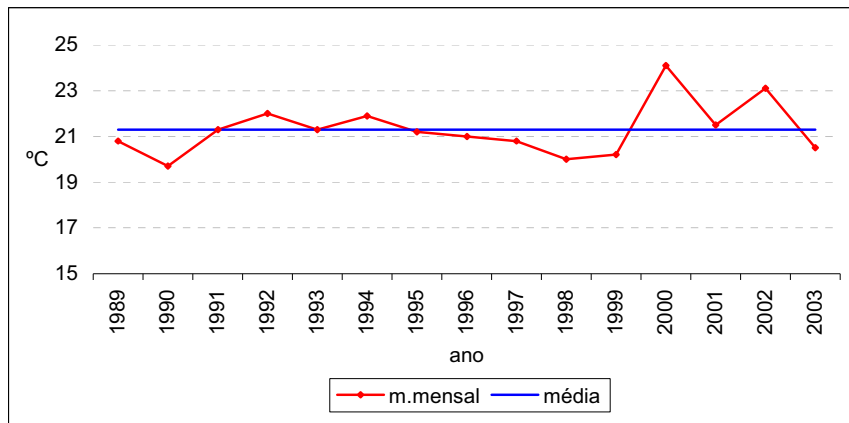


Figura 137 – Temperatura média do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

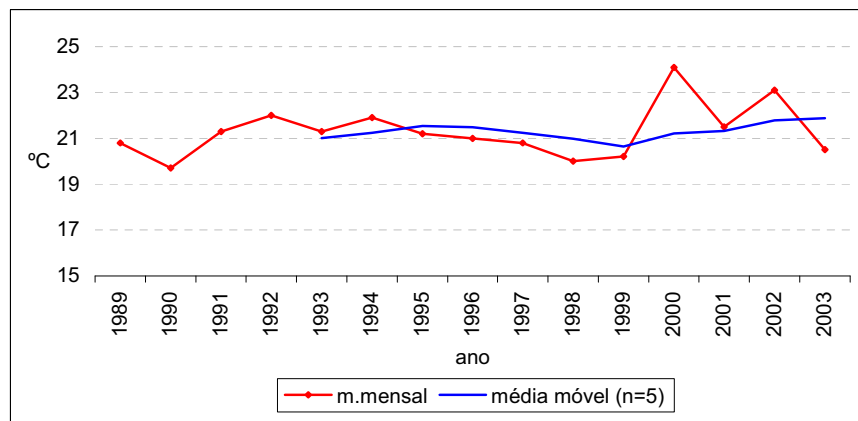


Figura 138 – Temperatura média e média móvel do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

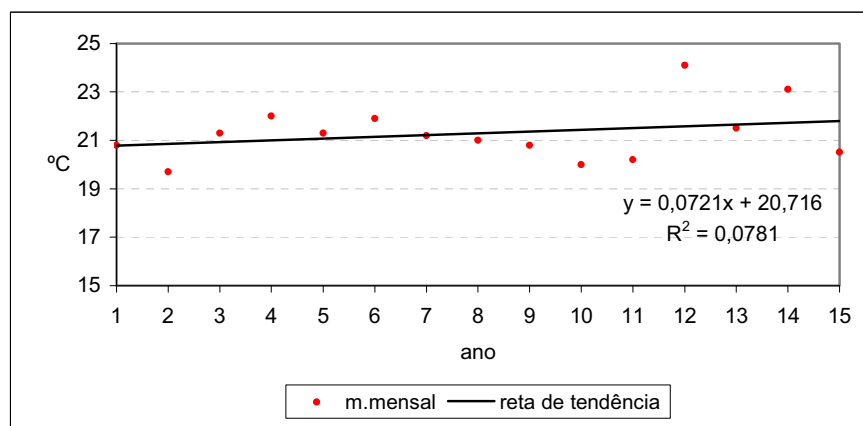


Figura 139 – Tendência da temperatura média do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Para o mês de **junho** a média mensal foi de 21,4°C. Até o ano de 1999 as médias apresentaram-se pouco variáveis, exceto no ano de 1996 o qual registrou um valor excepcional para este mês do ano (29,4°C), havendo um aumento destes valores nos anos subseqüentes (**Figura 140**). Quanto à variabilidade das médias para este mês, foi verificado desvio padrão de 2,8°C e coeficiente de variação de 13%. Pela média móvel (**Figura 141**) observa-se, no contexto geral, tendência de aumento ao longo da série, da ordem de 3,2°C (**Figura 142**), significativo em 20,66%.

No mês de **julho** a temperatura média mensal registrada foi de 20,8°C, com o ano 2000 apresentando a média mais alta (24,9°C) e 1990 a mais baixa (18,5°C). Com relação à distribuição anual dos valores, comportamento semelhante ao mês anterior pode ser verificado para o mês de julho, onde as médias apresentam-se pouco variáveis até 1998, com os anos subseqüentes apresentando aumento em relação aos anteriores, conforme observado nas **Figuras 143 e 144**. Registrou-se desvio padrão de 1,6°C e coeficiente de variação de 8%. A reta de tendência aponta aumento de 3,3°C na temperatura média deste mês para o período estudado (**Figura 145**), significativo em 1,32%.

Para o mês de **agosto** a temperatura média mensal foi de 22,4°C, com o ano de 2000 apresentando a média mais alta (24,5°C) e 1990 a menos elevada (20,5°C). O desvio padrão verificado foi de 1,3°C e coeficiente de variação de 6%. Pela **Figura 146** pode-se observar a existência de três sub-períodos dentro da série: 1989 a 1995, 1996 a 2000 e 2001 a 2003, os quais marcam um aumento gradual nos valores das médias. Esta tendência pode ser melhor verificada através a variação da média móvel (**Figura 147**) e pela reta de tendência, apontando acréscimo de 1,7°C (**Figura 148**), significativo em 15,89%.

O mês de **setembro** registrou temperatura média mensal de 23,8°C, com o ano de 1997 apresentando a média mais alta (25,7°C) e 1992 a menos elevada (21,5°C). Com relação à variabilidade, foi verificado desvio padrão de 1,2°C e coeficiente de variação de 5%. Observa-se uma maior oscilação nos valores das médias até o ano de 1997, mantendo-se pouco variáveis a partir deste ano (**Figura 149**). Pela média móvel pode-se verificar, no contexto geral, um aumento de forma suave nos valores (**Figura 150**), enquanto que a reta de tendência aponta um aumento de 1,5°C na média para o período considerado (**Figura 151**), com nível de significância de 15,44%.

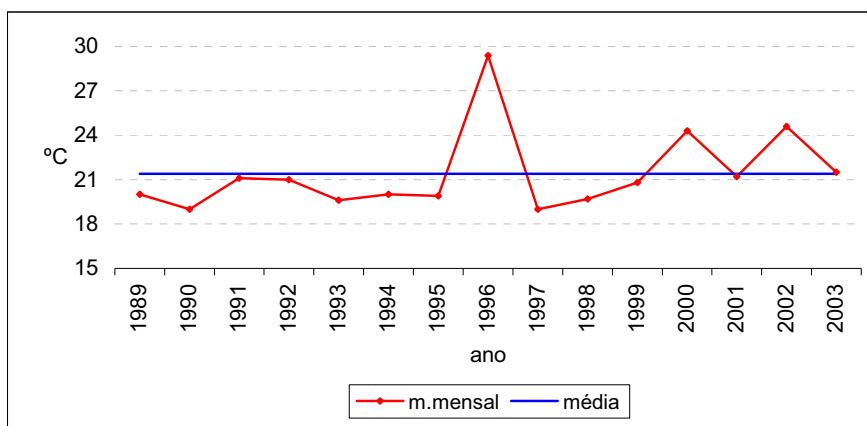


Figura 140 – Temperatura média do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

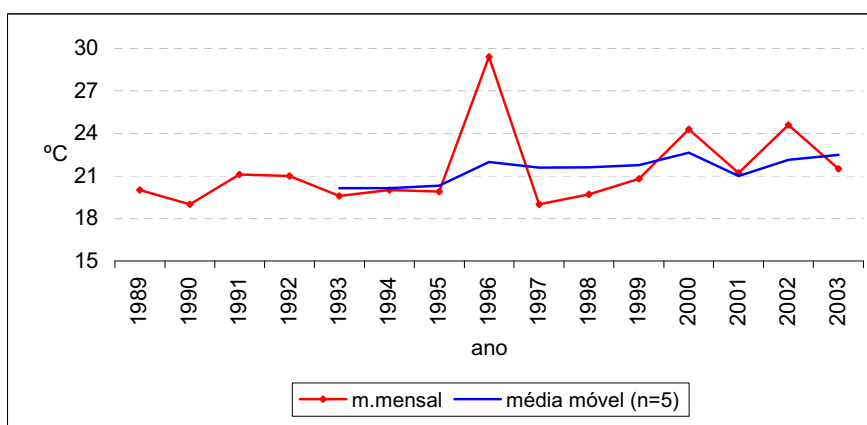


Figura 141 – Temperatura média e média móvel do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

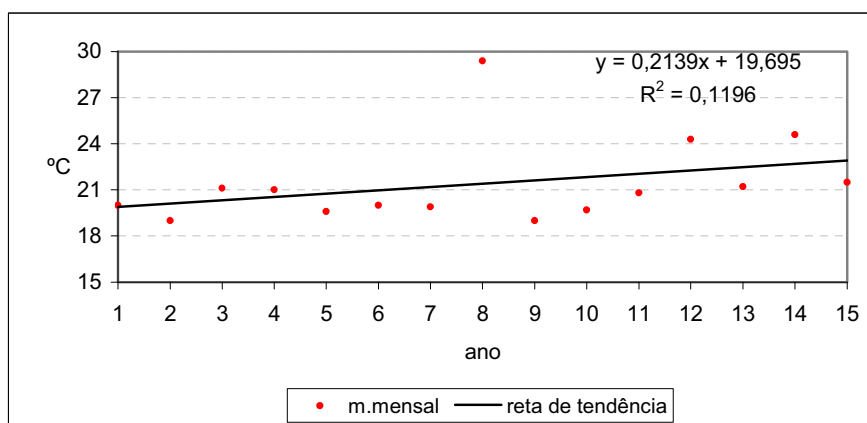


Figura 142 – Tendência da temperatura média do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

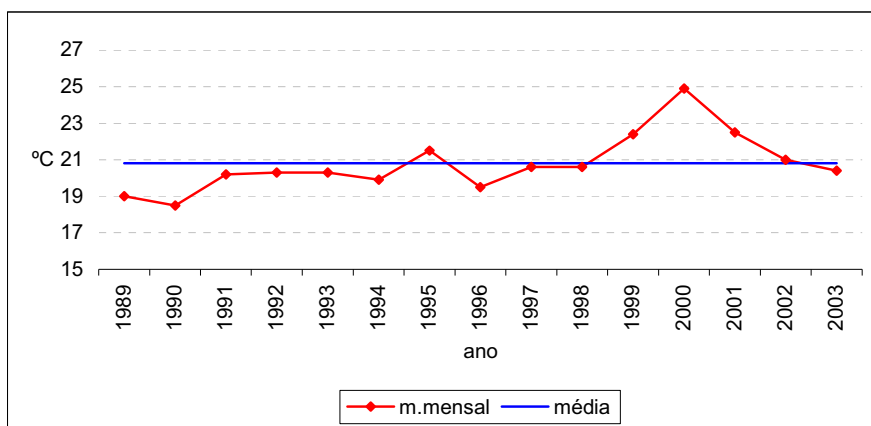


Figura 143 – Temperatura média do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

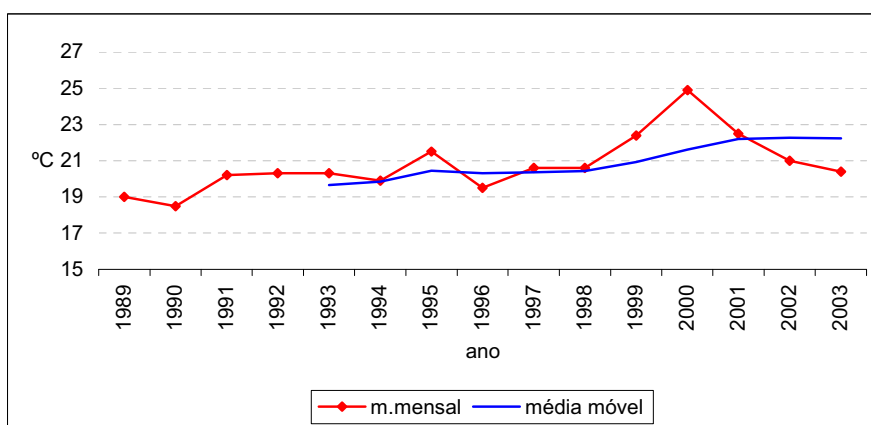


Figura 144 – Temperatura média e média móvel do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

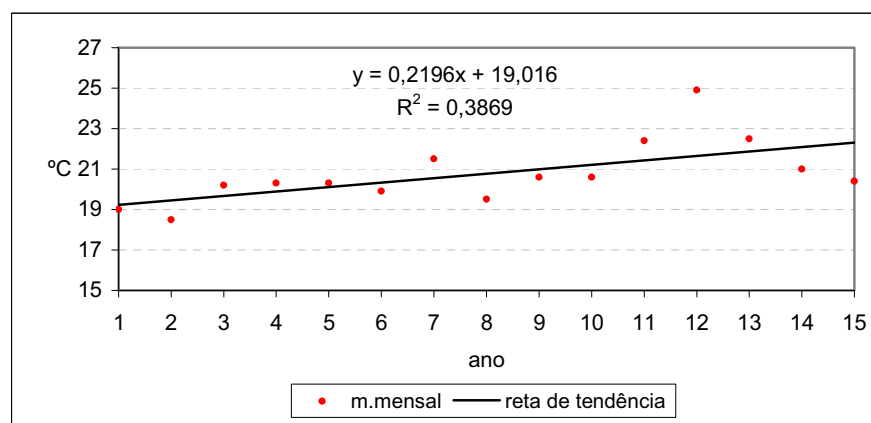


Figura 145 – Tendência da temperatura média do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

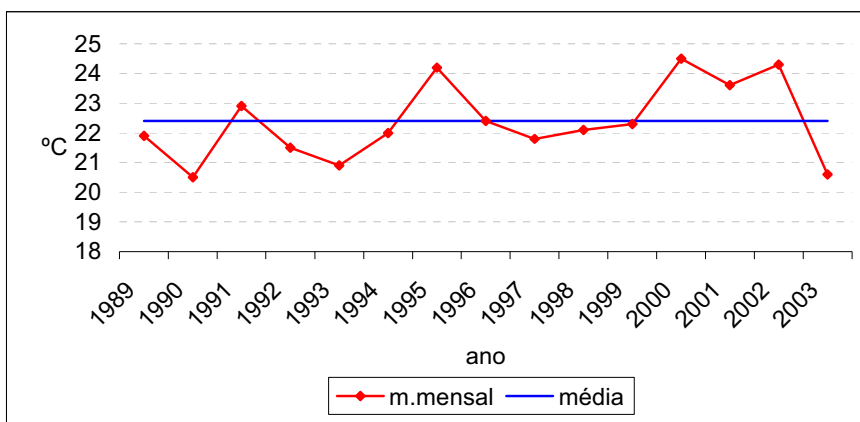


Figura 146 – Temperatura média do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

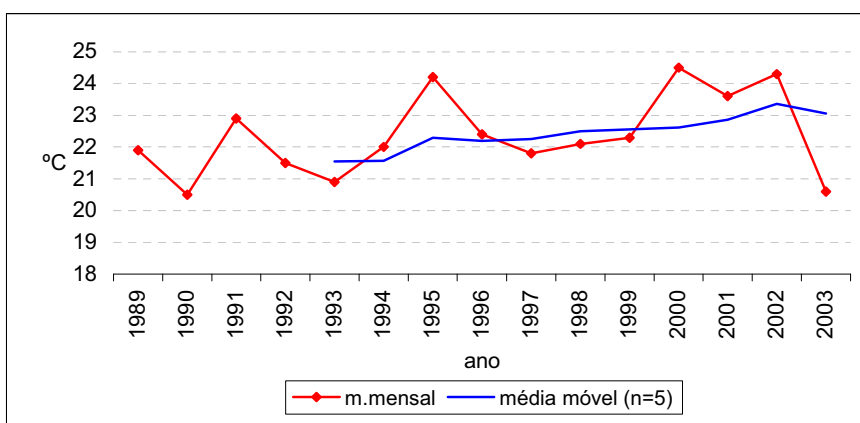


Figura 147 – Temperatura média e média móvel do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período e 1989 a 2003.

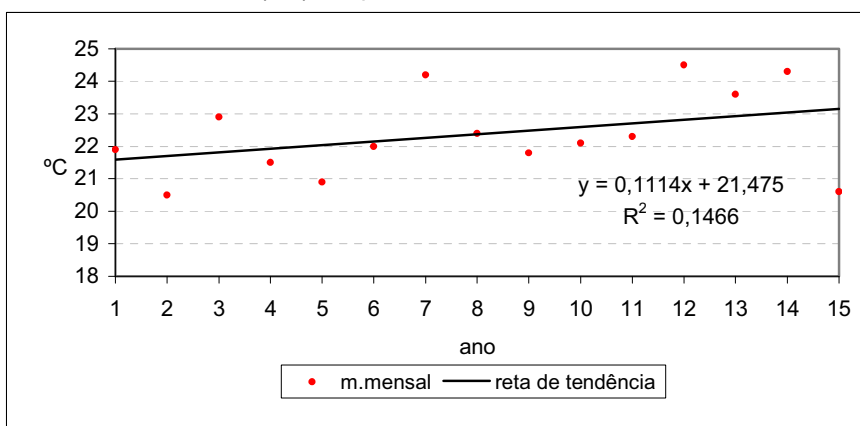


Figura 148 – Tendência da temperatura média do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

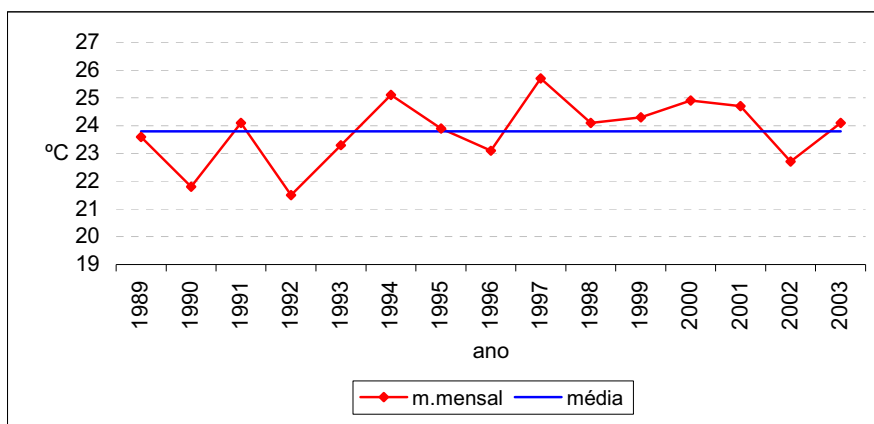


Figura 149 – Temperatura média do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

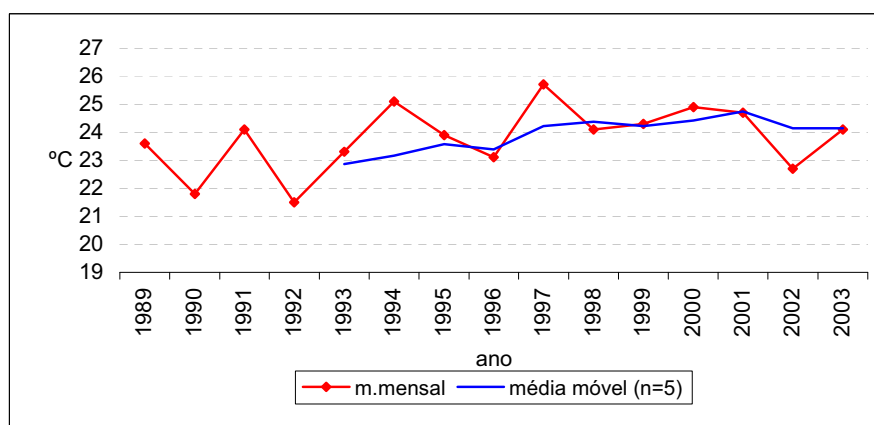


Figura 150 – Temperatura média e média móvel do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

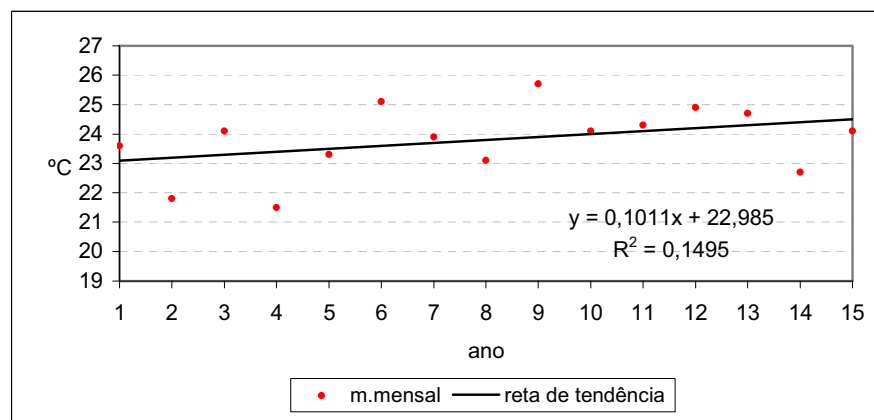


Figura 151 – Tendência da temperatura média do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Para o mês de **outubro** foi registrada média de 25,4°C, sendo a mais alta no ano de 2002 (28°C) e a menos elevada em 1995 (24,1°C), sendo verificado desvio padrão de 1,1°C e coeficiente de variação de 4%. Pela **Figura 152** observa-se que o comportamento das médias ao longo da série apresenta-se variável, destacando-se os sub-períodos de 1989-1993 e 1998-2001, com os valores distribuídos de melhor forma e menos elevados. Ligeiro aumento nas médias durante o período considerado pode ser verificado através da variação da média móvel (**Figura 153**). A reta de tendência registrou um aumento de 0,9°C (**Figura 154**), com nível de significância de 40,52%.

No mês de **novembro** foi registrada média de 25,3°C, com desvio padrão de 0,9°C e coeficiente de variação de 3%. Durante a série estudada a média mais alta ocorreu no ano de 1997 (26,6°C) e a menos elevada em 1999 (24,2°C), com os valores apresentando-se oscilantes ao longo da série, não sendo possível destacar sub-períodos diferenciados (**Figura 155**). A variação da média móvel (**Figura 156**) aponta para diminuição nos valores das médias durante o período estudado, com a reta de tendência registrando decréscimo de 0,7°C (**Figura 157**), significativo em 33,45%.

Enfim, para o mês de **dezembro** a temperatura média mensal registrada foi de 25,5°C, com o ano de 2002 apresentando a média mais alta (26,7°C) e 2000 a menos elevada (24,5°C). O desvio padrão registrado foi de 0,5°C e coeficiente de variação de 1%. Pela análise do comportamento anual das médias (**Figura 158**) pode-se observar que estas apresentam-se bem distribuídas, destacando-se os anos de 1998 a 2000 como o sub-período de médias mais baixas. A variação da média móvel aponta para manutenção nos valores ao longo da série (**Figura 159**). Já a reta de tendência registra um aumento de 0,4°C na média deste mês (**Figura 160**), significativo em 47,62%.

Realizando agora a análise sazonal da temperatura, para o período da **primavera** a média registrada foi de 25,4°C, com a temperatura mais alta ocorrendo no ano de 2002 (26,8°C) e a menos elevada em 1992 (24,5°C). Conforme mostra a **Figura 161**, ao longo da série temporal estudada as médias apresentaram-se bem distribuídas, podendo-se destacar apenas o triênio de 1998-1999-2000, apresentando uma menor variação interanual dos valores. Foi calculado para o período desvio padrão de 0,7°C e coeficiente de variação de 2,7%. A variação da média móvel (**Figura 162**) aponta para a manutenção nos valores da temperatura média ao longo da série; o mesmo sendo verificado também através da reta de tendência (**Figura 163**), significativo em 83,69%.

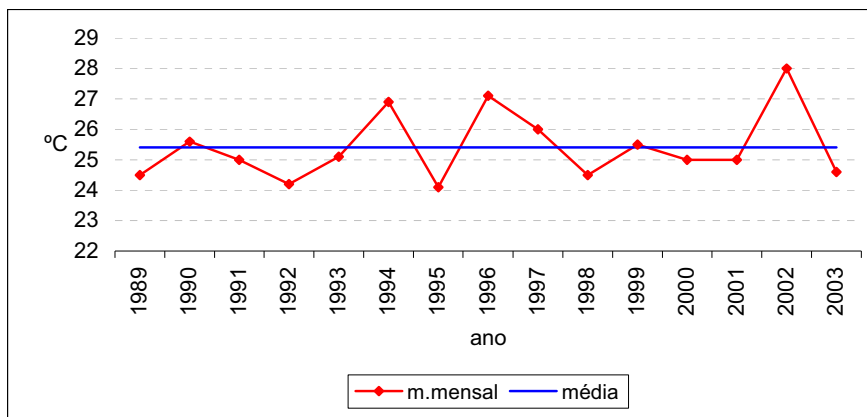


Figura 152 – Temperatura média do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

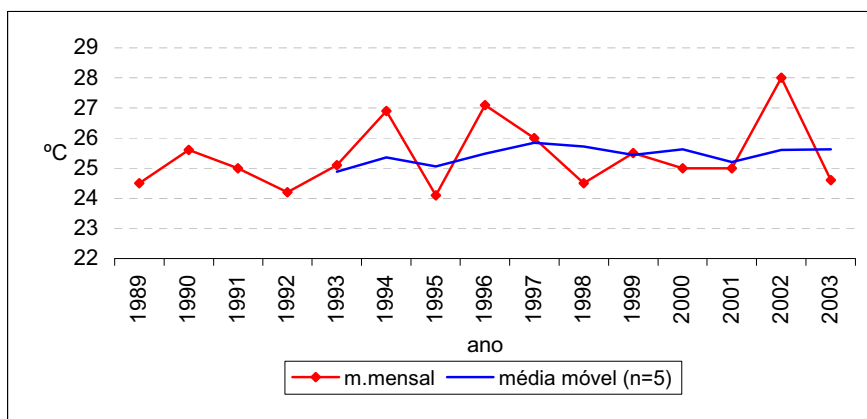


Figura 153 – Temperatura média e média móvel do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

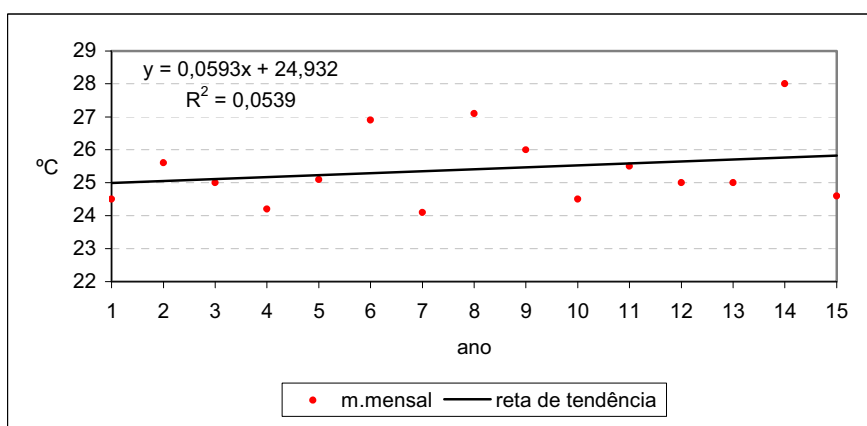


Figura 154 – Tendência da temperatura média do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

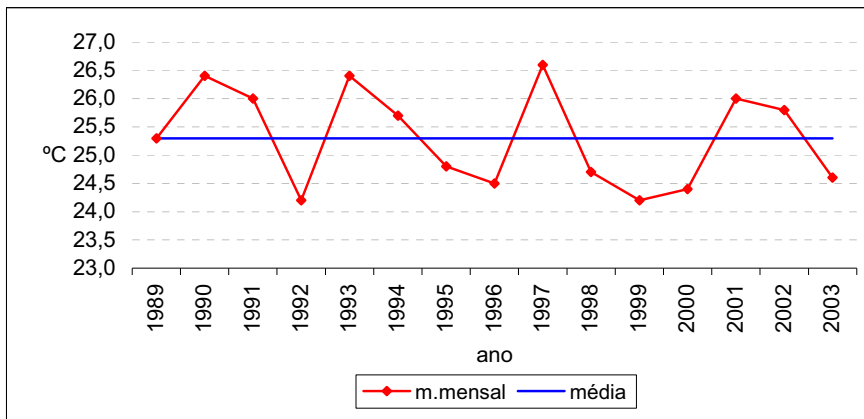


Figura 155 – Temperatura média do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

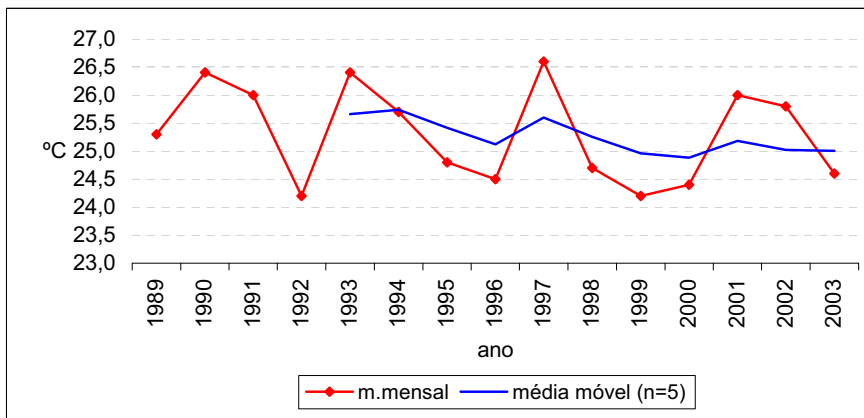


Figura 156 – Temperatura média e média móvel do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

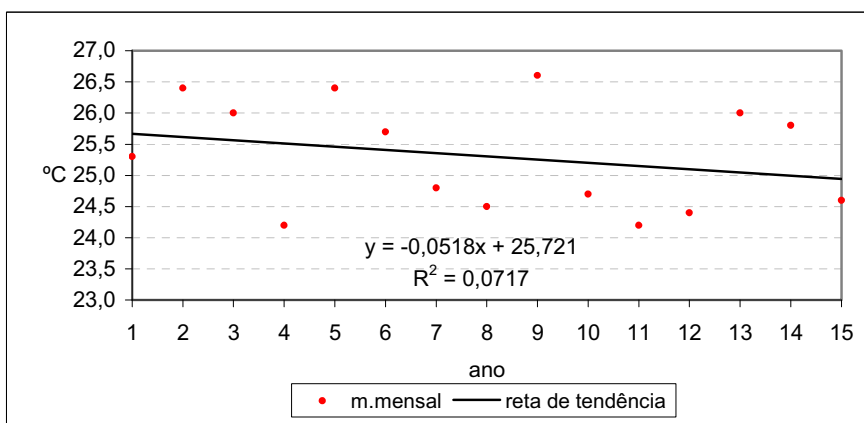


Figura 157 – Tendência da temperatura média do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

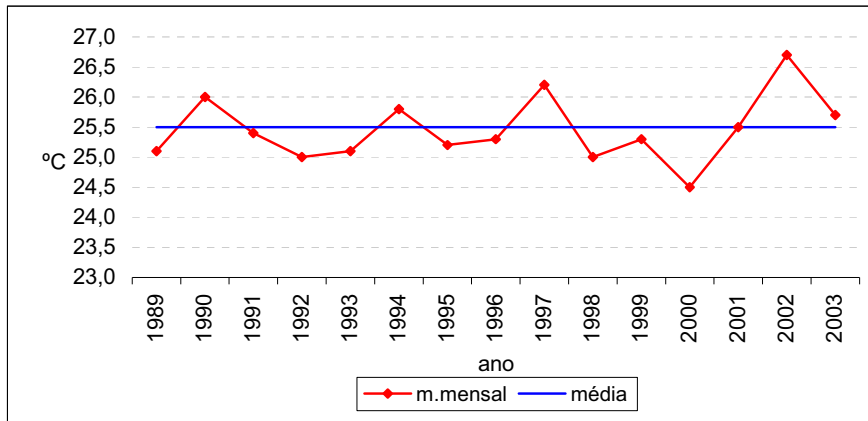


Figura 158 – Temperatura média do mês de dezembro, no município e Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

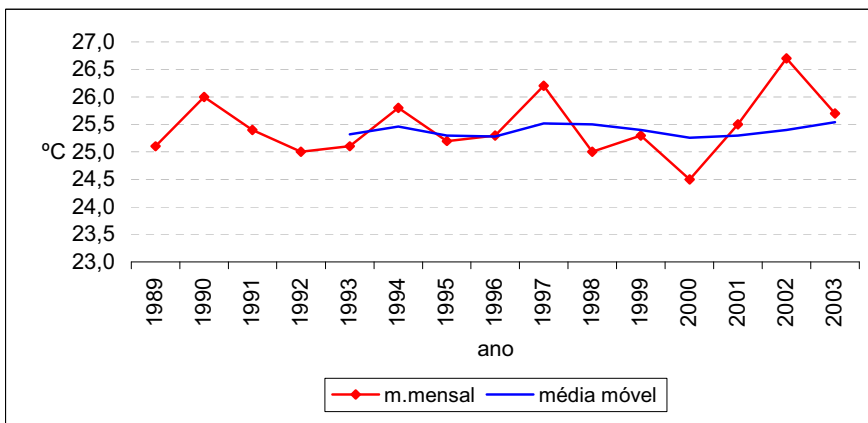


Figura 159 – Temperatura média e média móvel do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

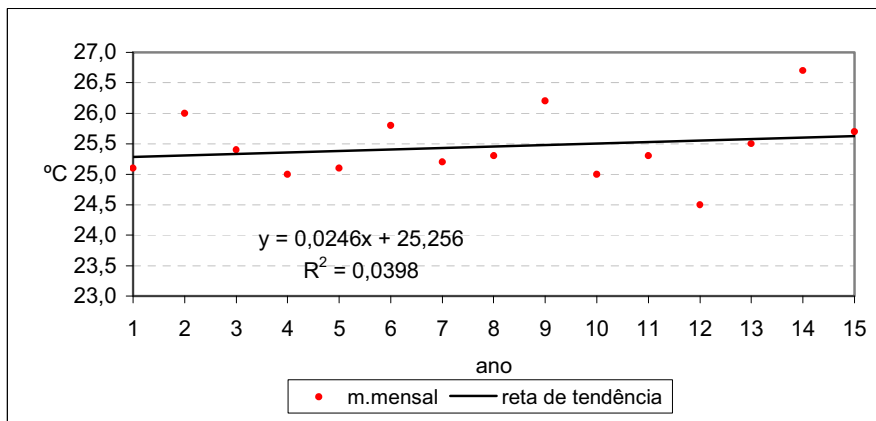


Figura 160 – Tendência da temperatura média do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

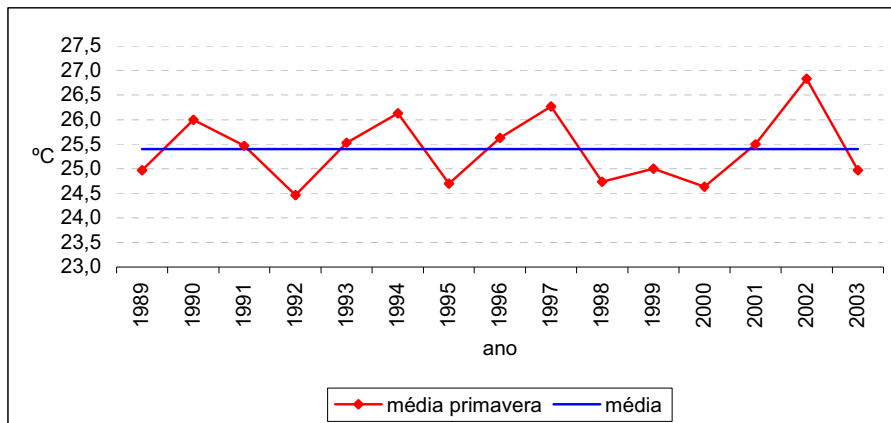


Figura 161 – Temperatura média da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

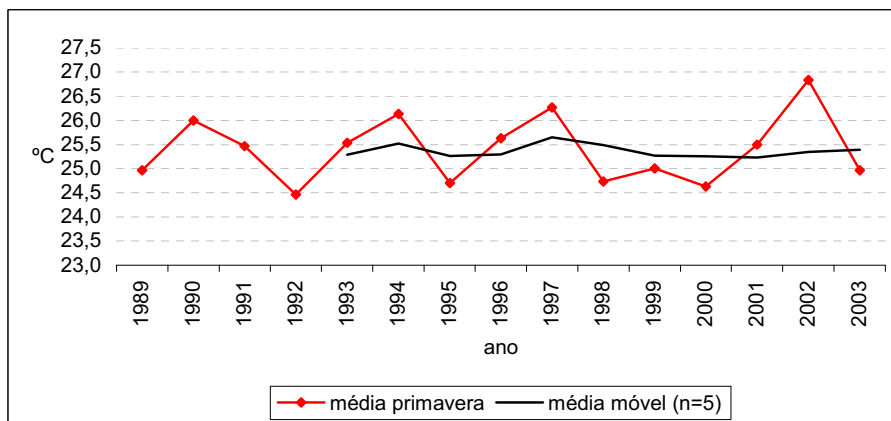


Figura 162 – Temperatura média e média móvel da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

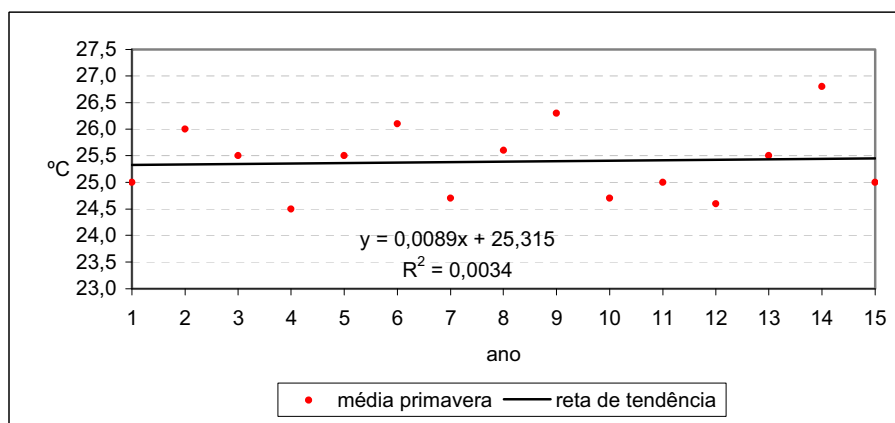


Figura 163 – Tendência da temperatura média da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Com relação ao **verão**, a temperatura média registrada foi de 25,7°C, com ano o mais quente ocorrendo em 1998 (26,9°C) e o menos acentuado no ano 2000 (24,8°C). Observando a distribuição das médias ao longo da série (**Figura 164**), dois sub-períodos distintos podem ser identificados: o primeiro compreendendo os anos de 1989 a 1996, sendo marcado por uma diminuição e posterior aumento de forma gradual nos valores das médias; e o segundo, representado pelos anos subseqüentes, marcado por uma maior variabilidade nos valores em relação ao sub-período anterior. O desvio padrão calculado foi de 0,6°C e o coeficiente de variação de 2,3%. Através da média móvel (**Figura 165**) foi possível verificar tendência de aumento nas médias ao longo da série, a mesma apontada também pela reta de tendência (**Figura 166**), sendo este acréscimo da ordem de 0,7°C, apresentando nível de significância de 22,33%.

Para o **outono**, a temperatura média registrada foi de 22,3°C, com o ano de 1996 apresentando a média mais alta (24,9°C) e 1997 a menos elevada (20,9°C). Através da **Figura 167** observa-se que a distribuição dos valores apresenta-se pouco variável até o ano de 1999, com exceção do ano de 1996 que registrou a temperatura mais elevada da série. A partir de 2000 houve um significativo aumento nos valores das médias em relação aos anos anteriores, com os últimos quatro anos apresentando-se como os mais quentes da série, depois de 1996. O desvio padrão calculado foi de 1,3°C e o coeficiente de variação de 5,8%. A variação da média móvel (**Figura 168**) aponta para aumento nos valores da temperatura, fato este confirmado pela aplicação da reta de tendência, a qual registrou um acréscimo de 1,7°C na temperatura média desta estação durante a série temporal considerada (**Figura 169**), significativo em 15,24%.

Finalmente, para o **inverno** a temperatura média registrada foi também de 22,3°C, com o ano 2000 apresentando a média mais alta (24,8°C) e 1990 a mais baixa (20,3°C). Pela distribuição dos valores ao longo da série (**Figura 170**), nota-se que estes apresentaram-se crescentes até o ano 2000, ocorrendo uma diminuição gradativa nos mesmos durante os anos subseqüentes. O desvio padrão calculado foi de 1,1°C e o coeficiente de variação de 4,9%. A média móvel registrou tendência de aumento da temperatura do inverno durante a série considerada (**Figura 171**), sendo este acréscimo da ordem de 2,2°C, conforme mostra a reta de tendência (**Figura 172**), com nível de significância de 2,10%.

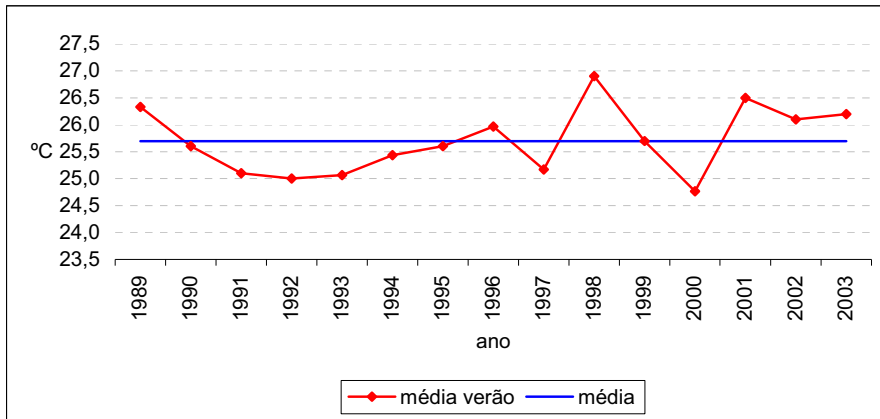


Figura 164 – Temperatura média do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

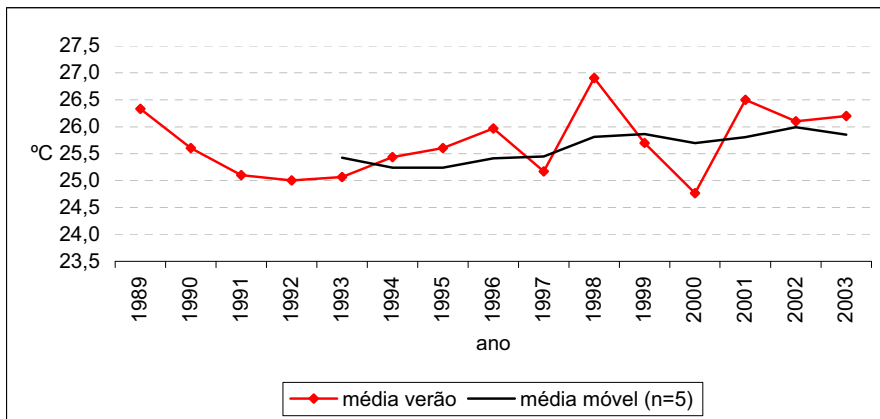


Figura 165 – Temperatura média e média móvel do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

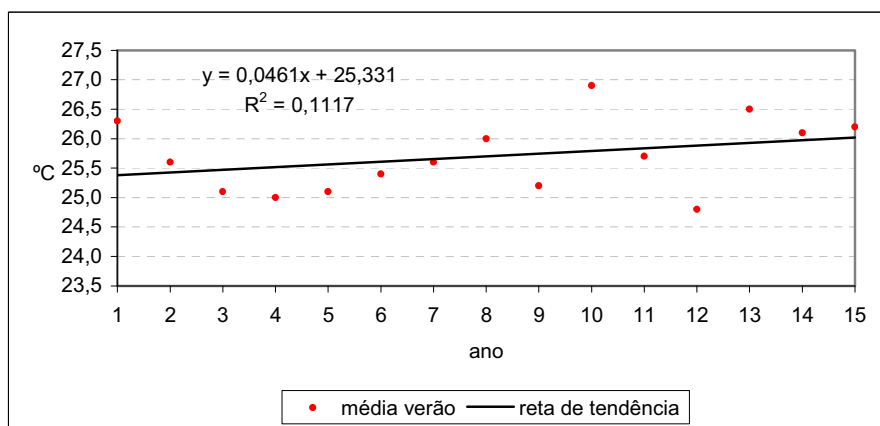


Figura 166 – Tendência da temperatura média do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

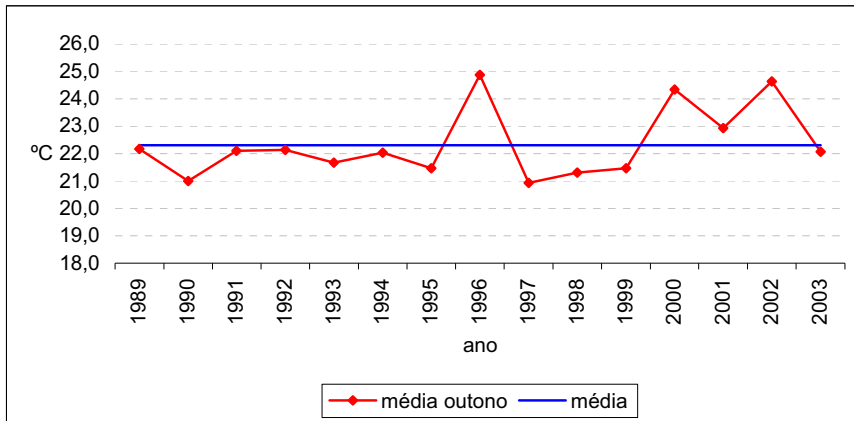


Figura 167 – Temperatura média do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

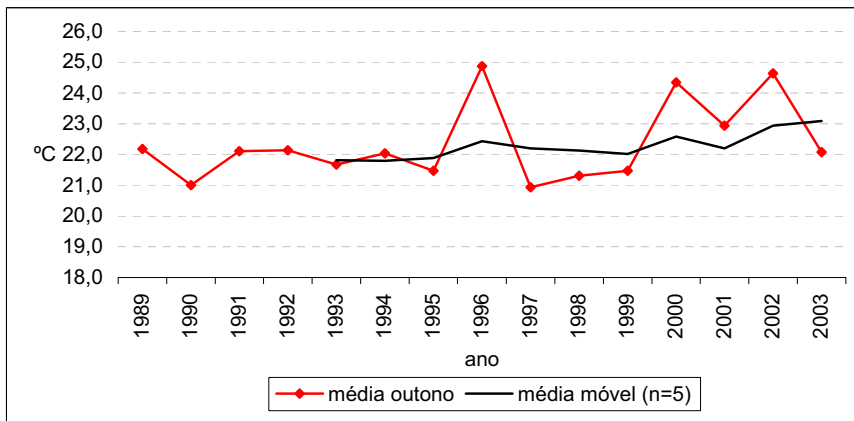


Figura 168 – Temperatura média e média móvel do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

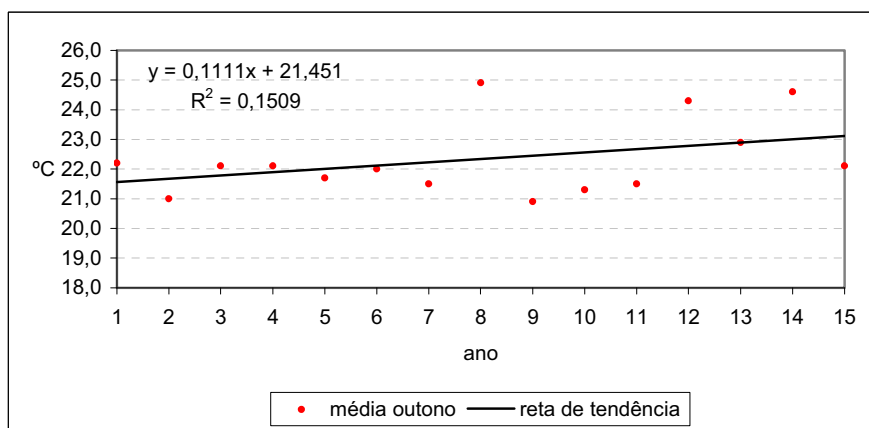


Figura 169 – Tendência da temperatura média do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

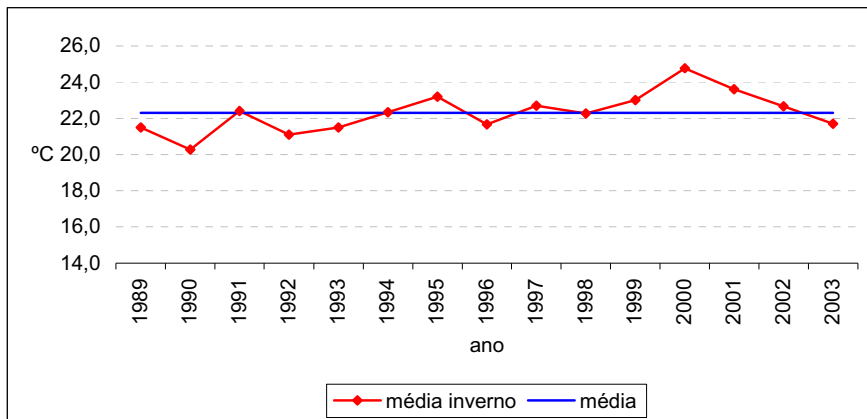


Figura 170 – Temperatura média do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

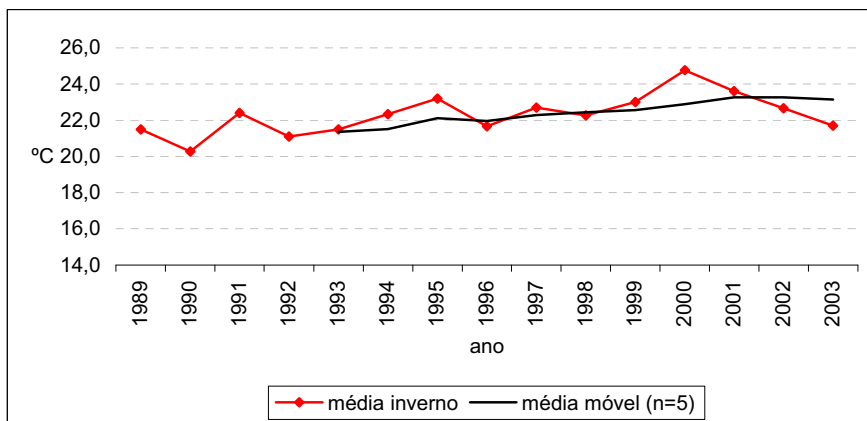


Figura 171 – Temperatura média e média móvel do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

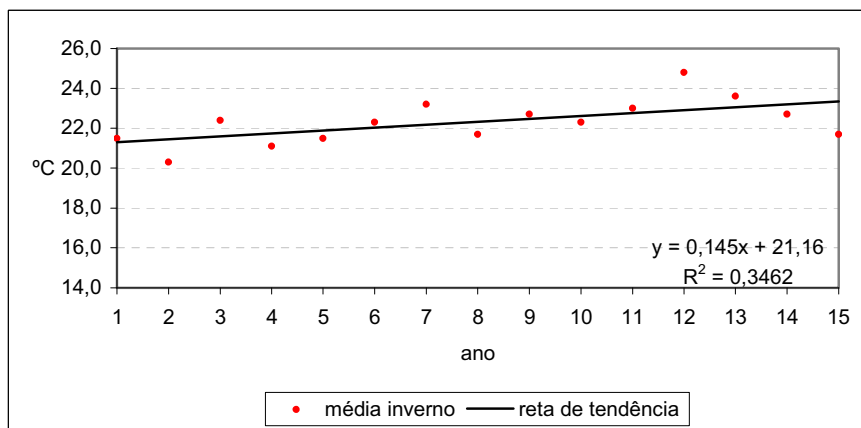


Figura 172 – Tendência da temperatura média do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Desta forma, tendo em vista as análises realizadas, pode-se destacar que:

- a) quanto ao comportamento anual da temperatura, as médias mostraram-se crescentes ao longo da série, apresentando tendência de aumento, sendo este mais significativo a partir do ano 2000. Conforme nos mostra a **Tabela 5**, a mesma tendência também foi verificada em onze dos doze meses do ano, sendo esta mais acentuada respectivamente nos meses de julho, junho e agosto, marcando a ocorrência de um inverno com tendência à temperaturas mais elevadas;
- b) da mesma forma que o verificado para o município de Assis, os maiores valores de variabilidade da temperatura média de Bebedouro também ocorreram no período de inverno (junho, julho e agosto, respectivamente).

Tabela 5 – Indicação da tendência da temperatura e da precipitação pluviométrica, à nível mensal, no município de Bebedouro (SP).

	TEMPERATURA			PRECIPITAÇÃO		
	aumento	diminuição	manutenção	aumento	diminuição	manutenção
Jan	X				X	
Fev	X				X	
Mar	X				X	
Abr	X				X	
Mai	X				X	
Jun	X					X
Jul	X				X	
Ago	X					X
Set	X				X	
Out	X				X	
Nov		X			X	
Dez	X				X	
TOTAL	11	1	-	-	10	2

5.2.2 – Precipitação pluviométrica

Considerando agora a variável precipitação pluviométrica, durante a série temporal analisada (1983-2003) a média dos totais anuais foi de 1.536,4mm¹, sendo o ano de 1983 o mais chuvoso (2.106,5mm) e 1994 o que registrou a menor precipitação da série (1.146,9mm). Foi calculado desvio padrão de 274,1mm e coeficiente de variação de 17,5%, conforme a **Tabela 6**. Observando sua distribuição (**Figura 173**), verifica-se que a segunda metade da série (1993-2003) apresentou uma nítida redução nos valores em relação à primeira metade. Através da aplicação da média móvel (**Figura 174**) observa-se mais claramente o declínio nos valores da precipitação pluviométrica durante o período analisado, com a reta de tendência apontando para uma diminuição de 517,8mm (**Figura 175**), significativa ao nível de 0,85%

Tabela 6 – Valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da precipitação pluviométrica anual e mensal, do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Anual / mensal	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coeficiente da variação (%)
Jan	305,1	115,9	38
Fev	243,8	109,7	44
Mar	187,8	71,4	38
Abr	85,4	76,4	87
Mai	67,2	43,9	65
Jun	19,7	34,8	176
Jul	18,6	20,8	111
Ago	44,2	39,7	125
Set	64,1	49,8	77
Out	120,1	56,4	46
Nov	185,5	75,7	40
Dez	234,2	78,1	33
Anual	1.536,4 (total anual)	274,1	17,5

¹ Apesar do município de Bebedouro localizar-se na região considerada como a mais seca do Estado, a média dos totais anuais de precipitação apresentou-se mais elevado em relação à Assis, devido à diferenciação na escala temporal de análise.

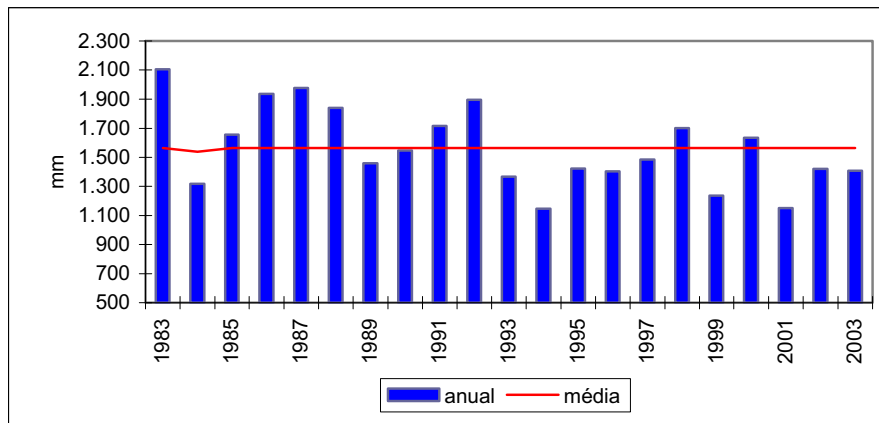


Figura 173 – Precipitação pluviométrica anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

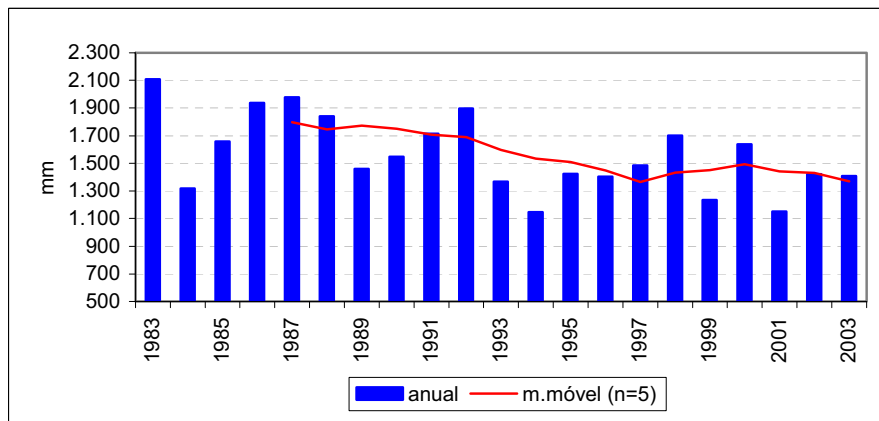


Figura 174 – Precipitação pluviométrica anual e média móvel do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

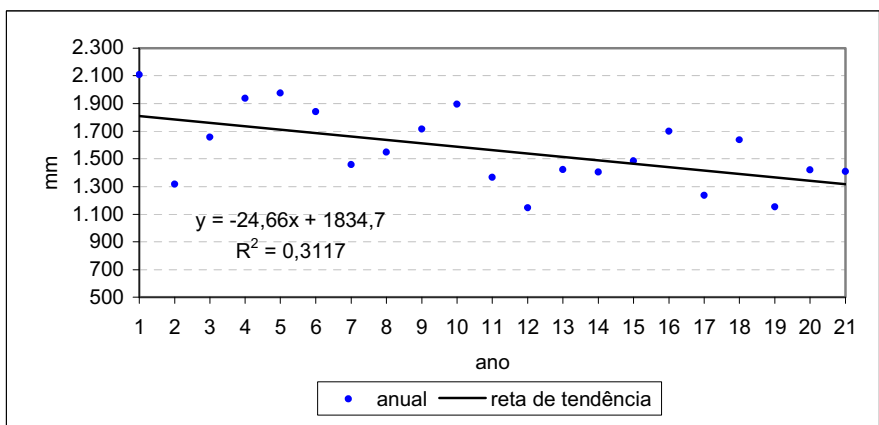


Figura 175 – Tendência da precipitação pluviométrica anual do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Quanto ao comportamento mensal desta variável, representado na **Figura 176**, observa-se a existência de um período seco acentuado estendendo-se de abril à setembro, com os meses de julho (18,6mm) e junho (19,7mm) representando, respectivamente, os mais secos do ano. Os valores mais elevados de precipitação são registrados no primeiro trimestre do ano, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso (305,1mm) seguido por fevereiro (243,8mm).

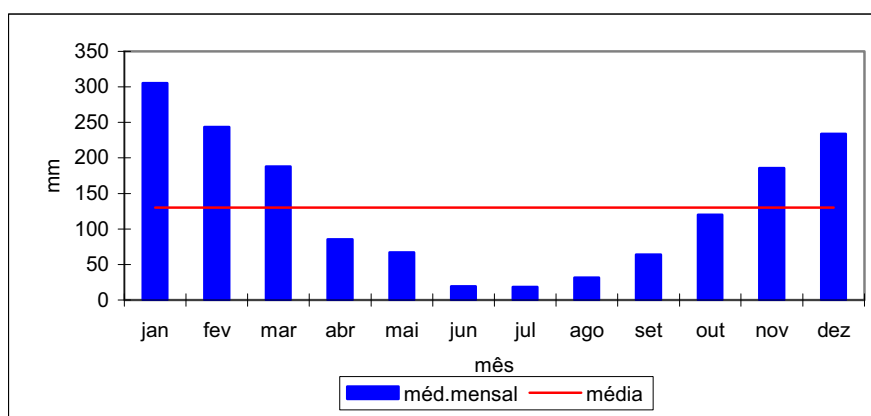


Figura 176 – Precipitação pluviométrica média mensal, do município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

A seguir serão apresentados o comportamento da precipitação pluviométrica, assim como a variabilidade e a tendência para cada mês do ano.

Para o mês de **janeiro** a média dos totais foi de 305,1mm, com o ano de 1985 apresentando o total mais elevado (517,0mm) e 2001 registrando a menor precipitação do mês (106,8mm). Em relação à variabilidade deste elemento climático, verificou-se desvio padrão de 115,9mm e coeficiente de variação de 38%. Pela distribuição dos totais mensais ao longo da série (**Figura 177**) observa-se que estes apresentam-se relativamente bem distribuídos, destacando-se os quatro primeiros anos de série, nos quais os valores foram mais elevados em relação aos anos subsequentes. A média móvel demonstra uma diminuição nos totais deste mês ao longo da série (**Figura 178**), sendo este decréscimo da ordem de 122,1mm conforme mostra a reta de tendência (**Figura 179**), significativa em 16,98%.

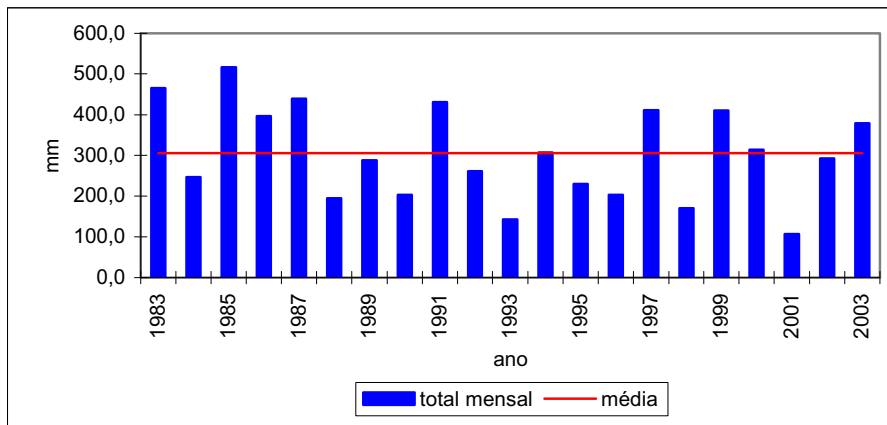


Figura 177 – Precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

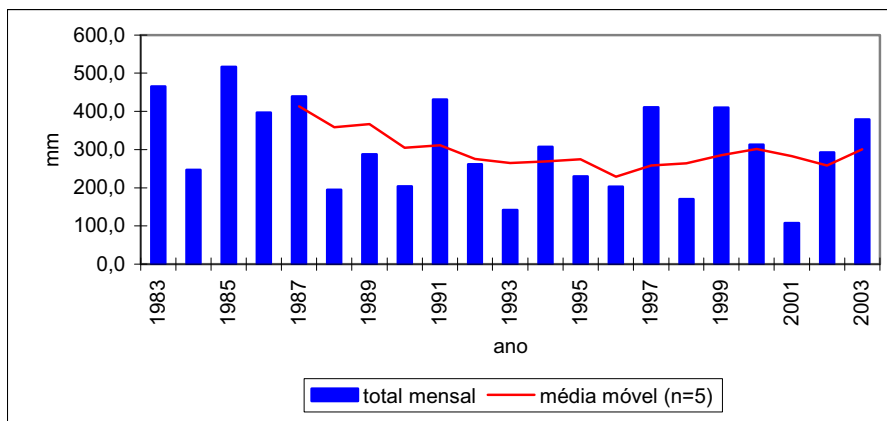


Figura 178 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de janeiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

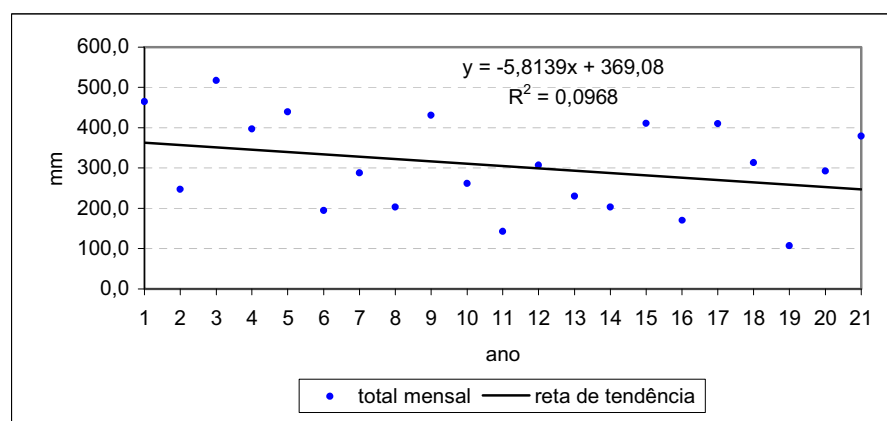


Figura 179 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de janeiro, no município de bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

No mês de **fevereiro** a precipitação pluviométrica média registrada foi de 243,8mm, sendo o ano de 1988 o que apresentou o maior total (423,0mm) e 1984 o menos elevado (86,5mm). Foi verificado desvio padrão de 109,7mm e coeficiente de variação de 44%. Pelo comportamento dos totais ao longo do período (**Figura 180**) observa-se que a segunda metade da série (1994-03) apresenta totais mensais mais baixos em relação aos da primeira, o que pode ser melhor visualizado pela variação da média móvel (**Figura 181**), enquanto que a reta de tendência aponta para uma diminuição de 77,9mm na precipitação deste mês durante o período analisado (**Figura 182**), significativa ao nível de 39,67%

Em relação ao mês de **março**, a precipitação média para a série foi de 187,8mm, com o ano de 1986 registrando o total mais elevado (347mm) e o ano de 2001 o mais baixo (81,4mm). Assim pode-se verificar que, para o mês de janeiro, a segunda metade da série também apresentou valores mais baixos que a primeira, conforme mostram as **Figuras 183 e 184**. A reta de tendência registra um decréscimo de 38,4mm (**Figura 185**), com nível de significância de 49,15%. Quanto à variabilidade, foi verificado desvio padrão de 71,4mm e coeficiente de variação de 38%.

Considerando o mês de **abril**, para a série temporal estudada a precipitação pluviométrica média foi de 85,4mm, com o ano de 1988 registrando o total mais elevado (304,8mm) e 2002 o mais baixo (0,7mm). O desvio padrão registrado foi de 76,4mm e o coeficiente de variação de 87%. Pela **Figura 186** pode-se notar uma redução nos valores da precipitação em relação aos meses anteriores, marcando assim o início da estação seca no município, com um decréscimo nos totais a partir do ano de 1993. A variação da média móvel (**Figura 187**) aponta uma diminuição nos valores durante a série estudada, sendo este da ordem de 97,6mm, conforme demonstra a reta de tendência (**Figura 188**), com significância de 8,33%.

Para o mês de **maio** a média mensal registrada foi de 67,2mm, com o ano de 1987 registrando o total mais elevado (150,6mm) e ausência de precipitação no ano 2000. O desvio padrão calculado foi de 43,9mm e o coeficiente de variação de 65%. O comportamento ao longo da série é semelhante ao observado nos meses anteriores (**Figura 189**). A média móvel aponta uma diminuição gradual nos valores da precipitação (**Figura 190**), com decréscimo de 58,9mm (**Figura 191**), significativo em 7,52%.

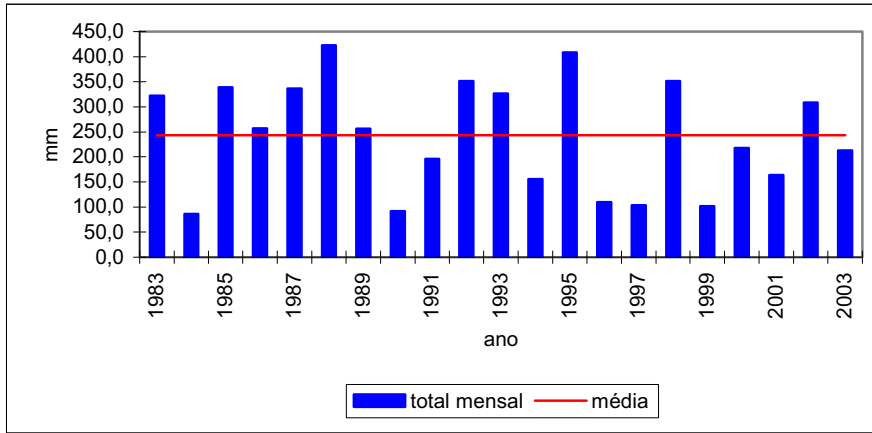


Figura 180 – Precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

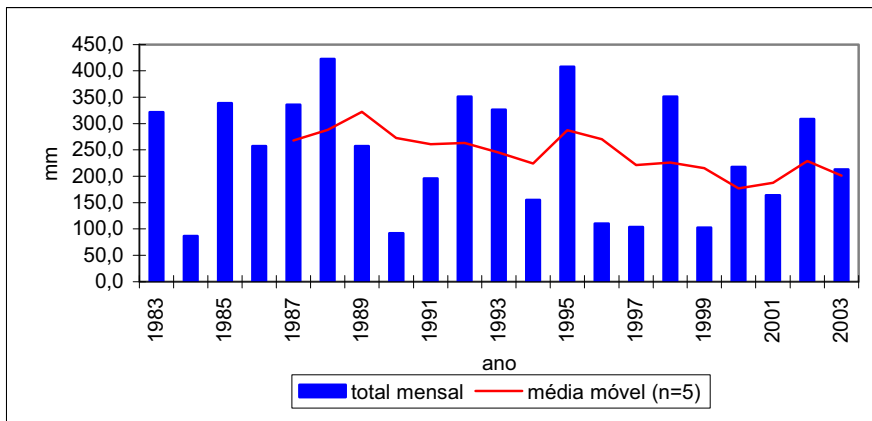


Figura 181 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

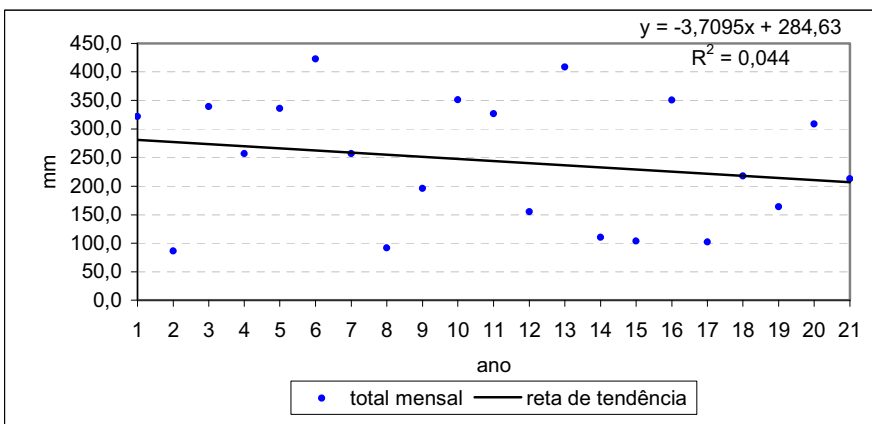


Figura 182 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de fevereiro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

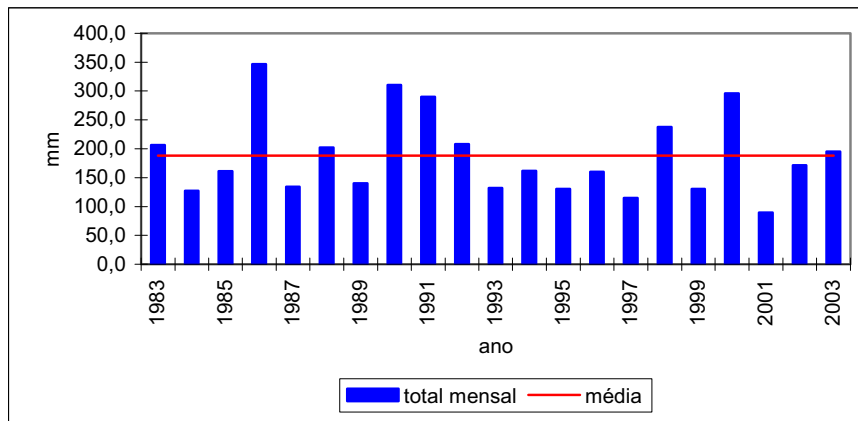


Figura 183 – Precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

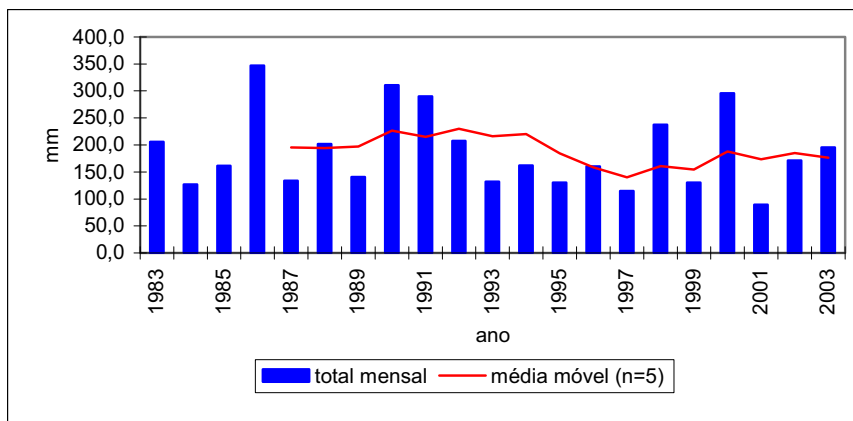


Figura 184 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

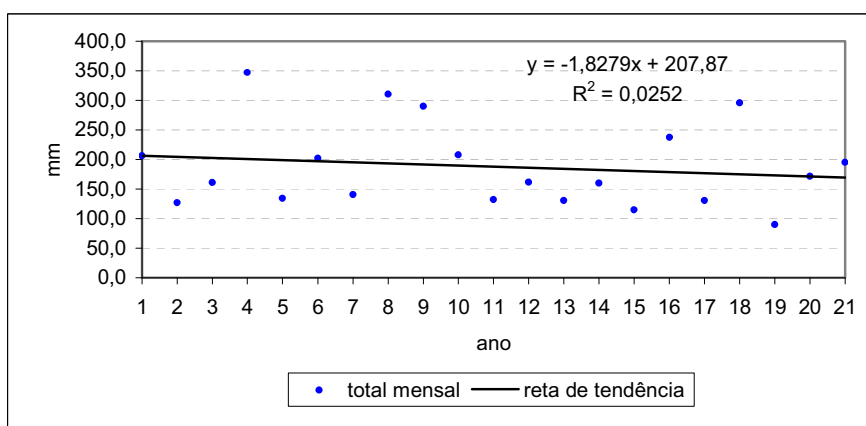


Figura 185 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de março, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

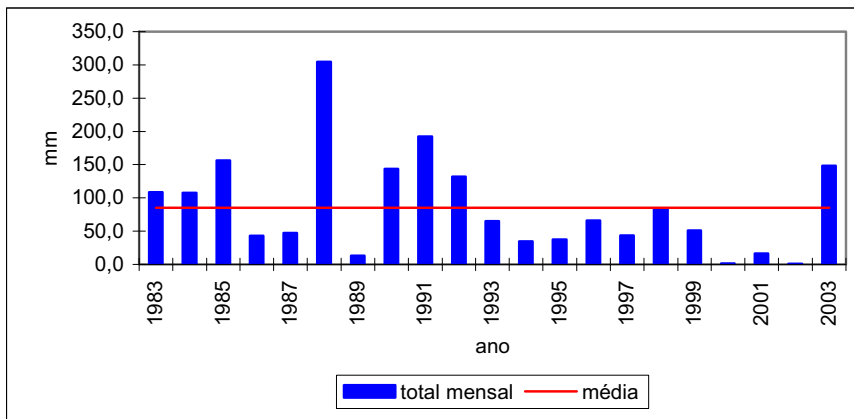


Figura 186 – Precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

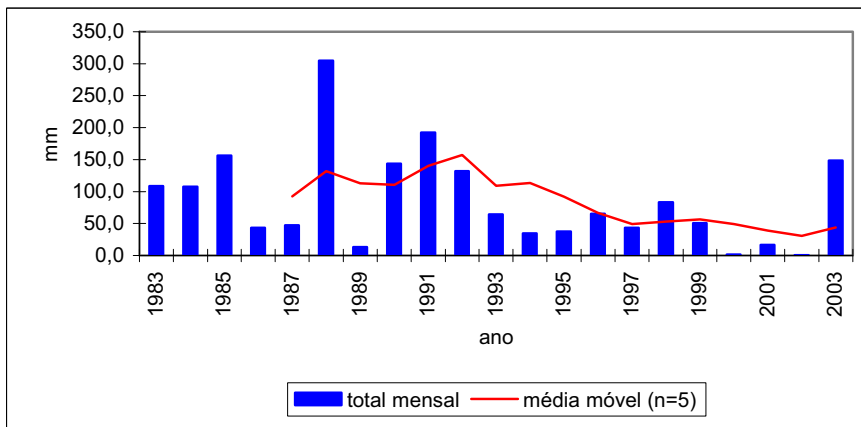


Figura 187 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

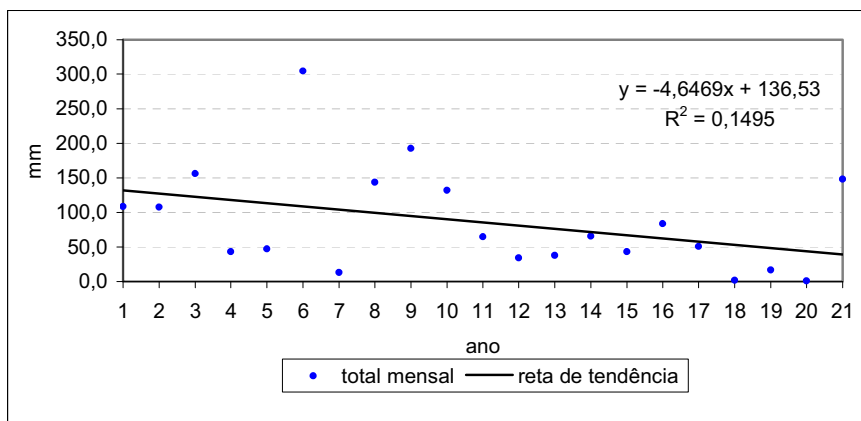


Figura 188 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de abril, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

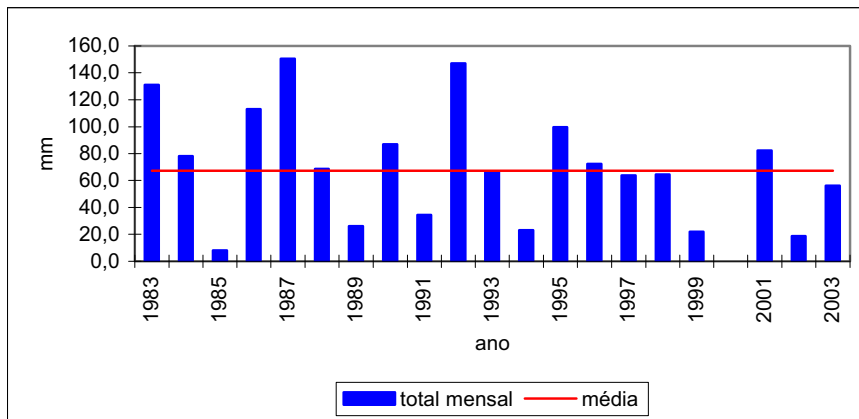


Figura 189 – Precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

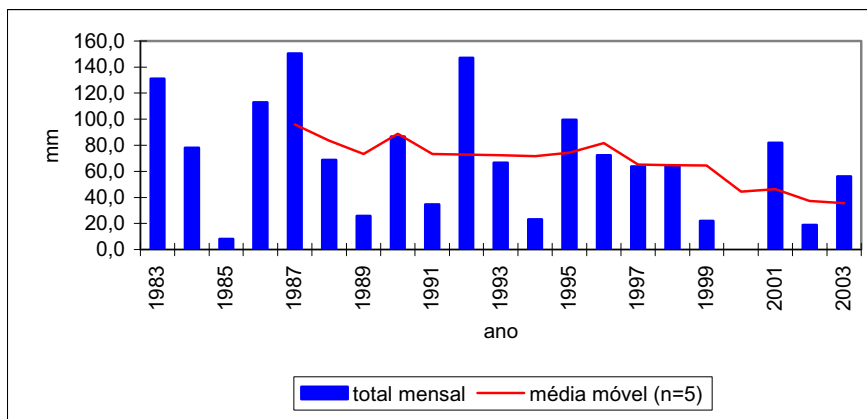


Figura 190 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

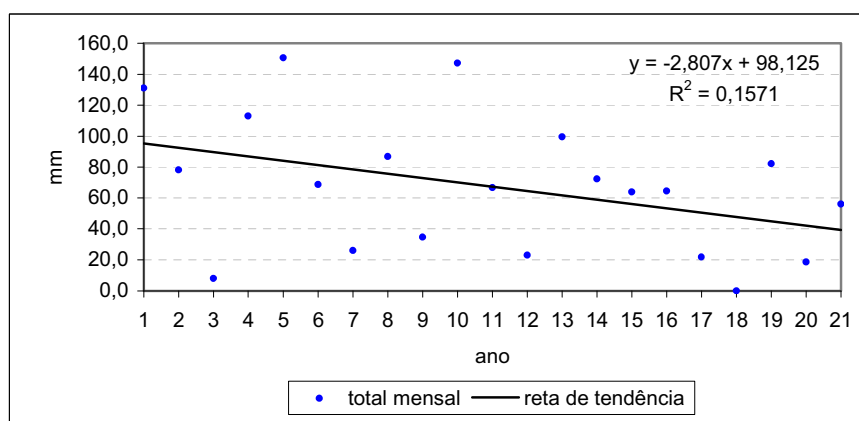


Figura 191 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de maio, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Com relação ao comportamento anual da precipitação de **junho (Figura 192)**, verifica-se que este é o mês onde ocorreram os menores totais pluviométricos, com a ocorrência de seis anos com ausência de precipitação (1984, 1986, 1990, 1992, 2001 e 2002). A média mensal registrada para a série foi de 19,7mm, e o ano com maior total pluviométrico foi 1997 (157,2mm). O desvio padrão calculado foi de 34,8mm e coeficiente de variação de 176%, representando valores elevados devido, justamente, à alta precipitação registrada no ano de 1997, considerada como atípica para este mês. Pela média móvel (**Figura 193**) observa-se um aumento nos totais durante os anos de 1997 a 2001, também sendo influenciado pela precipitação do ano de 1997. A reta de tendência aponta para um pequeno aumento de 5mm, significativo em 85,52%, podendo ser considerado que houve manutenção nos valores mensais durante o período analisado (**Figura 194**).

Alta variabilidade também pode ser verificada para o mês de **julho**, apresentando desvio padrão de 20,8mm e coeficiente de variação de 111%. A precipitação pluviométrica média para o período foi de 18,6mm, com o ano de 1986 registrando o total mais elevado (64mm) e precipitação nula nos anos de 1984, 1988, 1993, 1996 e 1999. Pela distribuição dos totais ao longo do período (**Figura 195**) observa-se que na segunda metade da série são registrados valores mais baixos em relação à primeira. A média móvel (**Figura 196**) aponta para uma diminuição nos totais, sendo esta mais acentuada a partir do ano de 1997, registrando para este mês um decréscimo de 23,2mm, conforme mostra a reta de tendência (**Figura 197**), com nível de significância de 14,36%.

Para **agosto** a média foi de 44,2mm, com o ano de 1990 registrando o total mais elevado (132,2mm) e precipitação nula nos anos de 1983, 1985, 1988, 1991, 1994, 1995, 1997 e 1999, sendo o mês que apresenta a maior ocorrência de anos com ausência de precipitação. Conforme a **Figura 198**, a distribuição dos totais anuais mostra-se bastante variável, com alternância entre totais elevados e ausência de precipitação. Foi verificado desvio padrão de 39,7mm e coeficiente de variação de 125%. Pela variação da média móvel (**Figura 199**) observa-se equilíbrio nos valores até o ano de 1993, diminuição em 1994 e 1995, seguida de aumento até o final da série, não sendo possível verificar nenhuma tendência. Fato este que pode ser confirmado pela reta de tendência (**Figura 200**), a qual registra um pequeno aumento de 4,6mm na precipitação, significativo em 88,24%, podendo ser considerado que ocorreu manutenção nos valores deste mês durante a série estudada.

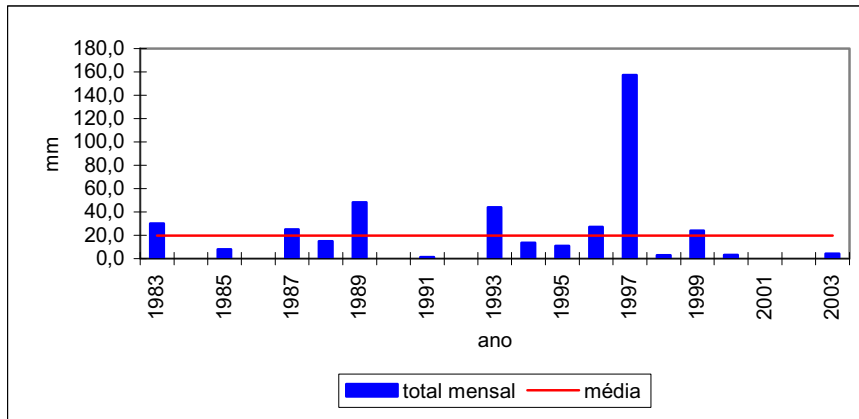


Figura 192 – Precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

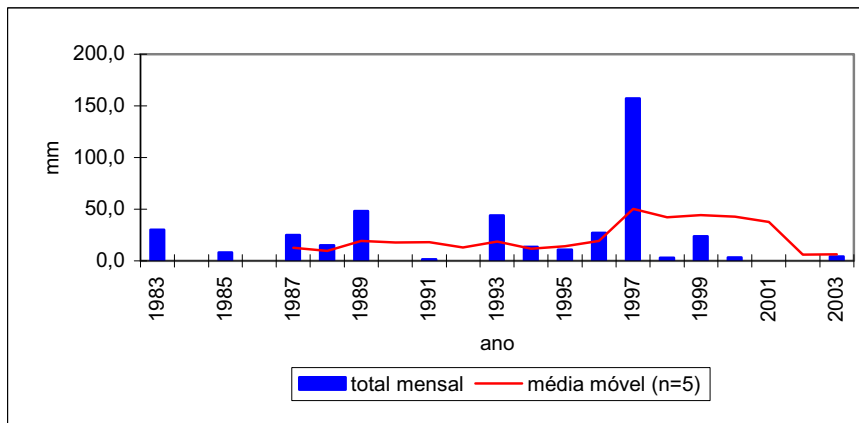


Figura 193 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

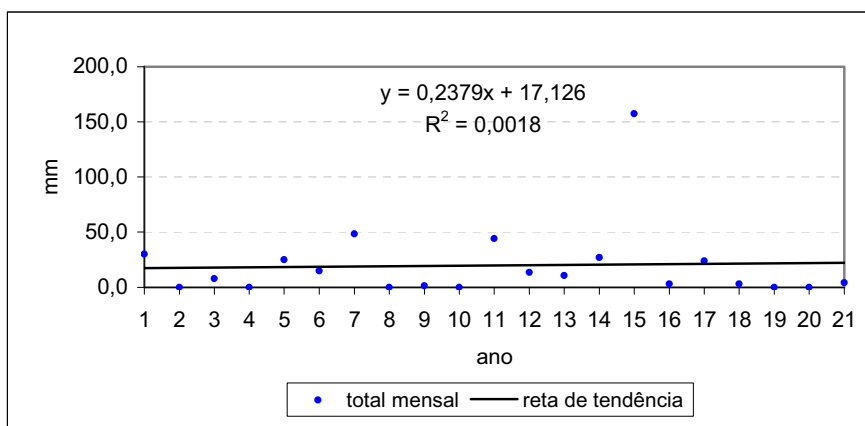


Figura 194 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de junho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

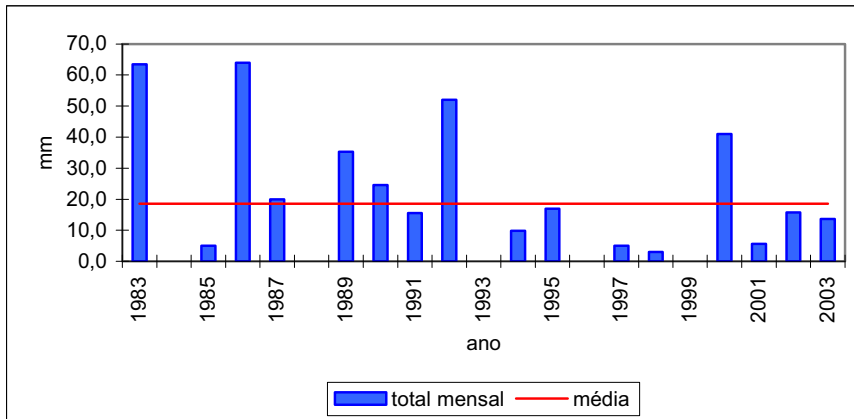


Figura 195 – Precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

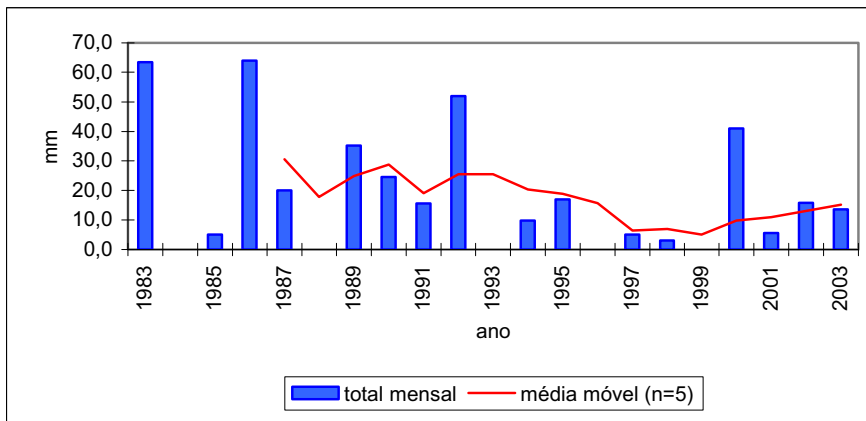


Figura 196 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

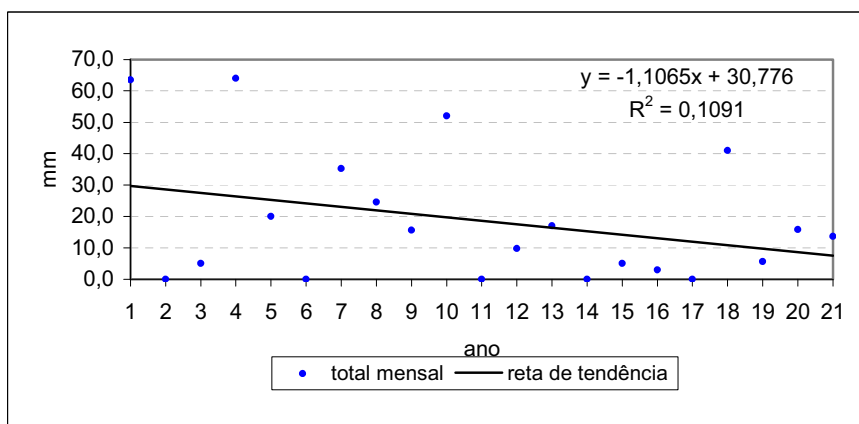


Figura 197 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de julho, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

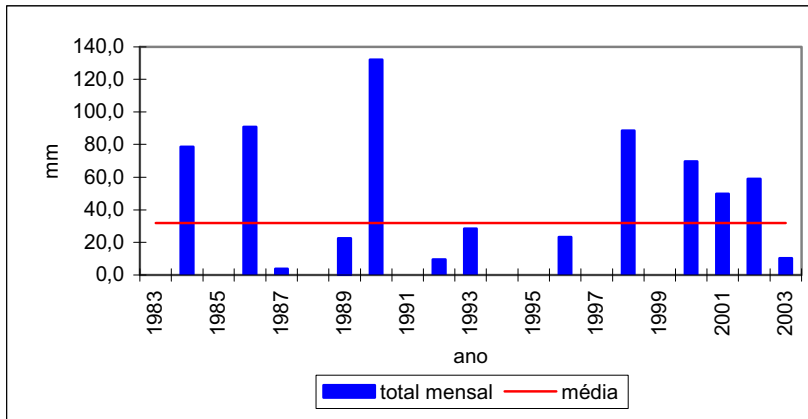


Figura 198 – Precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

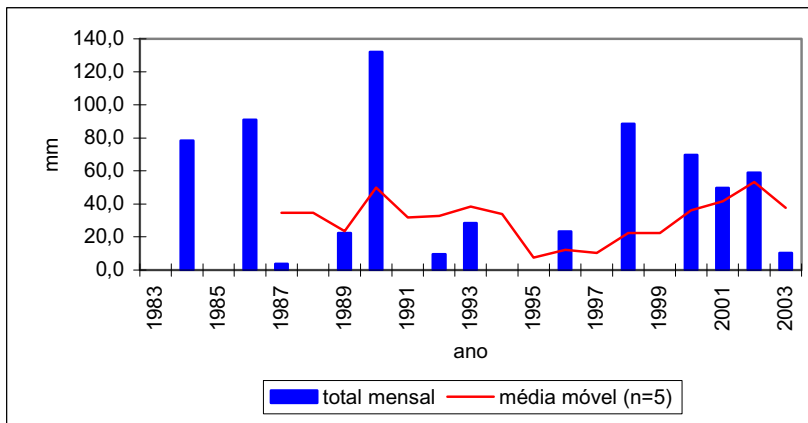


Figura 199 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

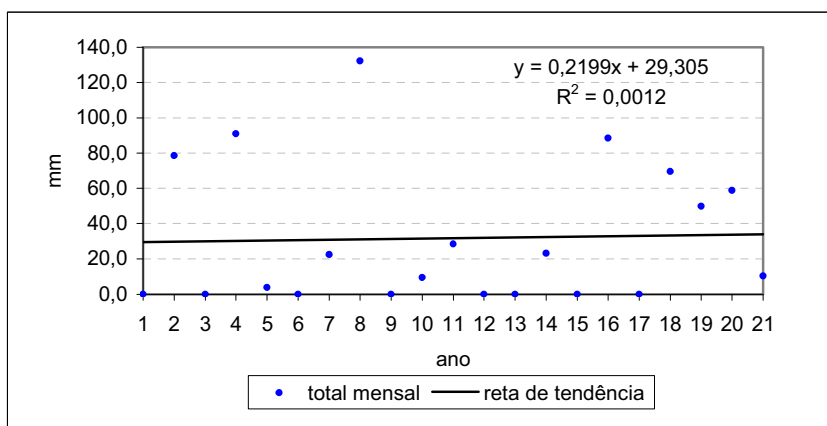


Figura 200 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de agosto, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Com relação ao mês de **setembro**, a média da precipitação foi de 64,1mm, com 1983 apresentando o total mais elevado (201,0mm) e ausência em 1994. Os totais pluviométricos apresentam-se bem distribuídos ao longo da série (**Figura 201**), sendo registrado um desvio padrão de 49,8mm e coeficiente de variação de 77%. Pela análise da média móvel (**Figura 202**) observa-se diminuição nos valores até 1991, seguida por equilíbrio nos anos subseqüentes. Já a reta de tendência aponta um decréscimo de 30,5mm durante o período considerado (**Figura 203**), significativo em 43,25%.

Comportamento semelhante é observado para o mês de **outubro**, com os totais apresentando-se bem distribuídos ao longo da série (**Figura 204**). A média para a série foi de 120,1mm, com o ano de 1983 registrando o total mais elevado (262,5mm) e 2000 o mais baixo (9,0mm), sendo calculado desvio padrão de 56,4mm e coeficiente de variação de 46%. Pela variação da média móvel (**Figura 205**) pode-se notar equilíbrio nos totais até 1998, seguido por uma ligeira diminuição. A reta de tendência mostra decréscimo de 39,3mm durante a série analisada (**Figura 206**), significativo em 37,08%.

O mês de **novembro** apresentou precipitação média de 185,5mm, com o ano de 2000 registrando o total mais elevado (307,7mm) e 1995 o mais baixo (55,7mm), sendo verificado desvio padrão de 75,7mm e coeficiente de variação de 40%. Os totais apresentam-se bem distribuídos ao longo da série, chamando a atenção o triênio 1993-1994-1995, marcado por uma redução nos totais em relação aos anos anteriores e posteriores (**Figura 207**). Pela variação da média móvel (**Figura 208**) pode-se verificar sub-períodos de equilíbrio, diminuição e aumento nos valores, não sendo possível determinar uma certa tendência, enquanto que a reta de tendência (**Figura 209**) aponta para uma pequena diminuição de 8,6mm ao longo da série, significativo em 88,47%, o que pode ser considerado como manutenção nos valores da precipitação deste mês.

Finalmente, para o mês de **dezembro** a média verificada foi de 234,2mm, sendo o total mais alto registrado no ano de 1986 (400,0mm) e o menos elevado em 1983 (122,0mm). Observou-se desvio padrão de 78,1mm e coeficiente de variação de 33%. Analisando a **Figura 210** pode-se notar que os maiores valores ocorrem nos anos de 1986, 1987 e 1989, e que a segunda metade da série apresenta uma melhor distribuição dos totais. Pela variação da média móvel (**Figura 211**) verifica-se uma ligeira diminuição nos valores até 1991, seguida por equilíbrio até o final da série, enquanto que a reta de tendência demonstra um decréscimo de 30,9mm na precipitação deste mês para o período analisado (**Figura 212**), com nível de significância de 61,43%.

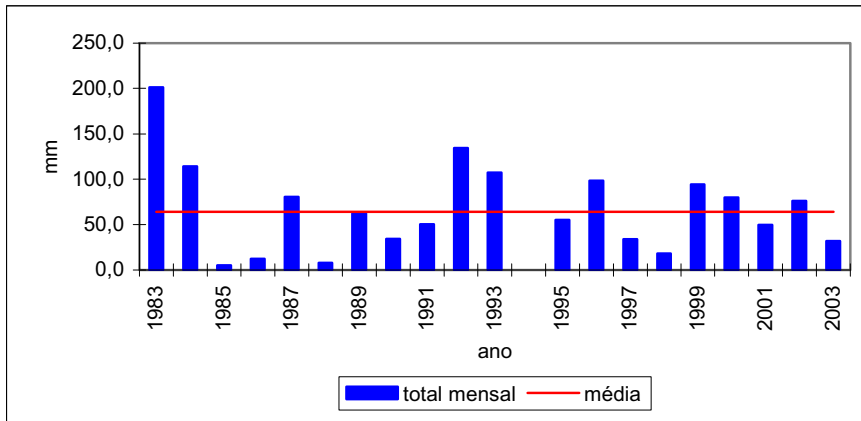


Figura 201 – Precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

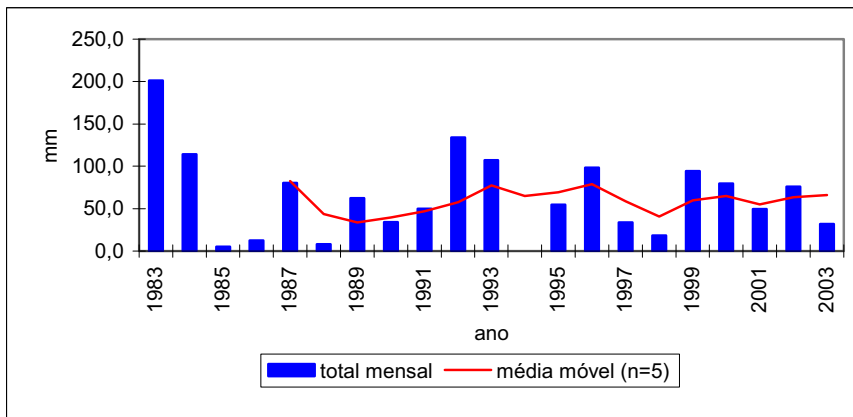


Figura 202 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

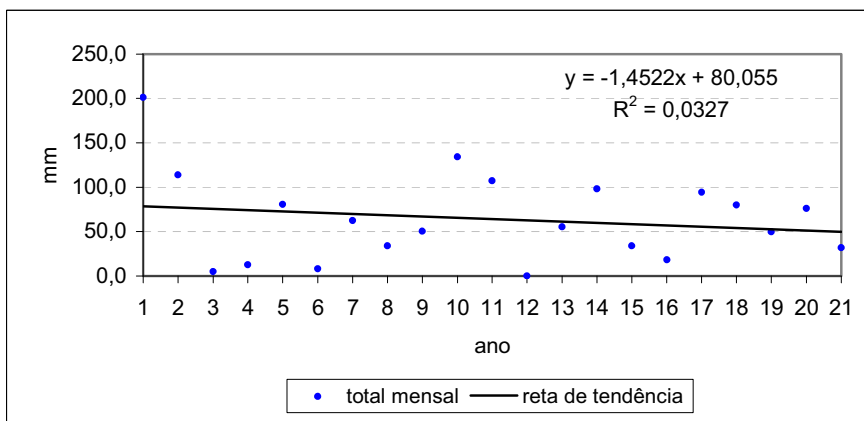


Figura 203 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de setembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

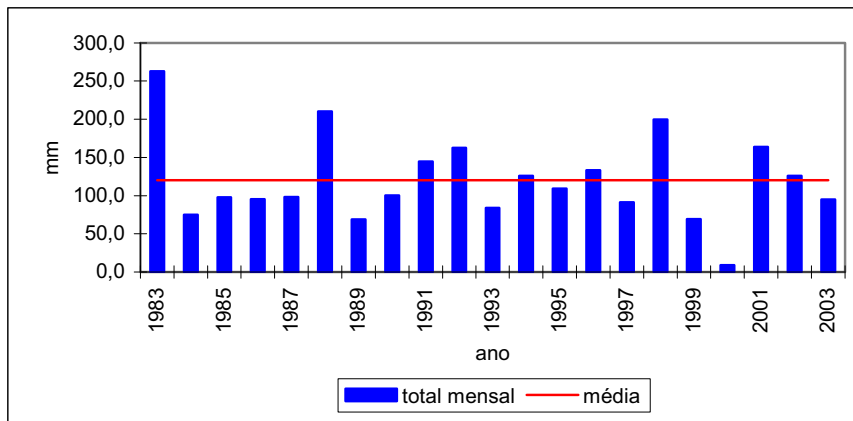


Figura 204 – Precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

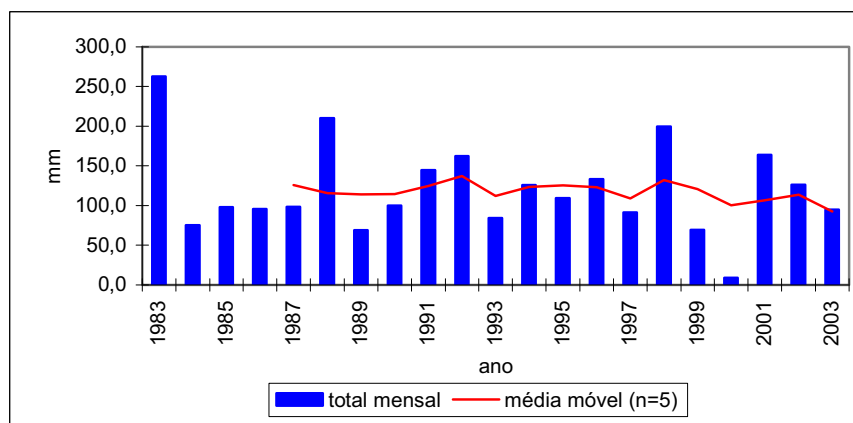


Figura 205 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

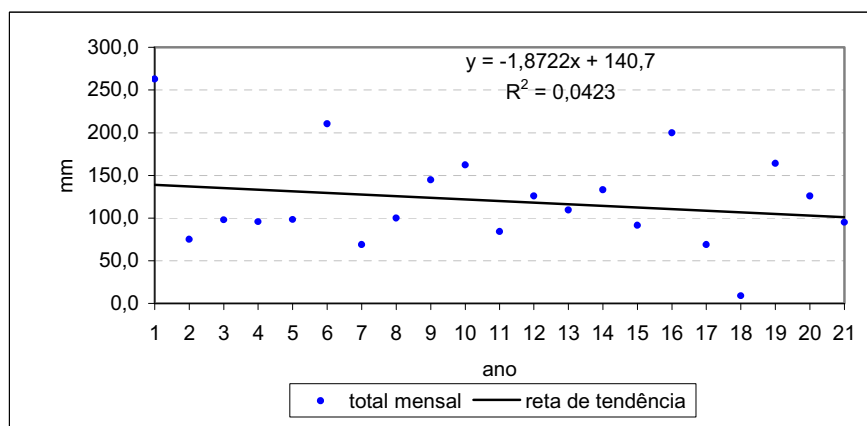


Figura 206 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de outubro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

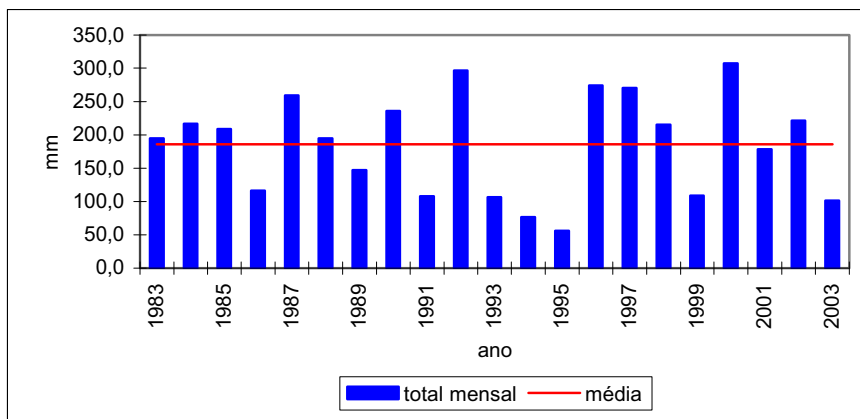


Figura 207 – Precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

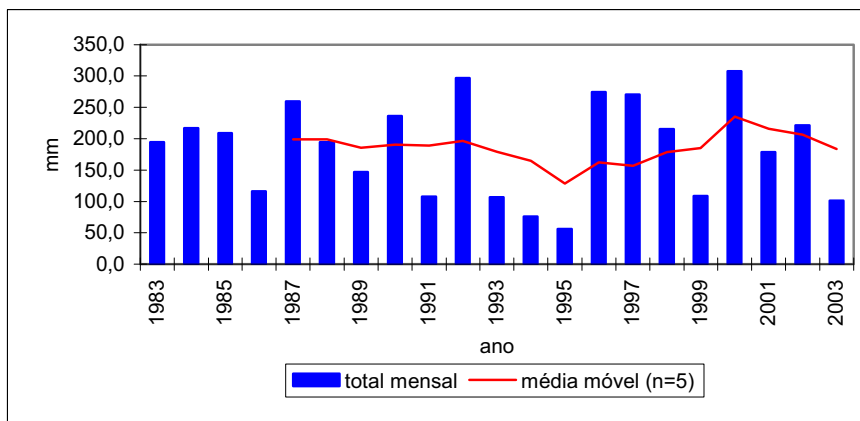


Figura 208 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

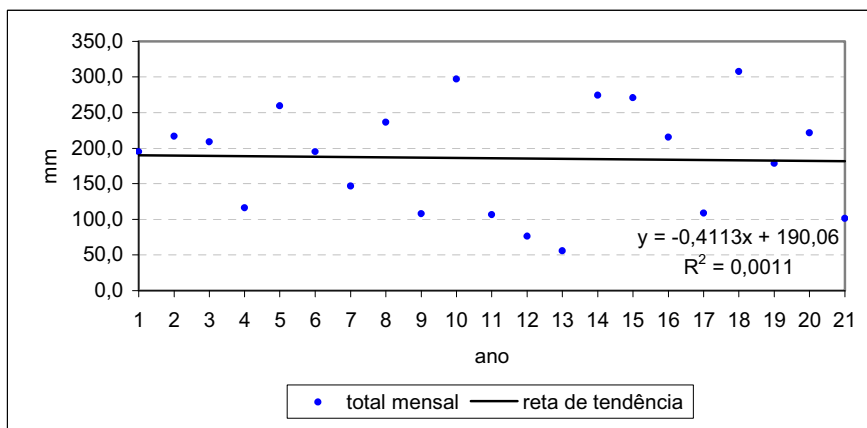


Figura 209 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de novembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

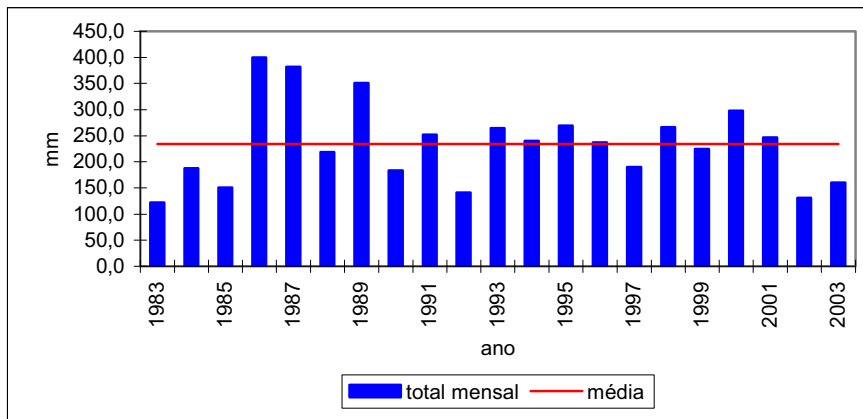


Figura 210 – Precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

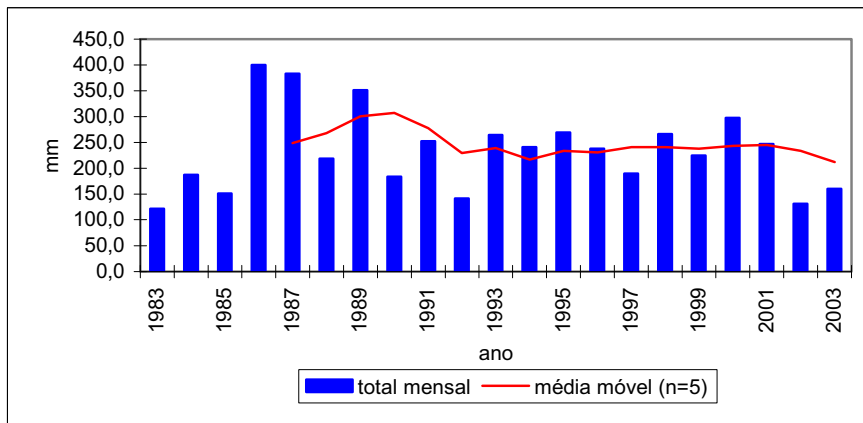


Figura 211 – Precipitação pluviométrica e média móvel do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

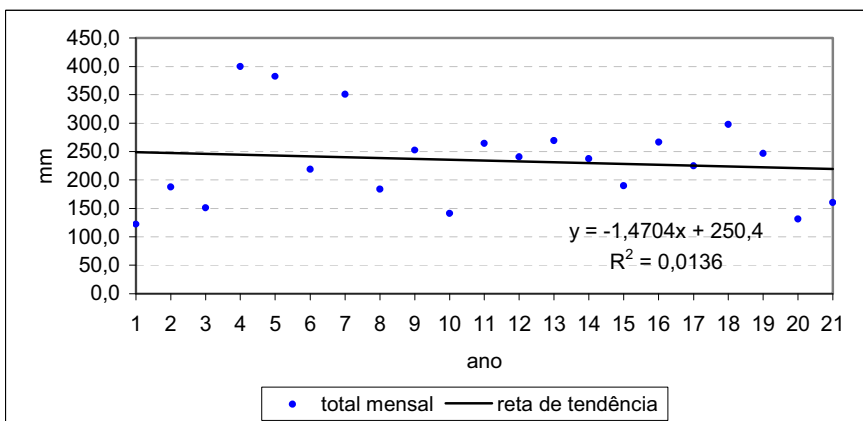


Figura 212 – Tendência da precipitação pluviométrica do mês de dezembro, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Considerando a análise sazonal da precipitação pluviométrica, para o período da **primavera** a média registrada foi de 180mm, com a primavera mais chuvosa ocorrendo no ano de 1987 (246,7mm) e a menos chuvosa em 2003 (118,8mm). O desvio padrão calculado foi de 32,8mm e coeficiente de variação de 18,2%. Analisando conjuntamente as **Figuras 213 e 214** observa-se uma alternância entre sub-períodos com aumento e diminuição nos valores de precipitação, podendo ser verificado, no contexto geral, uma tendência de ligeira diminuição nos valores ao longo da série. Assim, conforme observado na **Figura 215**, a reta de tendência aponta para um decréscimo de 26,3mm na precipitação ocorrida na primavera, com nível de significância de 30,08%.

Para a estação do **verão**, a média registrada foi de 245,6mm, com o verão mais chuvoso ocorrendo no ano de 1985 (339mm) e o menos chuvoso em 2001 (120,1mm). No contexto geral, como é característico desta estação do ano, os totais pluviométricos apresentam-se elevados ao longo da série, à exceção dos anos de 2001 e 1984, considerados como atípicos para a estação (**Figura 216**). O desvio padrão calculado foi de 60,6mm e o coeficiente de variação de 24,7%. Pela distribuição das médias observa-se também que estas apresentam-se mais elevadas no início da série (1983 a 1988) com os anos posteriores registrando valores mais baixos; o que pode ser melhor visualizado através da variação da média móvel (**Figura 217**), a qual aponta para tendência de diminuição da precipitação até 1997 e posterior manutenção. Assim, a reta de tendência registra um decréscimo de 79,5mm (**Figura 218**), significativa em 8,28%.

Quanto ao **outono**, a precipitação pluviométrica registrada foi de 57,5mm com o ano de 1988 apresentando a média mais elevada (129,5mm) e 2000 registrando o outono mais seco (1,6mm). Pela distribuição das médias ao longo da série (**Figura 219**) observa-se uma nítida redução nos valores da precipitação a partir do ano de 1994 em relação aos anos anteriores, com destaque para os anos 2000 e 2002 que registraram, respectivamente, as precipitações mais baixas para esta estação. O desvio padrão calculado foi de 30,5mm e o coeficiente de variação de 53%, sendo este o mais alto registrado entre as estações do ano. Através da variação da média móvel, representada na **Figura 220**, verifica-se claramente a tendência de declínio nos valores da precipitação ao longo da série, sendo este mais acentuado para os últimos quatro anos (2000 a 2003). A reta de tendência aponta para uma diminuição de 50,5mm (**Figura 221**), significativa em 2,46%, mostrando-se bem expressiva, levando em conta que durante esta estação há uma considerável redução nos totais pluviométricos.

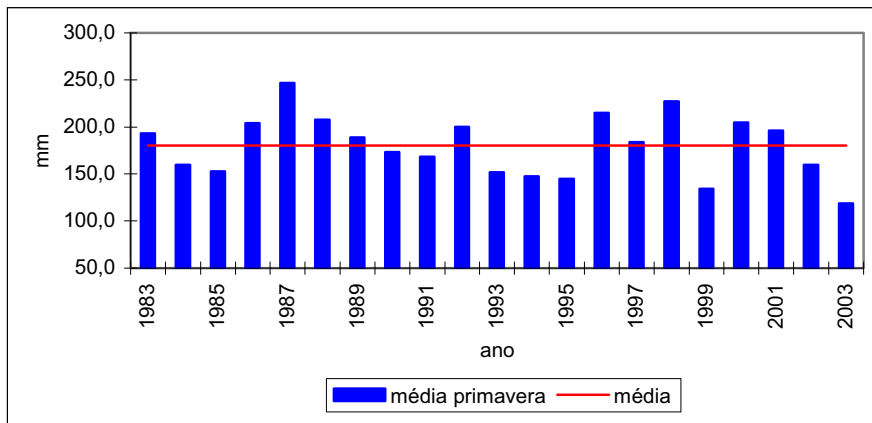


Figura 213 – Precipitação pluviométrica da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

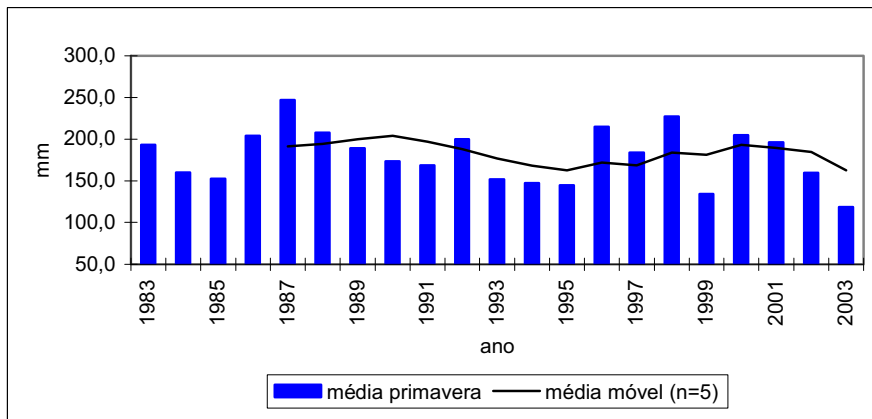


Figura 214 – Precipitação pluviométrica e média móvel da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

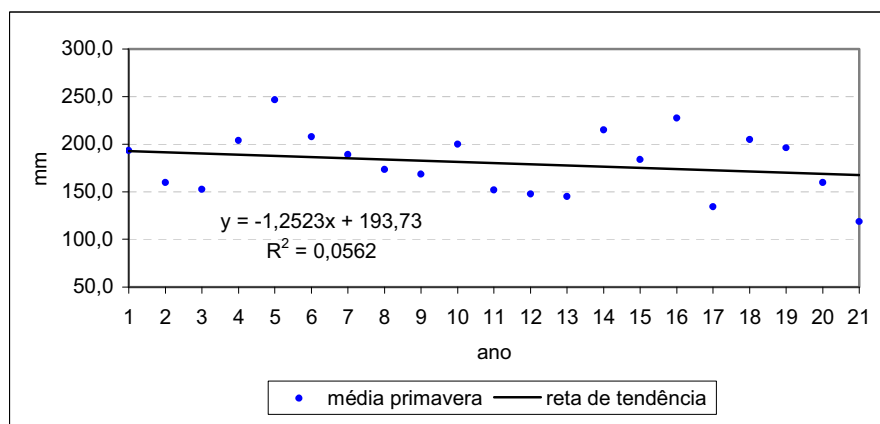


Figura 215 – Tendência da precipitação pluviométrica da primavera, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

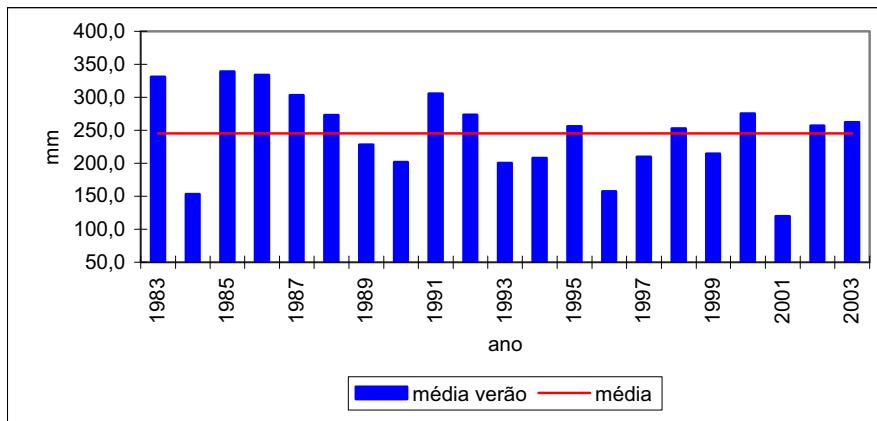


Figura 216 – Precipitação pluviométrica do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

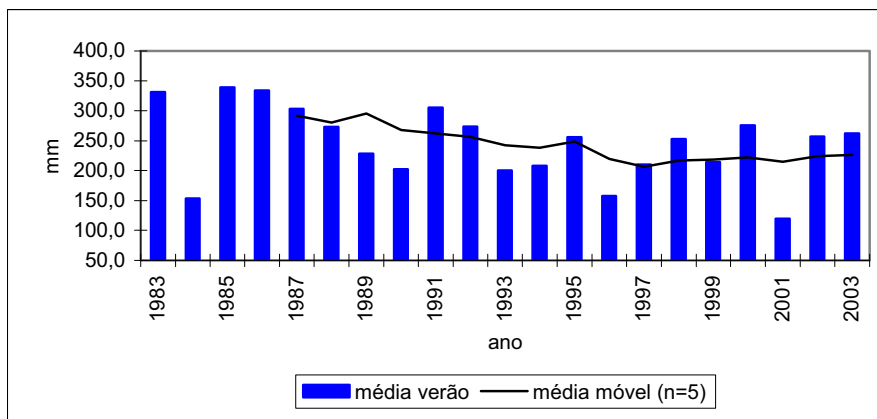


Figura 217 – Precipitação pluviométrica e média móvel do verão, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

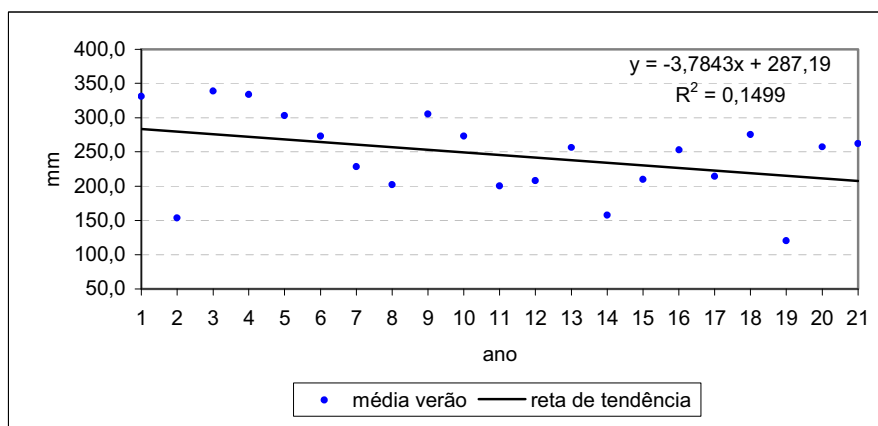


Figura 218 – Tendência da precipitação pluviométrica do verão, no município de Bebedouro (SP), no período e 1983 a 2003.

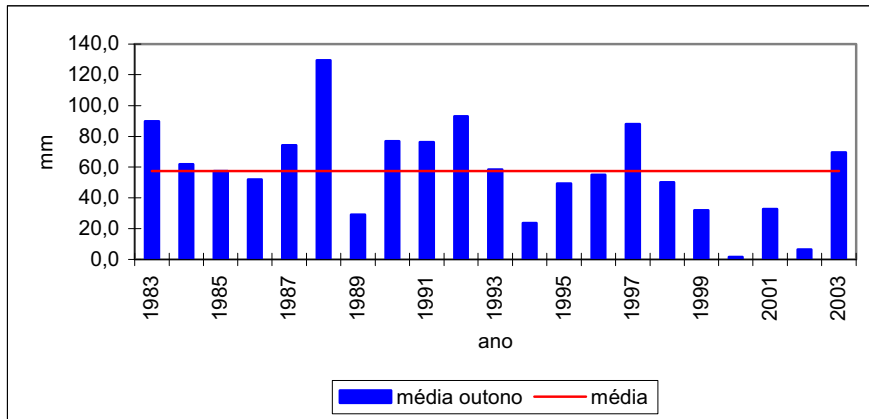


Figura 219 – Precipitação pluviométrica do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

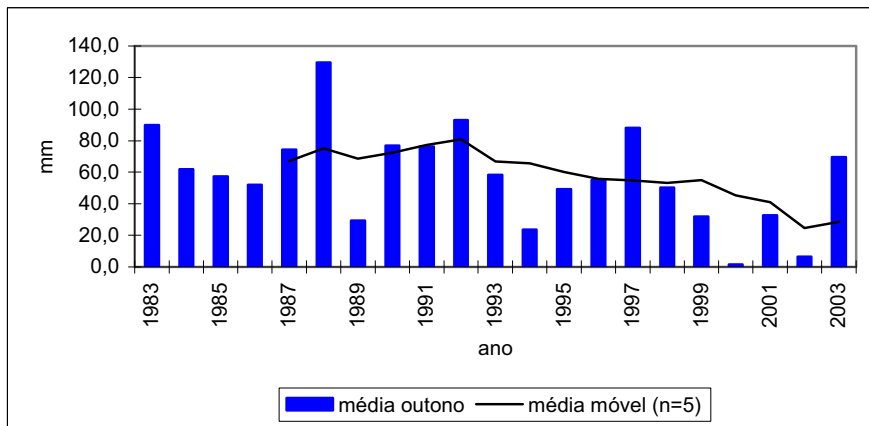


Figura 220 – Precipitação pluviométrica e média móvel do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

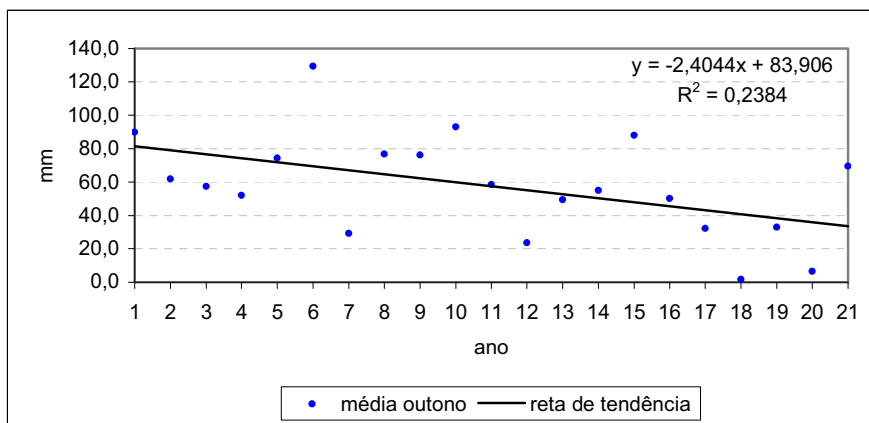


Figura 221 – Tendência da precipitação pluviométrica do outono, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

Para o **inverno** a precipitação média registrada foi de 38,1mm, com o ano mais seco ocorrendo em 1988 (2,7mm) e o ano de 1983 apresentando a média mais elevada (88,2mm). Ao longo da série temporal estudada foi calculado desvio padrão de 23,4mm e coeficiente de variação de 61,4%. Pela análise das **Figuras 222 e 223** observa-se uma significativa variação interanual dos valores da precipitação, não sendo possível identificar uma tendência. Já a reta de tendência aponta para uma diminuição de 16,38mm na precipitação durante os vinte e um anos de observação (**Figura 224**), com nível de significância da ordem de 36,86%.

Assim, diante das análises realizadas, chega-se às seguintes conclusões:

- a) houve uma nítida redução da precipitação na segunda metade da série (1993 a 2003) em relação aos anos anteriores, sendo esta redução verificada tanto para os totais anuais quanto para dez dos doze meses do ano. Apenas dois meses apresentaram tendência de aumento, sendo estes durante a estação de inverno (**Tabela 5**);
- b) em relação à variabilidade da chuva, esta apresentou-se bastante significativa tanto em nível anual, quanto sazonal e em todos os meses do ano, com os maiores valores ocorrendo durante o trimestre de inverno (**Tabela 6**);
- c) da mesma forma que o observado para a temperatura e para o comportamento termo-pluviométrico do município de Assis, o inverno representou o período do ano de maior variação no comportamento da precipitação pluviométrica.

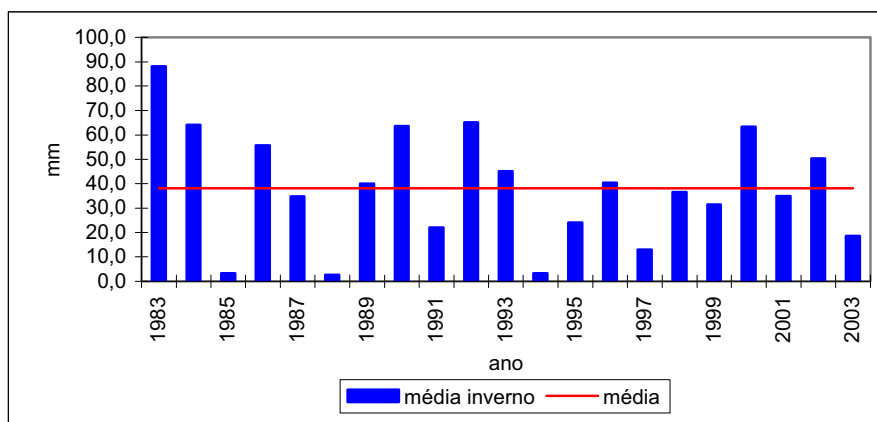


Figura 222 – Precipitação pluviométrica do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

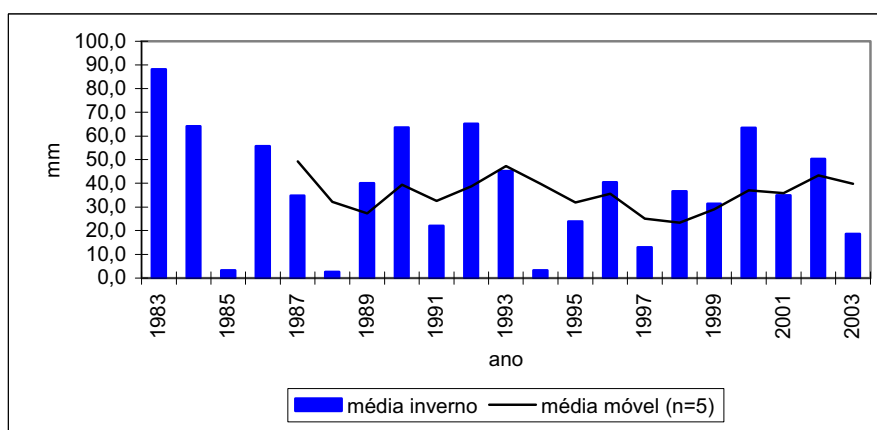


Figura 223 – Precipitação pluviométrica e média móvel do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

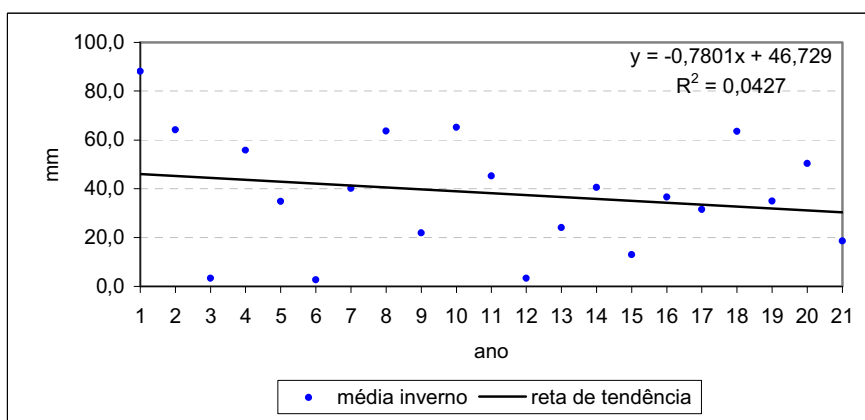


Figura 224 – Tendência da precipitação pluviométrica do inverno, no município de Bebedouro (SP), no período de 1983 a 2003.

CAPÍTULO 6

ÁGUA DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA NAS REGIONAIS AGRÍCOLAS DE ASSIS E ORLÂNDIA (SP)

Buscando conhecer a influência das variáveis climáticas (especialmente as hídricas) sobre a produtividade da cultura da soja nas áreas de estudo, foram realizadas neste capítulo as análises referentes à disponibilidade de água no solo e ao modelo utilizado na correlação entre variáveis climáticas e produtividade.

6.1 – Importância da água do solo para a produtividade da soja

A água desempenha papel vital no crescimento e desenvolvimento de todos os vegetais naturais e cultivados, sendo o principal constituinte do tecido das plantas e o solvente para sais minerais e nutrientes que à elas chegam, além de exercer influência significativa nos processos de fotossíntese e transpiração.

A principal fonte de água para as plantas é a água contida no solo, resultante do abastecimento deste pela precipitação e também pela irrigação. Assim, o solo constitui-se no grande reservatório de água disponível para as plantas, sendo que cada solo possui uma capacidade de armazenamento (CAD), que é a capacidade máxima de água que ele consegue armazenar tirando o escoamento superficial e a percolação profunda, a qual varia de acordo com sua textura, estrutura, profundidade e conteúdo de matéria orgânica.

Porém, a disponibilidade hídrica do solo é controlada pela relação entre a **precipitação**, que representa a entrada de água da atmosfera para o solo, e a **evapotranspiração**, que representa a perda de água do solo para a atmosfera através da planta, sendo que, do balanço entre estes dois processos opostos é que resulta a disponibilidade de água para suprir as necessidades da planta.

Em relação à cultura da soja, a bibliografia consultada mostra que o principal fator responsável pela oscilação anual da produtividade é a deficiência hídrica, confirmando a afirmação de Arruda et al (1977) citado por Camargo (1984:15) que diz ser “a variação anual da produtividade da soja uma função mais hídrica que térmica”.

Cada fase fenológica de uma cultura necessita de determinada quantidade de água para que a planta cresça e se desenvolva normalmente, culminando com uma maior produtividade. Se houver falta ou excesso de água numa fase, esta irá afetar as seguintes e, conseqüentemente, o rendimento da cultura.

Para a soja, como demonstram os trabalhos de Tetila (1983), Camargo (1984), Doorenbos e Kassam (1994), Confalone e Dujmovich (1999) e Berlato e Fontana (1999), as necessidades hídricas são maiores durante a fase de estabelecimento (germinação e emergência), reduzindo-se durante o período vegetativo, aumentando gradativamente durante o florescimento e formação da colheita, sendo de pouca importância no final de ciclo durante a fase de maturação.

Em relação à fase de estabelecimento, Hunter e Erickson (1952) citado por Tetila (1983:95) salientam que “para a germinação se processar normalmente a soja exige que a semente absorva água pelo menos até 50% de seu peso seco”, sendo fundamental que durante esta fase não falte água à planta, pois deficiência hídrica na época de semeadura da soja resulta em germinação irregular e população baixa. Por outro lado, o excesso de umidade prejudica a germinação pois as sementes encharcadas apresentam germinação reduzida.

Durante o período vegetativo, embora represente a fase menos sensível à falta de água, Doorenbos e Kassam (1994) salientam que a deficiência ou excesso durante esta fase retardam o crescimento.

Ainda segundo Doorenbos e Kassam (1994), as fases mais sensíveis aos déficits hídricos são a floração e a formação da colheita, quando estes provocam forte queda de flores e vagens. Porém, para o enchimento normal das vagens e produção elevada, a água do solo durante o período de formação da colheita não deve exceder o nível de 50% de esgotamento.

Na fase de maturação, Arruda (1972) citado por Tetila (1983) expõe sobre a necessidade de um declínio das chuvas, pois nesta fase muita chuva provoca o alongamento do ciclo, podendo resultar em perdas na qualidade e na quantidade, sendo que a alta umidade aumenta a ocorrência de fungos e bactérias que atacam a cultura.

Sabendo-se da relação direta entre a disponibilidade hídrica ao longo do ciclo fenológico e a produtividade da soja, foram calculados os balanços hídricos normal e seqüencial para os municípios de Assis e Bebedouro (SP) considerando CAD=125mm, conforme recomendação de Camargo (1984), levando ao conhecimento do comportamento, da variabilidade e da tendência das variáveis deficiência e excedente hídrico em ambas as localidades, e se estabelecer correlação com os dados de produtividade da soja.

6.2 – Análise dos balanços hídricos do município de Assis (SP) no período de 1976 a 2000.

Analisando conjuntamente as figuras referentes ao balanço hídrico normal do município de Assis (**Figuras 225, 226, 227 e 228**), observa-se que o comportamento da água do solo é característico do regime climático desta região do Estado, descrito por Monteiro (1973), onde o período de estiagem é reduzido não havendo a ocorrência de meses com ausência de precipitação; registrando-se deficiência hídrica apenas nos meses de julho (0,02mm) e agosto (1,67mm), sendo estes valores muito baixos. Quanto ao excedente hídrico, os maiores valores ocorrem nos meses de janeiro (91,08mm), dezembro (88,74mm) e fevereiro (64,79mm), os quais compreendem a maior parte do ciclo fenológico da soja, onde a disponibilidade hídrica é necessária para a cultura, ocorrendo uma diminuição gradativa nos valores ao longo do primeiro quadrimestre do ano, período este que compreende as fases de floração, formação da colheita e maturação, representando assim, uma disponibilidade hídrica ideal para o desenvolvimento da cultura.

A partir dos valores de deficiência e excedente hídrico anual foram analisados também o comportamento, a variabilidade e a tendência de ambos os parâmetros ao longo da série temporal considerada.

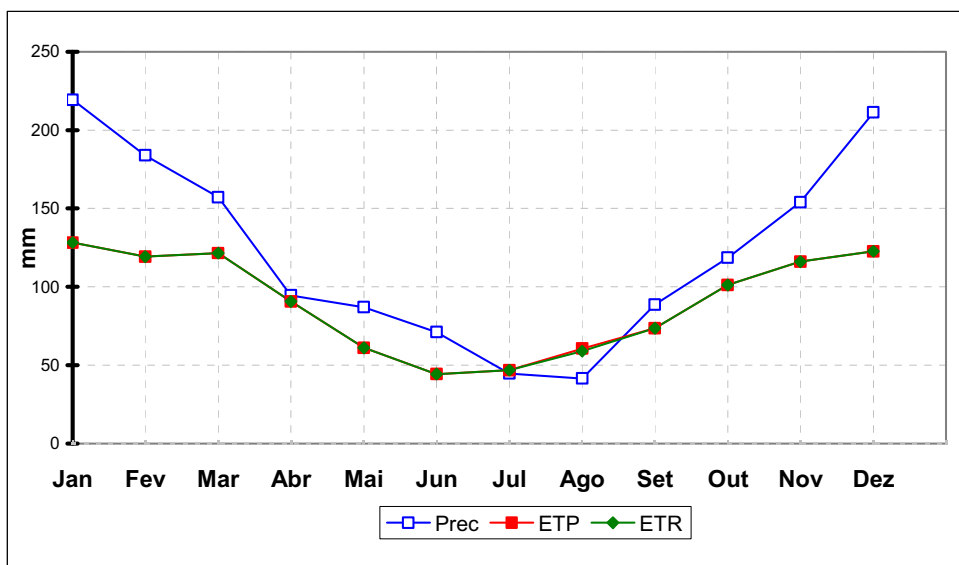


Figura 225 – Balanço hídrico normal do município e Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

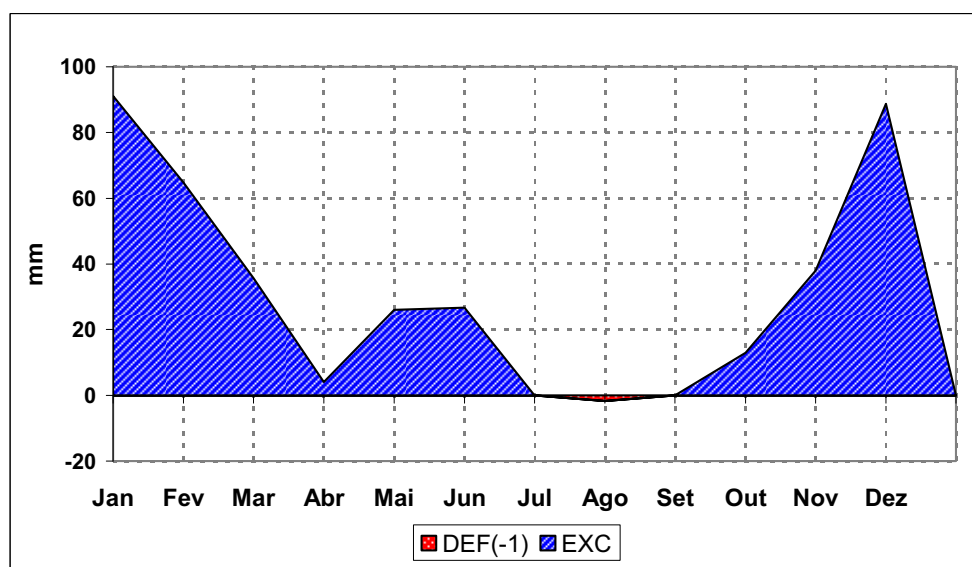


Figura 226 – Extrato do balanço hídrico normal do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

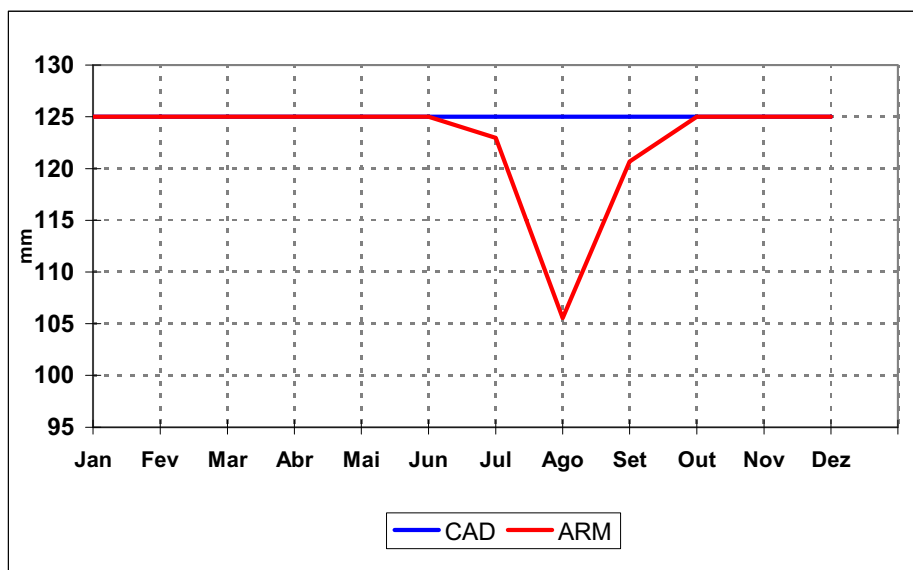


Figura 227 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) mensal da água no solo, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

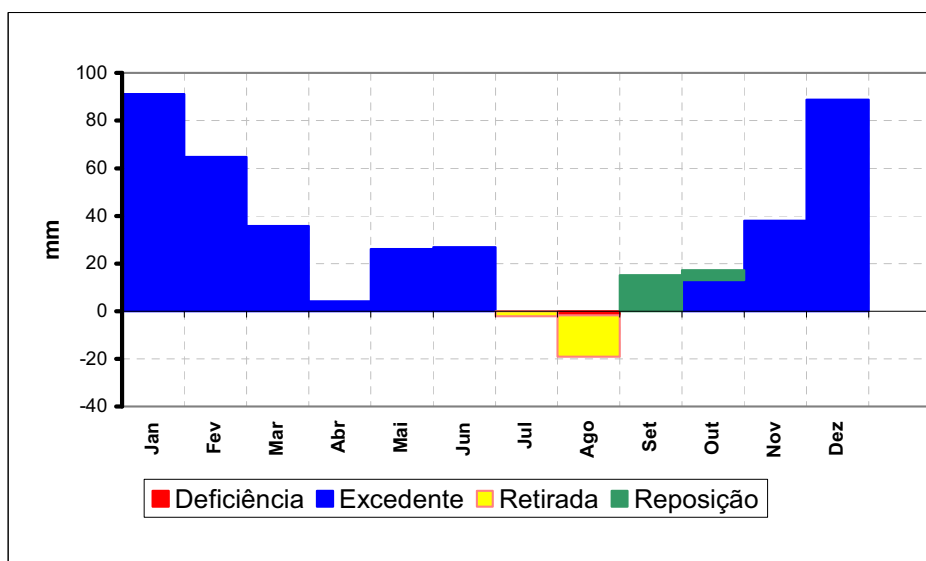


Figura 228 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

Assim, em relação ao **excedente hídrico anual**, a média do período foi de 430,7mm com o ano de 1982 registrando o maior excedente (1.044mm) devido à influência do fenômeno El Niño, o qual provoca aumento na quantidade de chuva, e 1994 o menor valor (112,1mm). O desvio padrão calculado foi de 220,6mm e o coeficiente de variação de 51%. Observando a distribuição dos excedentes ao longo da série (**Figura 229**), nota-se que os seis primeiros anos registraram os valores mais baixos, havendo um aumento destes durante os anos de 1982 a 1991, seguido por uma ligeira diminuição destes valores nos anos subsequentes, fato este que pode ser melhor observado pela variação da média móvel (**Figura 230**), quando a reta de tendência aponta para um aumento de 100,5mm no excedente hídrico anual ao longo da série temporal estudada (**Figura 231**), significativa em 52,35%.

Quanto à **deficiência hídrica anual**, a média para o período foi de 51,3mm, sendo o ano de 1983 o que apresentou a maior deficiência (151,7mm) e 1993 a mais baixa (4,8mm). O desvio padrão calculado foi de 39,5mm e o coeficiente de variação de 78% apresentando, assim, alta variabilidade ao longo da série temporal. Através da **Figura 232** observa-se que as maiores deficiências hídricas são registradas nos dez primeiros anos, havendo uma diminuição nestes valores durante os anos subsequentes. Pela análise da média móvel (**Figura 233**) verifica-se nitidamente o decréscimo nos valores da deficiência para o período, sendo este da ordem de 21,3mm, conforme demonstra a reta de tendência (**Figura 234**), com nível de significância de 44,81%.

Considerando que o ano agrícola da soja compreende os meses de novembro de um ano à abril do ano seguinte, e sabendo que cada fase de seu ciclo fenológico necessita de uma determinada quantidade de água para alcançar uma maior produtividade, foi calculado também o balanço hídrico seqüencial para o município de Assis referente à mesma série temporal, o qual acha-se representado nas **Figuras 235, 236, 237 e 238**.

Assim, pela análise conjunta destas figuras pode-se observar que, de modo geral, a primeira metade da série (1976 a 1988) registra uma maior ocorrência de deficiências hídricas em relação à segunda metade (1989 a 2000), sendo que o início da série até setembro de 1981 representa o sub-período com os mais baixos valores de excedente hídrico e maior ocorrência de deficiência, podendo-se destacar o ano agrícola de 1978/79 em que ocorreu deficiência hídrica ao longo de todo o ciclo da soja. Pode-se destacar

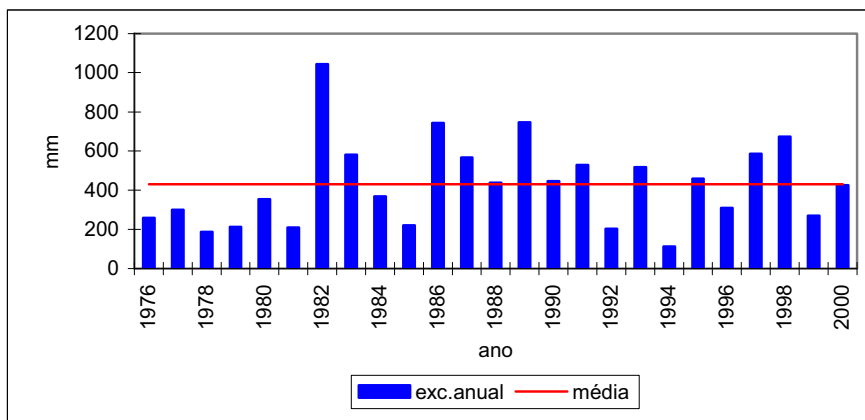


Figura 229 – Excedente hídrico anual do município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

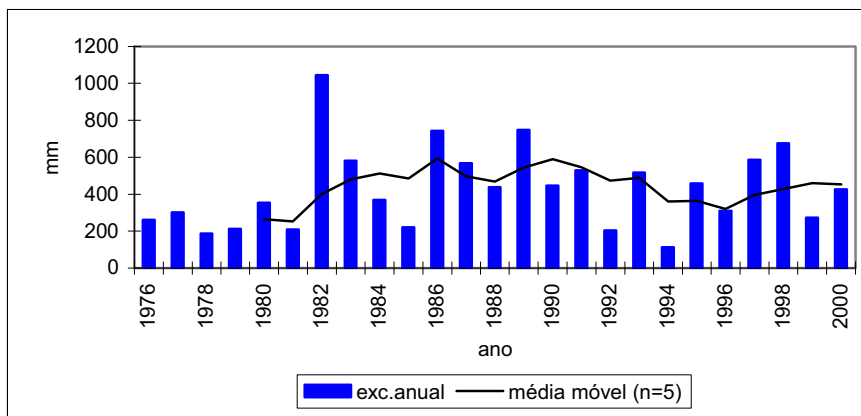


Figura 230 – Excedente hídrico anual e média móvel, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

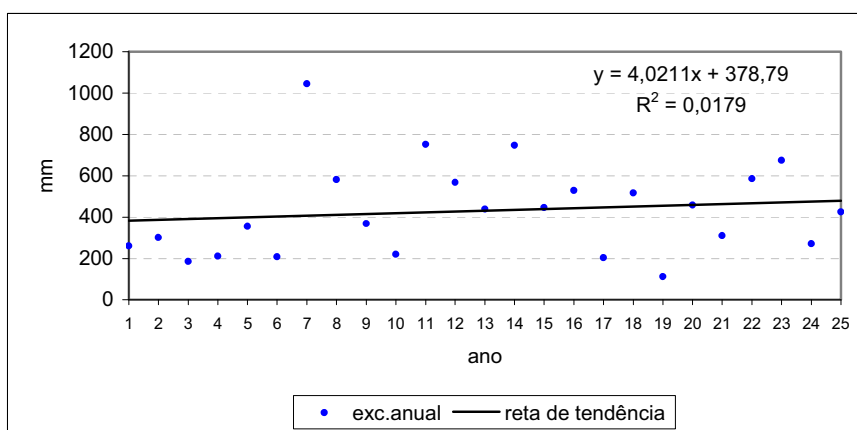


Figura 231 – Tendência do excedente hídrico anual no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

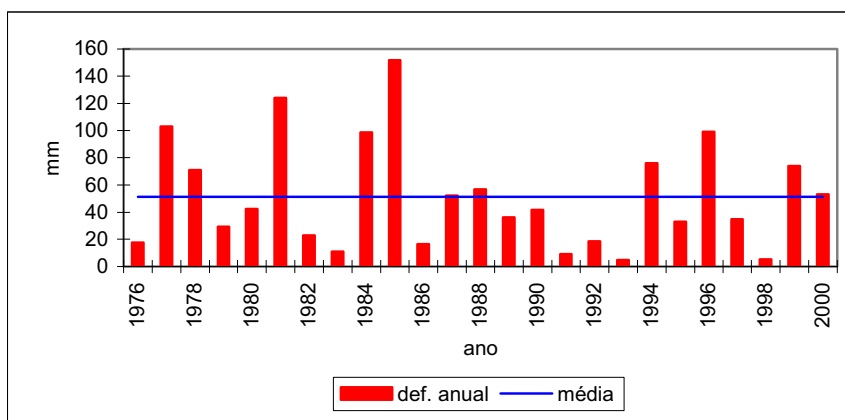


Figura 232 – Deficiência hídrica anual no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

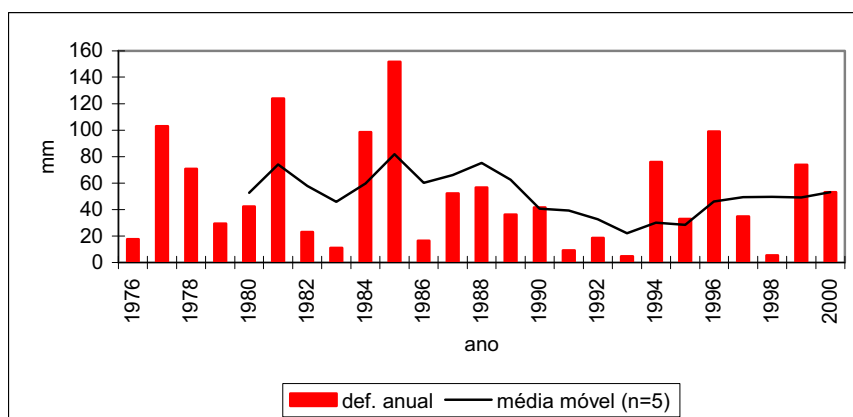


Figura 233 – Deficiência hídrica anual e média móvel, no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.

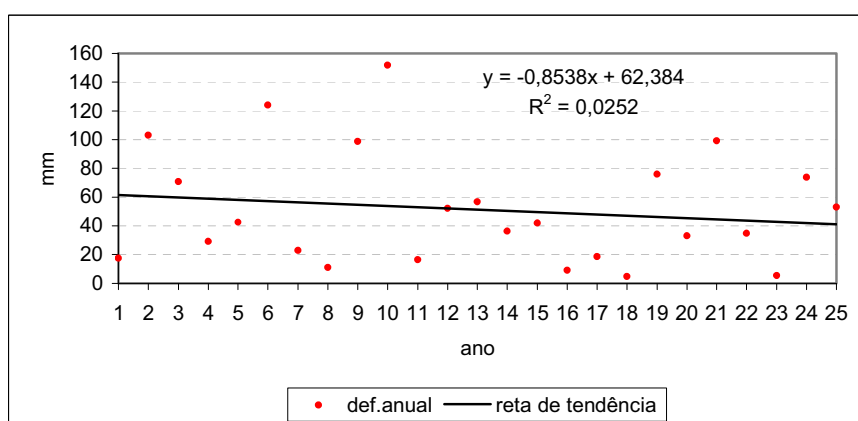
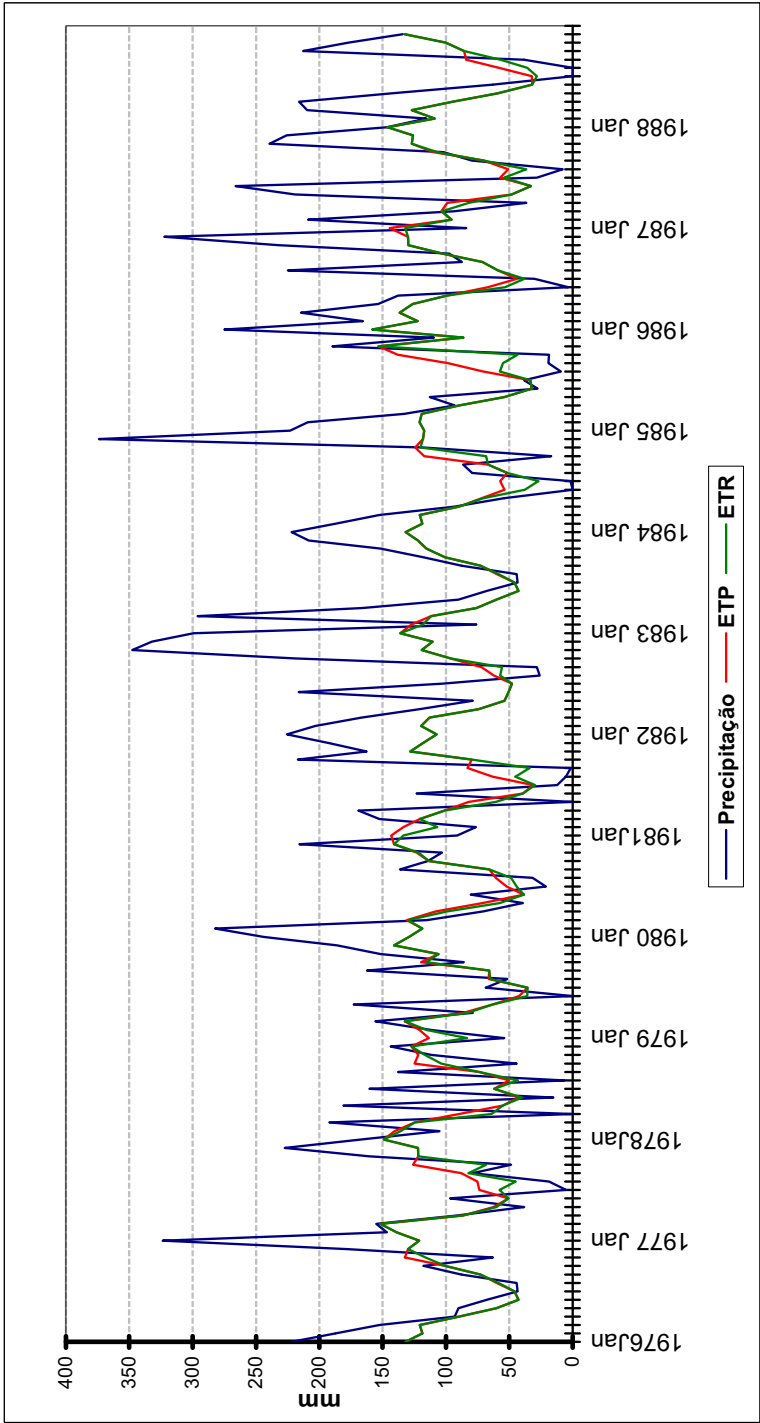
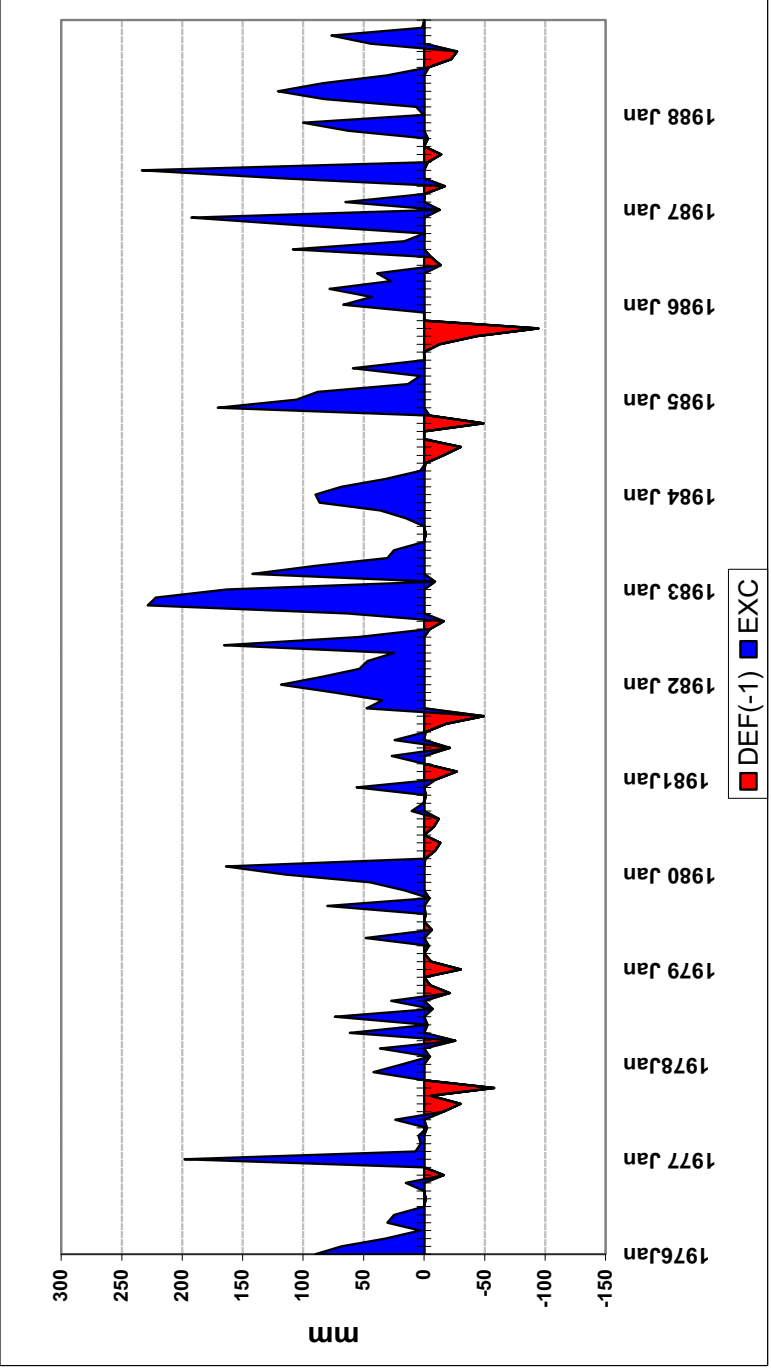
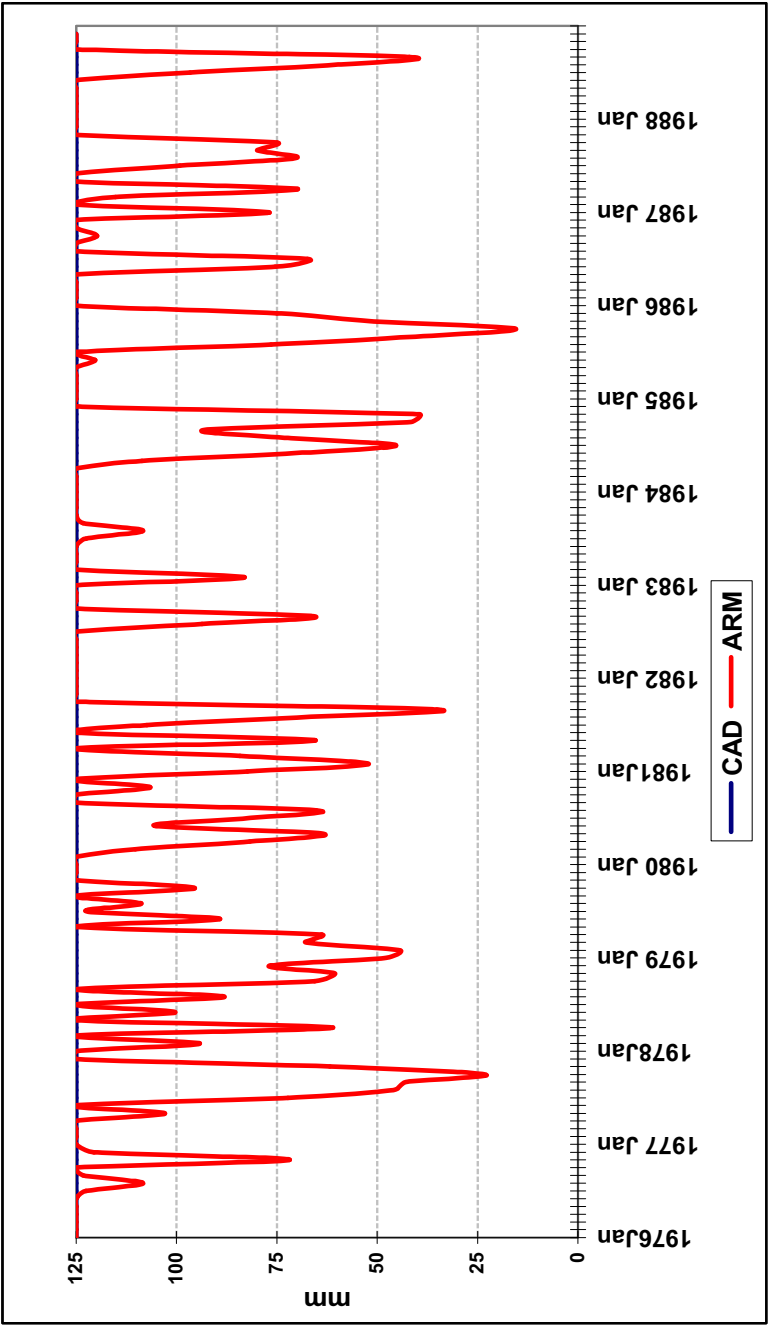
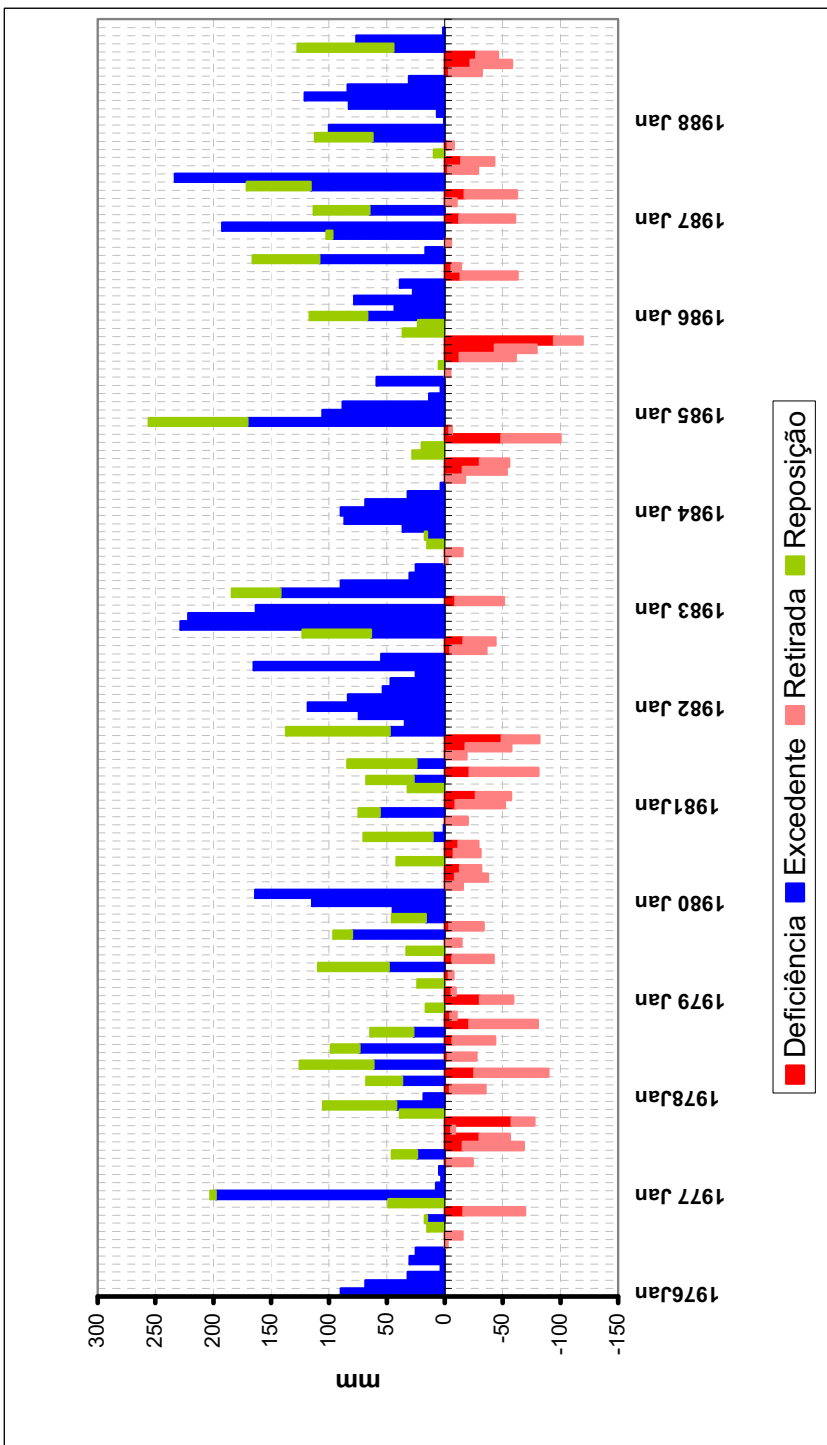


Figura 234 – Tendência da deficiência hídrica anual no município de Assis (SP), no período de 1976 a 2000.









também os sub-períodos de outubro/1981 à abril/1984 e agosto/1990 à junho/1994, nos quais são registradas as menores ocorrências de deficiência hídrica ao longo da série.

Considerando a disponibilidade de água no solo ao longo do ciclo da soja, nota-se que a grande maioria dos anos agrícolas contaram com excedente hídrico durante o ciclo da cultura, exceto no ano de 1978/79 que foi marcado pela ocorrência de deficiência ao longo de todo o ciclo, no ano 1980/81 que apresentou deficiência no mês de fevereiro (período da formação da colheita), e 1999/00 que registrou deficiência no início e final do ciclo.

6.3 – Análise do modelo de correlação aplicado à produtividade da soja na Regional Agrícola de Assis (SP)

A fim de estabelecer a correlação entre produtividade e variável climática, aplicou-se o modelo e correlação utilizado por Carmona e Berlato (1999) e Mariano (2005), descrito na Metodologia, o qual baseia-se na retirada da tendência tecnológica dos valores originais da produtividade, criando-se uma nova série de dados baseada apenas nas variáveis climáticas.

Para proceder esta análise, os dados originais de produtividade (**Tabela 7** e **Figura 239**) foram submetidos aos cálculos do modelo gerando uma nova série, representada na **Tabela 7** e **Figura 240**, sob a qual foram baseadas as análises.

Comparando as duas séries de dados nota-se que o comportamento da produtividade é o mesmo, diferenciando-se apenas os valores, que são menores na série corrigida em relação à original (média de 1,7t/ha e 2,1t/ha, respectivamente).

Assim, considerando a série de dados corrigida, dos vinte anos de análise, quatorze alcançaram produtividade acima da média, destacando-se os anos de 1999 e 2001 (2,3 t/ha), 2002 (2,2 t/ha), 1983 a 1985 (2,1 t/ha), os quais registraram os rendimentos mais altos. Através do balanço hídrico seqüencial observa-se que estes anos² foram marcados pela ocorrência de excedente hídrico ao longo de todo o ciclo o que, provavelmente, explica os bons rendimentos alcançados. Os meses de janeiro, dezembro

² Exceto 2001 e 2002, para os quais não foram calculados o balanço hídrico

e fevereiro que, segundo Silva et al (1987c), representam respectivamente os meses que mais influenciam no rendimento da soja, obtiveram excedente hídrico necessário para um bom desenvolvimento da cultura, culminando com uma maior produtividade.

Tabela 7 – Produtividade original e corrigida da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002.

	ORIGINAL		CORRIGIDA	
	produtividade	média	produtividade	média
1983	2,1	2,1	2,1	1,7
1984	1,8	2,1	1,8	1,7
1985	2,1	2,1	2,1	1,7
1986	1,9	2,1	1,8	1,7
1987	2,0	2,1	1,9	1,7
1988	2,1	2,1	1,9	1,7
1989	2,0	2,1	1,8	1,7
1990	1,8	2,1	1,7	1,7
1991	1,6	2,1	1,4	1,7
1992	1,3	2,1	1,1	1,7
1993	1,6	2,1	1,3	1,7
1994	2,4	2,1	2,0	1,7
1995	2,3	2,1	2,0	1,7
1996	2,2	2,1	1,8	1,7
1997	2,4	2,1	2,0	1,7
1998	1,4	2,1	1,0	1,7
1999	2,8	2,1	2,3	1,7
2000	1,9	2,1	1,3	1,7
2001	2,8	2,1	2,3	1,7
2002	2,8	2,1	2,2	1,7

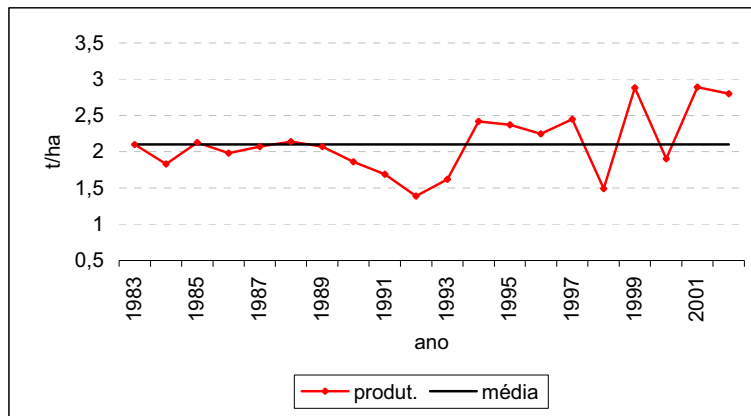


Figura 239 – Produtividade original da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002.

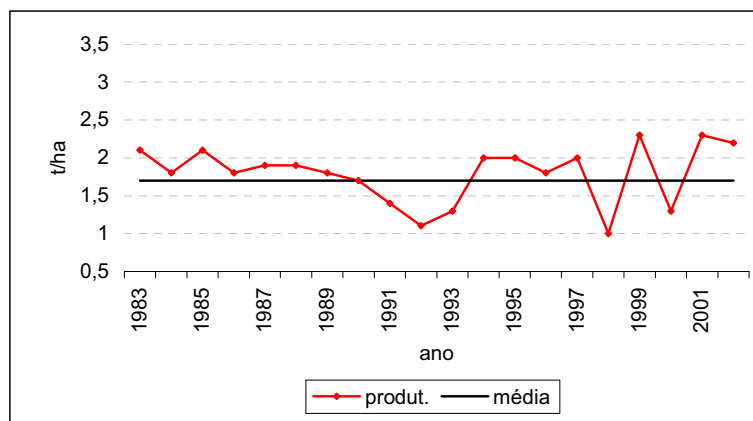


Figura 240 – Produtividade corrigida da cultura da soja, na Regional Agrícola de Assis (SP), no período de 1983 a 2002.

Os anos que registraram as produtividades mais baixas da série ocorreram todos na década de 90, sendo: 1998 (1,0 t/ha), 1992 (1,1 t/ha), 1993 e 2000 (1,3 t/ha) e 1991 (1,4 t/ha), respectivamente. As análises referentes ao balanço hídrico do município mostraram que, justamente neste período, houve uma diminuição na ocorrência de deficiência hídrica em relação aos anos anteriores. Ao se relacionar estes anos de menor rendimento com o balanço hídrico seqüencial verifica-se que, exceto o ano 2000, todos os demais registraram ocorrência de excedente hídrico ao longo de todo o ciclo da cultura. Pelo extrato do balanço hídrico seqüencial (**Figura 236**) pode-se observar que o sub-período

de agosto de 1990 à junho de 1994 apresentou os menores valores de excedente em relação aos anos anteriores e posteriores, porém com deficiência hídrica praticamente inexistente, ocasionando assim grande concentração de umidade no solo ao longo de todo estes anos, fato este que pode vir à explicar a baixa produtividade ocorrida em 1991, 1992 e 1993 pois, somando-se a precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura em tais anos, tem-se respectivamente os seguintes totais: 1.215,0mm, 1.014,5mm e 965,6mm.

No ano de 1998, onde foi registrada a produtividade mais baixa da série (1,0 t/ha), o total de precipitação ao longo do ciclo foi de 1,177,6mm ocorrendo excedente hídrico em todos os meses do ano agrícola, porém este excedente foi extremamente baixo no mês de janeiro (1,9mm), e elevado no final do ciclo (março e abril) onde a cultura necessita de pouca umidade no solo.

Já a baixa produtividade apresentada no ano 2000 (1,3 t/ha) pode ser explicada pela ocorrência de deficiência hídrica durante, praticamente, todo o ciclo da cultura, exceto no mês de fevereiro.

Desta forma, pode-se observar que tanto a alta quanto a baixa produtividade da soja na Regional Agrícola de Assis podem ser explicadas pelos fatores excedente hídrico e quantidade de precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura.

6.4 – Análise dos balanços hídricos do município de Bebedouro (SP) no período de 1989 a 2003.

Pela análise das **Figuras 241, 242, 243 e 244** referentes ao balanço hídrico normal anual calculado para o município e Bebedouro (SP), observa-se um prolongado período de deficiência hídrica ao longo do ano, estendendo-se de abril à outubro, com o armazenamento de água no solo ficando abaixo da capacidade em oito dos doze meses do ano (abril á novembro), sendo que os maiores valores de excedente hídrico são registrados no primeiro trimestre do ano.

Relacionando este comportamento com o ciclo fenológico da soja, vê-se que o início do ciclo ocorre no mês em que se processa a reposição de água no solo, porém a quantidade de água repostada (53,41mm) supera a necessária para que se realize a

germinação; sendo verificada também uma diminuição gradativa nos valores do excedente ao longo do ciclo da cultura (janeiro, fevereiro, março), culminando com uma pequena deficiência no final, quando se dá a maturação do fruto e a colheita, sendo condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura conforme verificado na literatura consultada.

Analisou-se também o comportamento, a variabilidade e a tendência do excedente e da deficiência hídrica anual ao longo da série estudada.

Assim, com relação ao **excedente hídrico anual**, a média para o período foi de 393,8mm, com o ano de 1992 apresentando o excedente mais elevado (776,2mm), estando este vinculado, provavelmente, à ocorrência do fenômeno El Niño, e 2001 o excedente mais baixo (78,2mm); sendo calculado um desvio padrão de 199,1mm e coeficiente de variação de 50%. Pela distribuição dos excedentes ao longo da série (**Figura 245**) nota-se que os valores mais altos são registrados nos anos de 1991, 1992 e 2000, com os demais apresentando uma certa regularidade. Através da variação da média móvel (**Figura 246**) observa-se, no contexto geral, um ligeiro decréscimo nos valores do excedente anual ao longo da série, com a reta de tendência apontando uma diminuição de 183,7mm (**Figura 247**), com nível de significância da ordem de 32,10%.

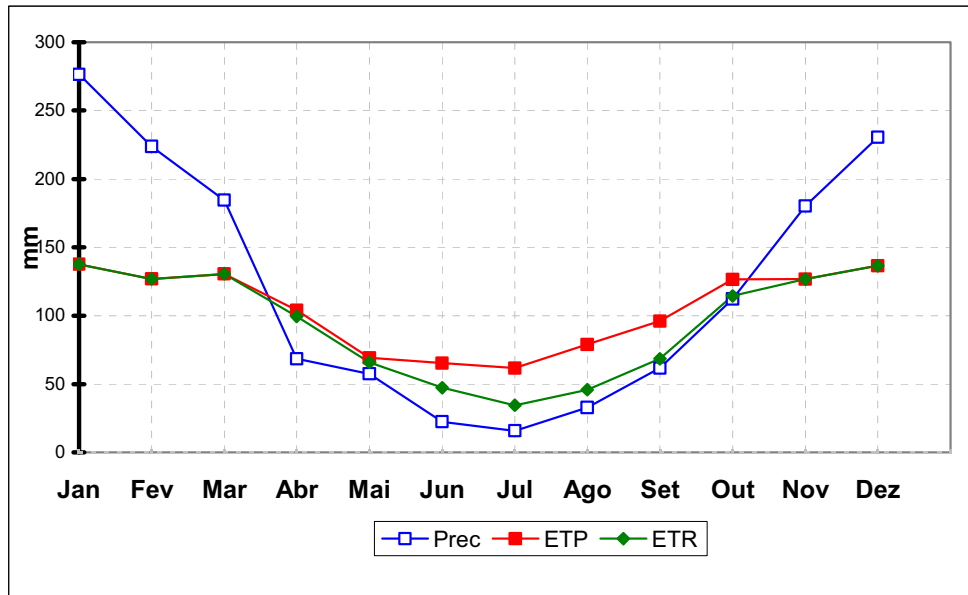


Figura 241 – Balanço hídrico normal do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

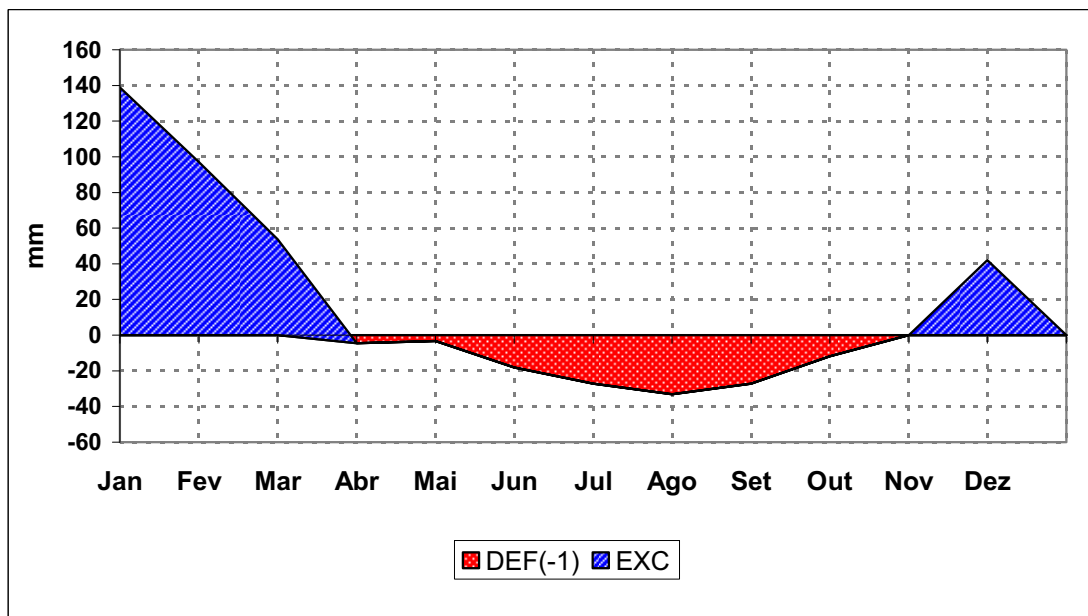


Figura 242 – Extrato do balanço hídrico normal, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

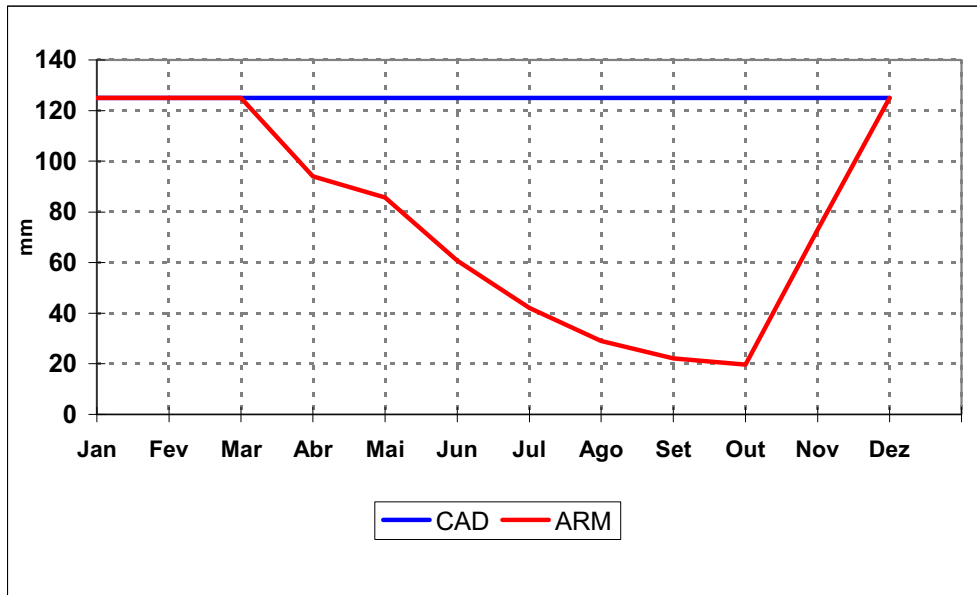


Figura 243 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) mensal da água no solo, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

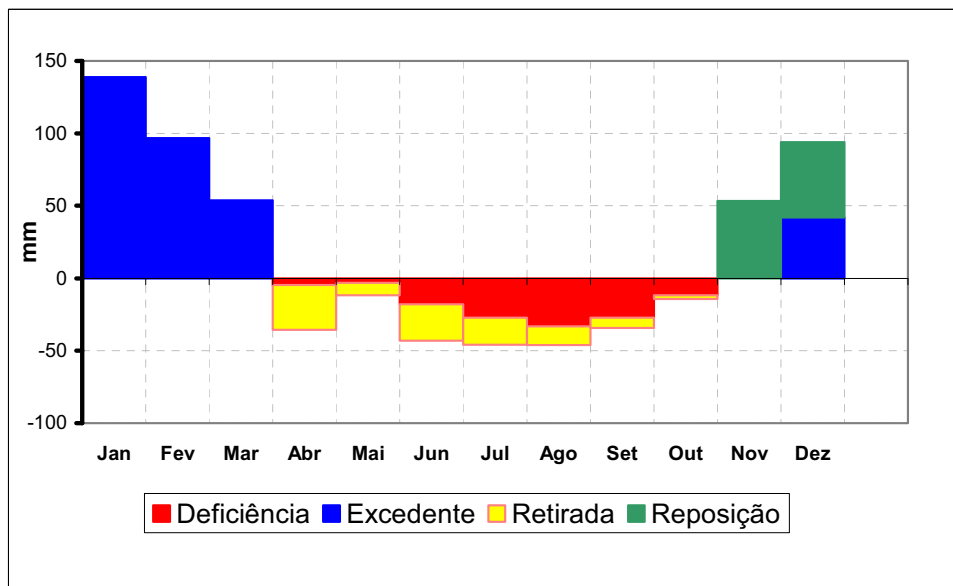


Figura 244 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

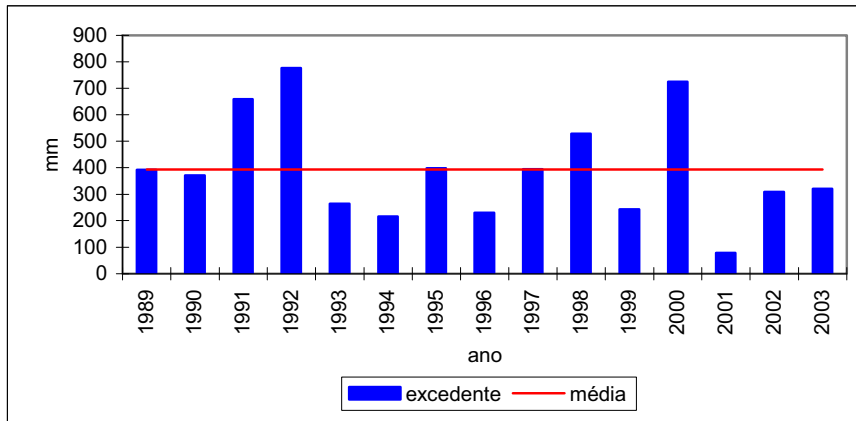


Figura 245 – Excedente hídrico anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

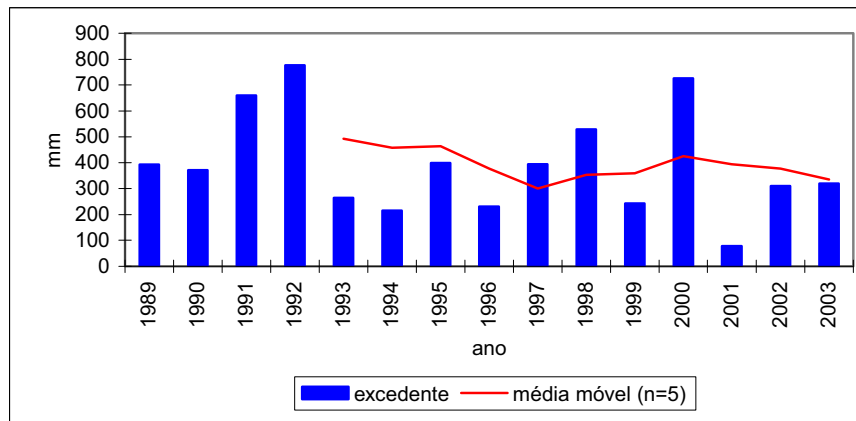


Figura 246 – Excedente hídrico anual e média móvel, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

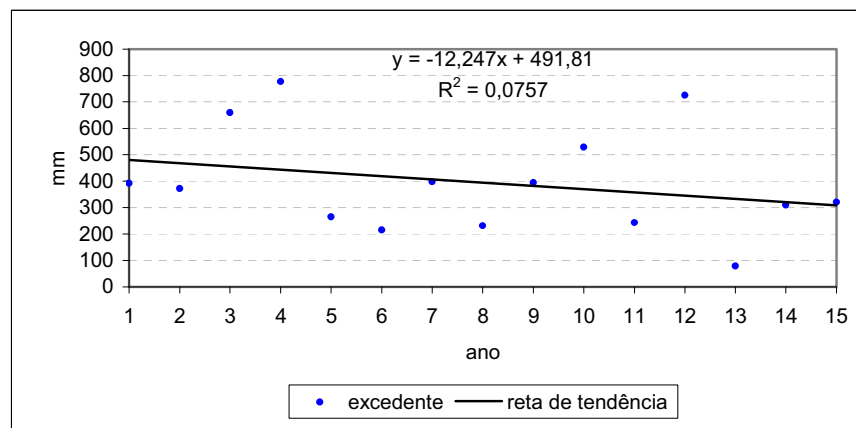


Figura 247 – Tendência do excedente hídrico anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

Quanto à **deficiência hídrica anual**, a média para o período foi de 199,4mm com o ano de 2000 registrando a maior deficiência (404,0mm) e 1990 a mais baixa (38,3mm), verificando-se um desvio padrão de 104,9mm e coeficiente de variação de 53%. Pela **Figura 248** observa-se um aumento nos valores da deficiência anual a partir do ano de 1994, sendo este mais acentuado nos últimos cinco anos da série (1999 a 2003); o que pode ser melhor visualizado através da análise da média móvel (**Figura 249**), onde verifica-se tendência de aumento nos valores de deficiência durante o período estudado, com a reta de tendência apontando um acréscimo de 168,7mm (**Figura 250**), com nível de significância de 7,05%. Considerando-se que a deficiência hídrica representa um dos principais fatores que influenciam na produtividade da soja, o aumento nos valores desta variável muito provavelmente trará implicações negativas à produtividade, sendo um fator importante à ser considerado no que diz respeito ao planejamento da cultura nesta região do Estado.

Analisando agora o balanço hídrico seqüencial calculado para o município de Bebedouro, representado pelas **Figuras 251, 252, 253 e 254**, verifica-se a ocorrência de deficiência em todos os anos da série, com as menores deficiências ocorrendo até 1993. O armazenamento de água no solo ficou abaixo da capacidade praticamente ao longo de todo o período, destacando-se o ano de 1991 e os últimos cinco anos da série (1999 a 2003), onde os valores de alguns meses (inverno e primavera) chegaram bem próximos à 0mm. Os excedentes hídricos concentram-se, na grande maioria, entre os meses de novembro à março, exceto no início da série no triênio 1990/91/92 onde estes foram mais extensos. Ainda quanto à esta variável, pode-se observar uma nítida redução em seus valores nos últimos quatro anos da série (2000 a 2003) em relação aos anos anteriores.

Relacionando a disponibilidade de água no solo com o ciclo fenológico da soja, pode-se notar que a grande maioria dos anos agrícolas registraram deficiência hídrica no início e no final. Destaque pode ser dado para o ano de 1995/96, onde o excedente hídrico foi o mais baixo entre todos os anos agrícolas; já os anos de 1989/90, 1990/91 e 1997/98 registraram excedente durante todo o ciclo da cultura.

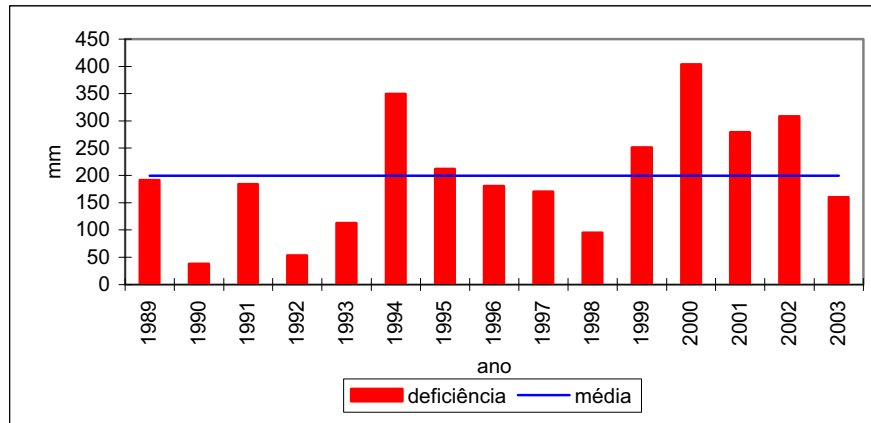


Figura 248 – Deficiência hídrica anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

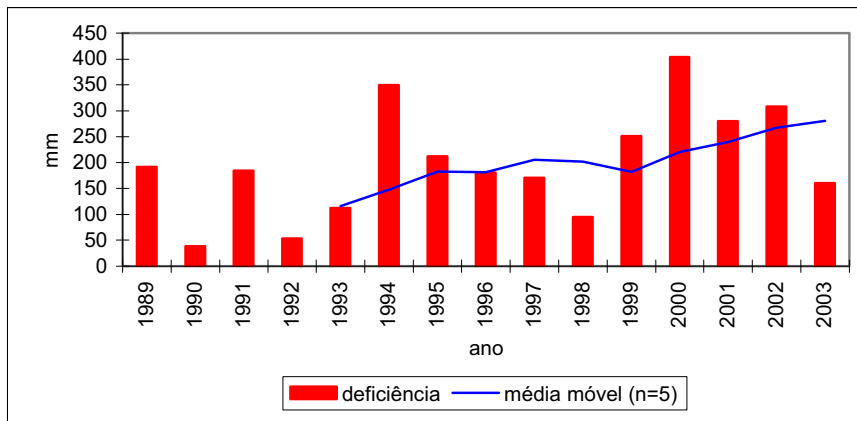


Figura 249 – Deficiência hídrica anual e média móvel, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

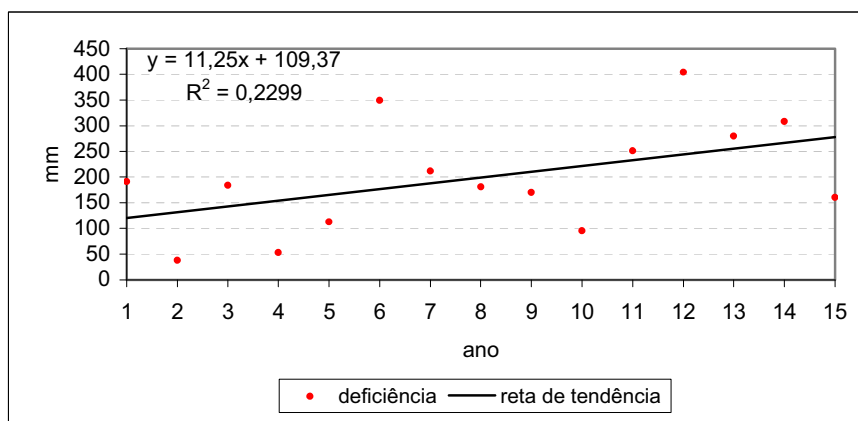


Figura 250 – Tendência da deficiência hídrica anual no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003.

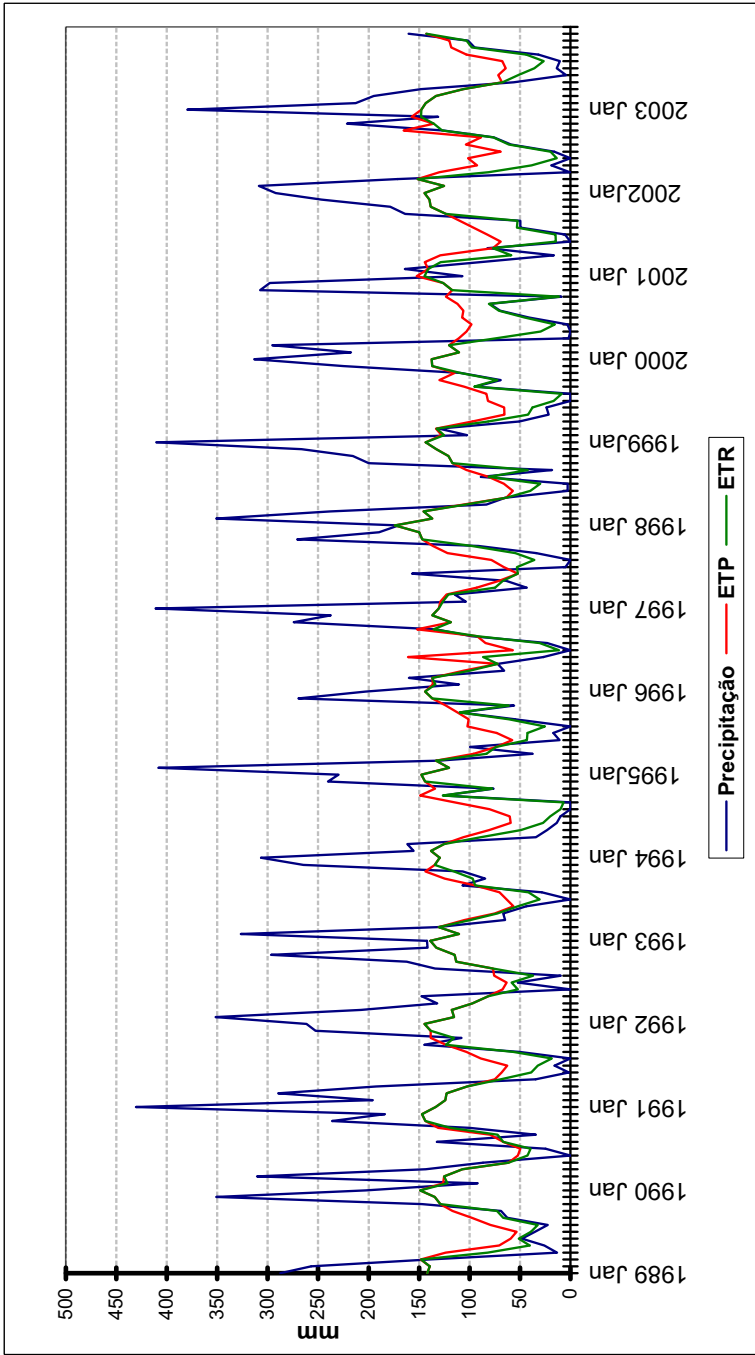


Figura 251 – Balanço hídrico sequencial do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003

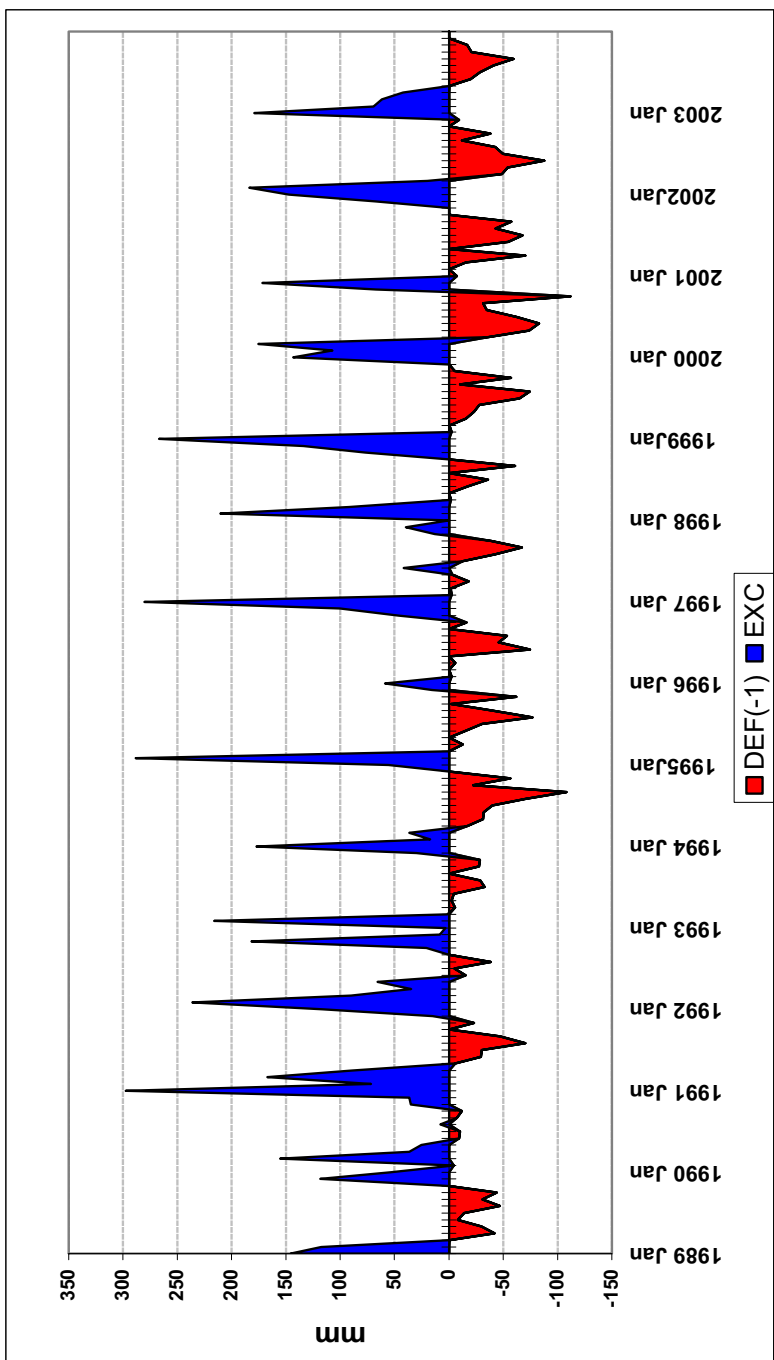


Figura 252 – Extrato do balanço hídrico sequencial do município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003

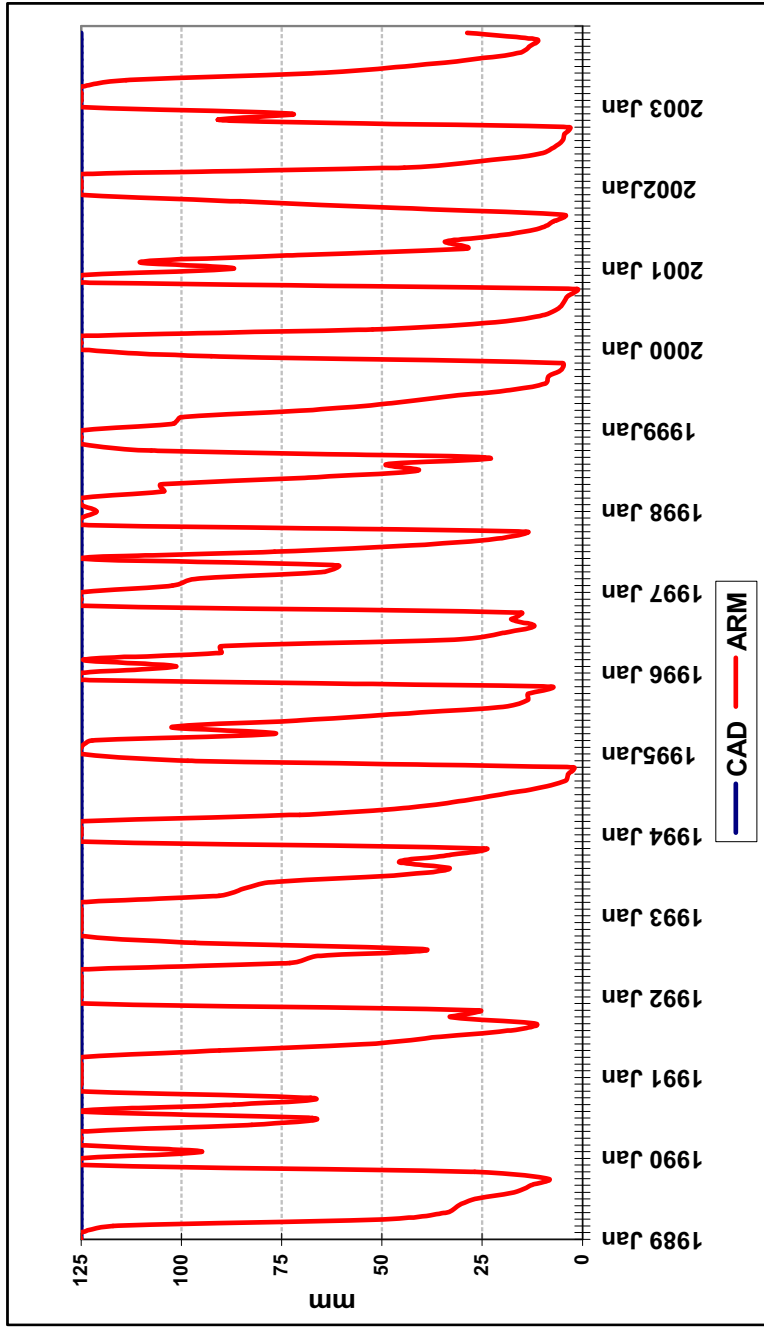


Figura 253 – Capacidade de água disponível (CAD) e armazenamento (ARM) calculados para balanço hídrico sequencial, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003

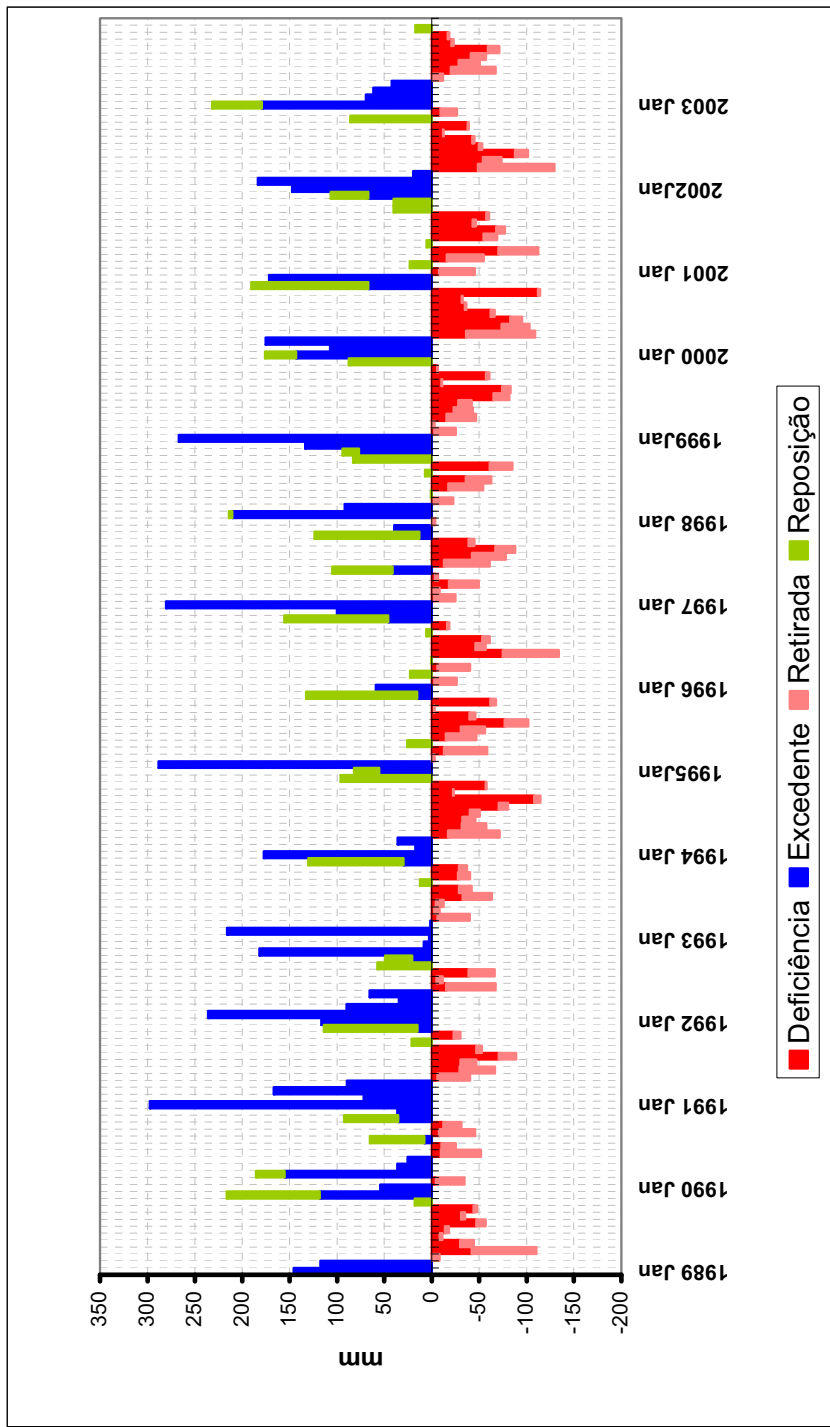


Figura 254 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica calculados para balanço hídrico seqüencial, no município de Bebedouro (SP), no período de 1989 a 2003

6.5 – Análise do modelo de correlação aplicado à produtividade da soja na Regional Agrícola de Orlândia (SP).

Comparando os dados de produtividade original (Tabela 8 e Figura 255) com a produtividade corrigida (Tabela 8 e Figura 256), o mesmo comportamento observado para a Regional de Assis foi verificado também para a Regional de Orlândia, ou seja, a série de dados corrigida apresentando o mesmo comportamento que a original, porém com média e valores anuais mais baixos.

Tabela 8 – Produtividade original e corrigida da cultura da soja, na Regional Agrícola de Orlândia (SP), no período de 1983 a 2002.

	ORIGINAL		CORRIGIDA	
	produtividade	média	produtividade	média
1983	1,9	2,1	2,0	1,7
1984	1,7	2,1	1,7	1,7
1985	1,7	2,1	1,6	1,7
1986	2,0	2,1	1,9	1,7
1987	2,1	2,1	1,9	1,7
1988	2,0	2,1	1,8	1,7
1989	2,1	2,1	1,9	1,7
1990	1,5	2,1	1,2	1,7
1991	2,0	2,1	1,7	1,7
1992	2,0	2,1	1,7	1,7
1993	2,1	2,1	1,8	1,7
1994	2,1	2,1	1,7	1,7
1995	2,1	2,1	1,7	1,7
1996	2,0	2,1	1,6	1,7
1997	2,1	2,1	1,7	1,7
1998	2,0	2,1	1,4	1,7
1999	2,5	2,1	2,0	1,7
2000	2,3	2,1	1,7	1,7
2001	2,5	2,1	1,8	1,7
2002	2,7	2,1	2,0	1,7

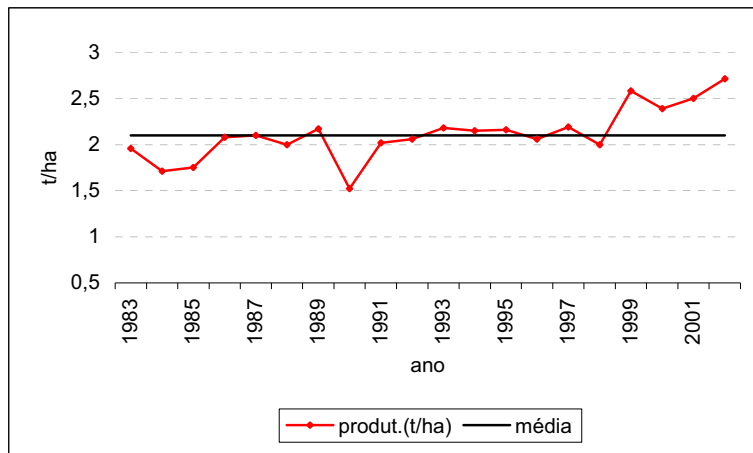


Figura 255 – Produtividade original da cultura da soja na Regional Agrícola de Orândia (SP), no período de 1983 e 2002.

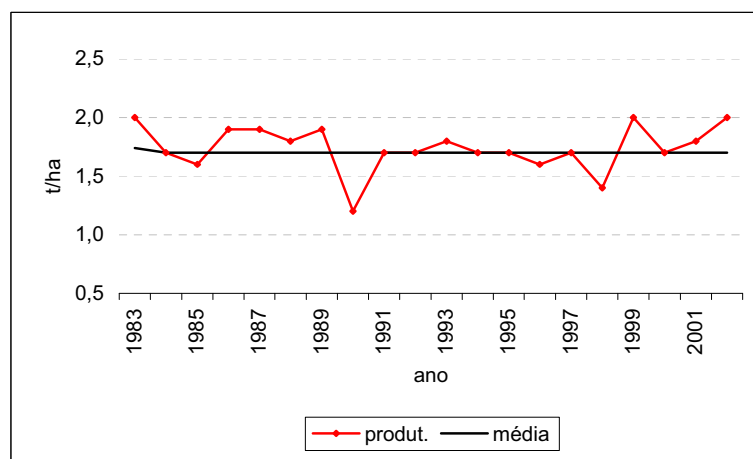


Figura 256 – Produtividade corrigida da cultura da soja na Regional Agrícola de Orândia (SP), no período de 1983 a 2002.

Assim, considerando a produtividade corrigida, os maiores valores foram registrados nos anos de 1983, 1999 e 2003 (2,0 t/ha). Ao analisar-se o comportamento da água do solo nesses anos³ (**Figura 254**), verifica-se que ambos registraram boas condições hídricas para a cultura, com a ocorrência de excedente no início do ciclo, período em que a soja é sensível à deficiência hídrica. Somando-se a quantidade de precipitação ocorrida durante o ciclo fenológico obteve-se: 1.101,5mm (1983), 1.175,5mm (1999) e 1.197,8mm (2002).

Os rendimentos mais baixos da série foram registrados, respectivamente, nos anos de 1990 (1,2 t/ha), 1998 (1,4 t/ha), 1985 e 1996 (1,6 t/ha).

No ano de 1990 o comportamento da água do solo foi marcado por valores razoavelmente baixos de excedente hídrico nos meses iniciais do ciclo da soja e excedente na fase final, onde a cultura necessita de baixa umidade, o que pode ter afetado negativamente a produtividade neste ano. Durante o ciclo da cultura foram registrados 1.247,2mm de precipitação.

Em 1998 observou-se a ocorrência de deficiência hídrica no mês de janeiro e reduzidos valores de excedente nos meses iniciais do ciclo (novembro e dezembro), o que compromete o desenvolvimento e o bom rendimento da cultura. A quantidade de precipitação ocorrida durante o ciclo foi de 1.302,4mm.

O comportamento da água do solo ao longo do ciclo fenológico explica a baixa produtividade registrada no ano de 1996, onde observa-se a ocorrência e deficiência hídrica nos meses de novembro, fevereiro e abril, reposição no mês de março e baixos valores de excedente, ocorridos apenas nos meses de dezembro e janeiro. A quantidade de precipitação registrada durante o período produtivo da cultura foi de 863,9mm ; já no ano de 1985 esta foi de 1.533,0mm.

Assim, da mesma forma que ocorreu na Regional de Assis, em Orlândia também foi verificado que o comportamento da água do solo e a quantidade de precipitação explicam os valores extremos (positivos e negativos) de produtividade registrados durante a série estudada.

³ Exceto para o ano de 1983, onde não foi calculado o balanço hídrico

CONCLUSÕES

No que diz respeito à temática *mudança climática*, sabe-se que ao longo da história o clima sempre apresentou alterações, mas a velocidade com que esta vem se processando se acentuou no decorrer do último século. Apesar de todos os avanços nos estudos sobre este tema, ainda não se distinguem com certeza quais as suas causas e a real significância da ação antrópica em sua acentuação. Porém, a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera vem aumentando gradativamente, e o aquecimento global é uma realidade cujas conseqüências já estão sendo sentidas nos diferentes sistemas naturais e sócio-econômicos. Sendo assim, faz-se necessário o conhecimento de como estas mudanças vem ocorrendo em escala regional e local, a fim de contribuir para a compreensão do fenômeno em escala global.

Pela análise da variabilidade e da tendência termo-pluviométrica do município de Assis (SP) ao longo da série temporal estudada (1976 a 2003), constatou-se que em nível anual, mensal e sazonal ocorreu diminuição da temperatura média, sendo esta tendência verificada principalmente a partir do ano de 1990, com os valores mais significativos registrados, respectivamente, nas estações da primavera, outono e verão. Quanto à variabilidade da temperatura, o outono e o inverno foram as estações que registraram maiores valores ao longo da série, sendo os meses de maio, junho e julho os que estão sofrendo uma maior variação.

Com relação à variável precipitação pluviométrica, constatou-se tendência de manutenção nos valores anuais ao longo do período estudado. Porém, em nível mensal, verificou-se tendência de diminuição em seis meses do ano, sendo que destes seis, quatro pertencem às estações de outono e inverno, levando assim à tendência de uma estação seca mais pronunciada. Considerando os meses de janeiro, dezembro e fevereiro os quais, segundo Silva et al (1987c), representam respectivamente os meses que exercem maior influência sobre a produtividade da soja no Estado de São Paulo, verificou-se tendência de aumento da precipitação para janeiro e fevereiro e diminuição para dezembro. Quanto à variabilidade, ao longo da série estudada esta apresentou-se relativamente baixa, porém a análise mensal apresentou-se significativa para a maioria dos meses do ano, sendo os maiores valores registrados durante o inverno.

Desta forma, constatou-se que em Assis (SP), tanto do ponto de vista térmico quanto pluviométrico, o inverno é o período do ano que apresentou maior variação.

Com relação à Orlândia, considerando os dados do município de Bebedouro (SP), foi constatada tendência de aumento na temperatura média anual, sendo este aumento mais significativo a partir o ano 2000. A mesma tendência também foi verificada em onze dos doze meses do ano, sendo esta mais acentuada nos meses de junho, julho e agosto, marcando a ocorrência de um inverno tendendo à temperaturas mais elevadas. Quanto à variabilidade, da mesma forma que o ocorrido em Assis, em Orlândia (Bebedouro) os maiores valores também apresentaram-se durante o inverno.

Quanto à precipitação pluviométrica, registrou-se uma nítida redução nos valores desta variável na segunda metade da série em relação à primeira, sendo esta redução verificada tanto para os totais anuais quanto em nível mensal. A variabilidade da chuva apresentou-se bastante significativa tanto em nível anual quanto sazonal e para todos os meses do ano, com os maiores valores ocorrendo durante o inverno.

Desta forma, pela análise do comportamento termo-pluviométrico de ambos os municípios, constata-se que o inverno é o período do ano que vem apresentando maior variação em seu comportamento, confirmando a conhecida frase popular de que “os invernos já não são mais os mesmos de antigamente”.

No que diz respeito à evolução espaço-temporal da cultura da soja nas regionais estudadas verificou-se, no contexto geral, uma crescente expansão da área plantada e aumento da produção e produtividade ao longo dos anos.

Pela correlação entre produtividade da soja e precipitação pluviométrica, através das análises realizadas constatou-se que a disponibilidade de água do solo e a quantidade de precipitação durante o ciclo da cultura explicaram os valores extremos (mais elevados e mais baixos) ocorridos na produtividade, confirmando a hipótese de que a precipitação pluviométrica é o principal fator determinante da variabilidade interanual do rendimento da soja nas regionais agrícolas estudadas. Assim, verificou-se relação direta entre quantidade de excedente hídrico durante o ciclo fenológico e anos com alta e baixa produtividade; e que, apesar das necessidades hídricas da soja estarem entre 400 a 800mm, nos anos em que foram registradas as maiores produtividades a quantidade de precipitação neste período ultrapassou 1.000mm.

Com relação ao comportamento da água no solo, as análises do balanço hídrico mostraram que a Regional Agrícola de Assis apresenta melhores condições de

disponibilidade hídrica ao longo do ciclo da soja do que na Regional Agrícola de Orlândia, inclusive com tendência de aumento dos excedentes e diminuição das deficiências, o que faz dela a principal região produtora do Estado de São Paulo. Já em Orlândia há uma maior irregularidade na disponibilidade de água do solo durante o ciclo, verificando-se tendência de aumento nos valores de deficiência e diminuição nos excedentes durante a série estudada. Isto se constitui em uma preocupação, pois a deficiência hídrica representa um dos principais fatores que influenciam negativamente a produtividade da soja, sendo um parâmetro importante a ser considerado no que diz respeito ao planejamento da cultura nesta região do Estado.

Enfim, diante dos objetivos propostos e das análises realizadas buscou-se contribuir tanto para os estudos sobre mudanças climáticas de curto prazo em escala local, como também para a compreensão de como as variações nas condições climáticas estão afetando e poderão afetar a produção agrícola, no caso a cultura da soja, servindo de subsídios ao planejamento deste setor econômico; considerando o fato de ser esta cultura de extrema importância para a economia nacional, apresentando a cada safra uma expansão em área plantada e aumento no volume de produção, em decorrência de todo o investimento em tecnologia e melhoramento genético visando o mercado externo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP. 1974

ALMEIDA, I.R. **Variabilidade pluviométrica interanual e a produção da soja no Estado do Paraná**. 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) UNESP – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4º edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986

BARKER, T. Representing global climate change, adaptation and mitigation. **Global Environmental Change**. vol. 13, p. 1-6, 2003

BAPTISTA, R.L. e BERLATO, M.A. Impacto do El Niño e La Niña no rendimento do feijão safra no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, vol. 1, p. 597-98

BERLATO, M.A. ; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. vol 7, n. 1, p.119-125, 1999

BESSAT, F. A mudança climática entre ciência, desafios e decisões: olhar geográfico. **Terra Livre**. São Paulo. Ano 19, vol. 1, n. 20, p.11-26, jan/jul. 2003

BETTOLLI, M.L. et al. Relación entre el rendimiento de la soja y las variables climáticas en la Pampa Argentina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, vol. 1, p. 563-64

BOIN, M.N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. Tese (Doutorado em Geografia) IGCE-UNESP, Rio Claro

BORSATO, V.A. e SANT'ANNA NETO, J.L. Caracterização e análise da produtividade do trigo relacionada à pluviosidade na bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Boletim de Geografia**. Maringá. Ano 20, n. 1, p. 33-57, 2002

BRUNINI, O. et al. Influência da água disponível no solo sobre a produção de cultivares de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, 1983. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. 1983, p.245-253

CARMONA, L.C. ; BERLATO, M.A. El Niño e La Niña e o rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. vol. 10, n. 1, p. 147-152, 2002

CAMARGO, M.B.P. **Exigências climáticas e estimativa da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo**. 1984. Dissertação (Mestrado em Agronomia) ESALQ/USP. Piracicaba

CAMARGO, M.B.P. et al. Temperatura-base para cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. Vol. 22, n. 2, p. 115-121, fevereiro 1987

CHAGAS, E.V. et al. Avaliação dos efeitos dos eventos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cana-de-açúcar na zona canavieira de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. 2003. vol. 1, p. 683-84

CHAIM, R.A.R. **Influência climática na produção do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) na região de Ribeirão Preto – SP**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) IGCE – UNESP. Rio Claro

CHEN, S.C. Estimativas de rendimento de soja baseados na tendência tecnológica e nas variáveis climáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2, 1981, **Resumos**. Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981, p. 193-96

CHRISTOFOLETTI, A. Implicações climáticas relacionadas com as mudanças climáticas globais. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, vol. 23, n. 45-46, p. 18-31, 1993

CHRISTOFOLETTI, A.L.H. **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba (SP)**. 1991. Dissertação (Mestrado em Geografia) FFLCH – USP. São Paulo

CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Procedimentos de análise utilizados no estudo da precipitação. **Geociências**. São Paulo, vol. 11, n. 1, p. 75-98, 1992

CLEPS JUNIOR, J. **Dinâmica e estratégias do setor agroindustrial no cerrado – o caso do Triângulo Mineiro**. 1998. Tese (Doutorado em Geografia) IGCE/UNESP, Rio Claro

CONFALONE, A.E. et al. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, vol. 6, n. 2, p. 165-169, 1998

CONFALONE, A.E. e DUJMOVICH, M.N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, vol. 7, n. 2, p. 183-187, 1999

CONTI, J.B. Considerações sobre mudanças climáticas globais e regionais. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 23, n. 45-46, p. 31-33, 1993

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais e regionais. In: SANT'ANNA NETO, J.L. e ZAVATINI, J.A. (org.) **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Eduem, 2000

CORFEE-MORLOT, J. e HÖHNE, N. Climate change: long-term and short-term commitments. **Global Environmental Change**, vol. 13, p. 277-293, 2003

CUNHA, G. R. El Niño – Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, vol. 7, n. 2, p. 277-284, 1999

CUNHA, G.R. et al. El Niño-Oscilação Sul e seus impactos sobre a cultura da cevada no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 12 E 2, 2001. **Anais**. Fortaleza:Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001, vol. 1, p. 17-18

DOORENBOS, J. e KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H.R.Gheyi. Campina Grande: UFPB, 1994

FEIO, M. **Clima e agricultura**. Lisboa: [s.n.], 1991

GALINA, M.H. **Mudanças climáticas de curto prazo: tendência dos regimes térmicos e hídricos e do balanço hídrico nos municípios de Ribeirão Preto, Campinas e Presidente Prudente (SP) para o período de 1969-2001**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) IGCE – UNESP. Rio Claro

GALVANI, E. et al. Tendência mensal e anual das chuvas em Piracicaba-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997. **Anais**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p.277-279

GREGORY, S. **Recent climatic change**. Londres: Bethaven Press. 1988

GUERRA, J.R. e CARAMORI, P.H. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cultura do trigo no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, vol. 1, p. 579-580

HOUGHTON, R.A. e WOODWELL, G.M. Cambio climático global. **Investigacion y Ciencia**. Barcelona, n. 153, p. 8-17, 1989

JONES, P.G. e THORNTON, P.K. The potencial impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. **Global Environmental Change**. Vol. 13, p. 51-59, 2003

KUMAR e PARIKH. Indian agriculture and climate sensitivity. **Global Environmental Change**. Vol. 11, p. 147-154, 2001

LAMB, H.H. **Climate history and the modern world**. New York: Methuen. 1982

LAMB, H.H. **Weather, climate and human affairs**. Londres: Routledge. 1988

LOMBARDO, M.A. Mudanças climáticas recentes e ação antrópica. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, vol. 8, p. 29-34, 1994

MAIA, D.C. **Variabilidade climática e a produtividade do milho em espaços paulistas**. 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) IGCE – UNESP. Rio Claro

MANDELLI, F. et al. El Niño / La Niña no rendimento e na qualidade da uva no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, vol. 1, p. 561-562

MARIANO, Z.F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia) IGCE/UNESP. Rio Claro

MATZENAUER, R. e ANJOS, C.S. Disponibilidade hídrica para a cultura da soja em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, vol. 1, p. 375-376

MENDES, B.C. Mudanças **climáticas no estado de São Paulo**: comportamento dos parâmetros térmicos e hídricos dos municípios de Jaú e Ribeirão Preto, no período de 1955 a 1997. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) IGCE/UNESP. Rio Claro

MONTEIRO, C.A. de F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil**. São Paulo: IGEOG/USP, série Teses e Monografias, n. 1, 1969

MONTEIRO, C.A. de F. **Dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo** (estudo geográfico sob a forma de Atlas). São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 1973

MOTA, F.S. Influência do clima sobre o rendimento do trigo no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997. Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: ESALQ, 1997, p.52-54.

MOTA, F.S. **Meteorologia Agrícola**. 7ª edição. São Paulo: Nobel. 1986

MOTA, F.S. Tendência temporal do índice de seca para milho e soja no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, vol. 2, p. 83-85, 1994

NUNES, L.H. Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global. **Terra Livre**. São Paulo, ano 19, vol. 1, n. 20, p. 101-110, jan/jul 2003

OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981

PACIORNIK, N. Mudança global do clima: repercussões globais, regionais e locais. **Terra Livre**. São Paulo, ano 19, vol. 1, n. 20, p. 127-135, jan/jul 2003

PARRY, M. **Climate change and world agriculture**. London: Earthscan Publication Limited. 1990

PRATES, J.E. et al. Clima e produção agrícola. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, vol. 12, n. 138, p. 18-30, 1986

PRODUÇÃO da soja no Estado do São Paulo, por Regional Agrícola. Disponível em : www.iea.sp.gov.br. Acesso em 2003

PONÇANO, W.L. et al. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, vol. 1 e 2, 1981

RAMPINO, M.R. et al. **Climate: history, periodicity and predictability**. New York: Columbia University, 1987

ROLIM, G.S. et al. **Balanço hídrico mensal e sequencial por Thornthwaite e Mather (1955)**. Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas/ESALQ/USP. 2002 (software versão 6.3)

RONCATO, R.A. **Variabilidade e tendência climática na região de Campinas (SP) e sua relação com o uso do solo**. 2002. Tese (Doutorado em Geografia) IGCE/UNESP. Rio Claro

ROSENZWEIG, C. e HILLEL, D. Potencial impacts of climate change on agriculture and food supply. **Consequences**. Vol. 1, n. 2, 1995

SANT'ANNA NETO, J.L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência na perspectiva da análise geográfica**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia) FFLCH – USP. São Paulo

SANT'ANNA NETO, J.L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**. São Paulo, ano 19, vol. 1, n. 20, p. 51-63, jan/jul 2003

SANT'ANNA NETO, J.L. e ZAVATINI, J.A. (org.) **Variabilidade e mudanças climáticas: Implicações ambientais**. Maringá: Eduem, 2000

SANTOS, M.J.Z. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo. **Geografia**. Rio Claro, vol. 21, n. 2, p. 111-171, 1996

SANTOS, M.J.Z. Variabilidade climática e produção agrícola. In: SANT'ANNA NETO, J.L. e ZAVATINI, J.A. (org.) **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais**. Maringá: Eduem, 2000

SANTOS, M.J.Z. **A importância da variação do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba – SP**. 1975. Dissertação (Mestrado em Geografia) FFLCH – USP. São Paulo

SANTOS, M.J.Z. **Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção da cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros do Estado de São Paulo**. 1981. Tese (Doutorado em Geografia) FFLCH – USP. São Paulo

SANTOS, M.J.Z. **Variabilidade e tendência das chuvas e sua relação com a produção agrícola na região de Ribeirão Preto – SP**. 1992. Tese (Livre Docência em Geografia) IGCE – UNESP. Rio Claro

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Agricultura. **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Agricultura. 1974

SCHROEDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. **Bragantia**. Campinas. vol. 15, n. 18, p.193-249, 1956

SENTELHAS, P.C. et al. **Um século de desmatamento: efeitos no regime térmico, pluvial e no balanço hídrico em Campinas – SP**. Santa Maria, Revista Brasileira de Agrometeorologia, vol. 2, p. 99-103, 1994

SÉRIE histórica da produção da soja no Brasil, por Região, nas safras de 1990/91 a 2004/05. Disponível em : < www.conab.gov.br >. Acesso em 2005

SETZER, J. A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro. n. 1, p. 3-70, 1946

SILVA, G.L.S.P. et al. **Efeito das condições do tempo sobre a produtividade da soja no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. 1987a

SILVA, G.L.S.P. et al. **Efeito das condições do tempo sobre a produtividade do algodão no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. 1987b

SILVA, G.L.S.P. et al. **Efeito das condições do tempo sobre a produtividade do milho no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. 1987c

SIQUEIRA, O.J.F. et al. Potencial effects of global climate change for brasilian agriculture and adaptive strategies for wheat, maize and soybean. Santa Maria. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, vol.2, p. 115-129, 1994

SMITHERS, J. ; SMIT, B. Human adaptation to climatic variability and change. **Global Environmental Change**. vol. 7, n. 2, p. 129-146, 1997

SWART, S. **Mudanças climáticas e planejamento regional nos setores da Depressão Periférica e Planície Litorânea do Estado de São Paulo**: comportamento dos parâmetros térmicos e hídricos no período de 1955 a 1997. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) IGCE/UNESP. Rio Claro

TARIFA, J.R. **Sucessão dos tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista**. São Paulo: IGEOG – USP. Série Tese e Monografias, n. 8, 1973

TAVARES, A C. **Variabilidade e Mudança Climática**. 2001. Tese (Livre Docência em Geografia) IGCE – UNESP. Rio Claro

TAVARES, A C. Mudanças Climáticas. In: VITTE, A C. e GUERRA, A J.T. (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. cap. 2, p. 49-88. 2003

TAVARES, R. e TARIFA, J.R. A climatologia como indicador ambiental em Sorocaba – SP. **Revista Brasileira de Ecologia**. vol. 1, p. 126-130, 1997

TETILA, J.L.C. **Ritmo pluviométrico e o cultivo da soja**: uma análise geográfica aplicada ao sul do Mato grosso do Sul. 1983. Dissertação (Mestrado em Geografia) FFLCH-USP. São Paulo

VERÍSSIMO, M.E.Z. Algumas considerações sobre o aquecimento global e suas repercussões. São Paulo. **Terra Livre**. ano 19, vol. 1, n. 20, p. 137-143, jan/jul 2003

VICENTE, J.R, et al. Adversidades climáticas: estimativas de perda de safras no Estado de São Paulo e respostas governamentais. São Paulo. **Agricultura em São Paulo**. vol. 35, n. 1, p. 149-171, 1988

VILELA, R.J. Variações climáticas anuais e produção agrícola. São Paulo. **Caderno de Ciências da Terra**. n. 34, 1973

VOLPE, W.L. et al. **Estatística Básica** – Apostila. Rio Claro: IGCE-UNESP. 1995

WADSTED, O.G. O clima e a economia: análise de algumas culturas no Estado de São Paulo. Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Economia**. vol. 37, n. 2, p. 225-244, 1983

ZAMPIERI, S.L. e VERDINELLI, M.A. Efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade da cultura do milho na Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 12 e 3, 2001, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. 2001, p. 547-548

ZAVATINI, J.A. **Variação no ritmo pluvial no oeste de São Paulo e norte do Paraná: eixo Araçatuba - Presidente Prudente** – Londrina. 1983. Dissertação (Mestrado em Geografia) FFLCH – USP. São Paulo