

SÍLVIO NOLASCO DE OLIVEIRA NETO

**CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DO TERRITÓRIO BRASILEIRO
LOCALIZADO ENTRE 16 E 24° LATITUDE SUL E
48 E 60° LONGITUDE OESTE – UMA ABORDAGEM CLIMÁTICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

Aos meus pais, José Carneiro e Crélia.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida e por mais esta vitória.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do Curso.

Aos professores Geraldo Gonçalves dos Reis e Maria das Graças Ferreira Reis, pela confiança, pela orientação, pelos ensinamentos e pela amizade durante meu treinamento de Pós-Graduação, em nível de doutoramento.

Aos professores José Maria Nogueira da Costa e Helio Garcia Leite, pelas orientações e sugestões apresentadas na elaboração da tese.

Aos professores membros da banca examinadora, Ricardo Frederico Euclides e Liovando Marciano da Costa, pelas sugestões finais.

À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior), à FAPEMIG (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro.

Às instituições que forneceram os dados climáticos, imprescindíveis para a realização deste trabalho, dentre elas: ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), DAEE-SP (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), DMHP (Direção de Meteorologia e Hidrologia do Paraguai), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Pesquisa

Agropecuária do Pantanal), IAC (Instituto Agrônômico de Campinas), IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Estado do Paraná).

Ao Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por intermédio de seu chefe, professor Jorge Mitiyo Maêda, e também do professor Paulo Sérgio dos Santos Leles, pelas valiosas colaborações na fase final da conclusão do Curso.

Ao professor Ismael Eleotério Pires, pela participação e colaboração no exame de qualificação, e também pelos ensinamentos, pelos conselhos e pela amizade ao longo de minha vida acadêmica na UFV.

Aos “colegas de república”, João José, José Franklim Chichorro, Rinaldo Caraciolo, Ricardo Pereira, Gustavo Duda e José Eduardo Pezzopane, pela amizade e pelo companheirismo nos momentos difíceis e, também, naqueles de descontração e alegria.

A toda equipe do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, pela amizade e pela alegre convivência, em especial a José Eduardo Macedo Pezzopane, pelas constantes e valiosas colaborações na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, em especial a Ritinha, José Mauro e Francisco, pelas constantes colaborações.

À minha família e aos meus familiares que me apoiaram, em especial aos tios Walter e Irinéa, pela presteza e também pelas palavras amigas e incentivadoras, durante minha passagem em Viçosa.

BIOGRAFIA

SÍLVIO NOLASCO DE OLIVEIRA NETO, filho de José Carneiro de Oliveira e Crélia Fernandes de Oliveira, nasceu na cidade de Senador Firmino-MG, em 2 de dezembro de 1965.

Cursou o 1^o grau no Colégio Estadual “Professor Cícero Torres Galindo”, em Senador Firmino-MG, e o 2^o grau no Colégio Universitário da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Em novembro de 1991, graduou-se em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa, onde também realizou o Curso de Mestrado em Ciência Florestal.

Em março de 2000, após aprovação em concurso público em março de 1998, foi contratado como professor pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para atuar no Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1	7
ESTIMATIVA DE TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA PARA FINS DE CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA	7
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1. Temperatura mínima	15
3.2. Temperatura média	17
3.3. Temperatura máxima	22
4. CONCLUSÕES	28

	Página
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2	31
INFLUÊNCIA DO NÚMERO E DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE LOCALIDADES COM DADOS CLIMÁTICOS NA ELABORAÇÃO DE CLASSIFICAÇÕES ECOLÓGICAS	31
1. INTRODUÇÃO	31
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1. Obtenção de dados	35
2.2. Interpretação dos dados	38
2.3. Análise estatística	40
2.4. Comparação entre os métodos de classificação utilizando diferentes intensidades de localidades com dados climáticos	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CAPÍTULO 3	53
CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DO TERRITÓRIO BRASILEIRO LOCALIZADO ENTRE 16 e 24° LATITUDE SUL E 48 e 60° LONGITUDE OESTE - UMA ABORDAGEM CLIMÁTICA	53
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1. Localização e caracterização da região de estudo	57
2.2. Seleção das variáveis	60
2.3. Obtenção dos dados	62
2.4. Divisão da área de estudo	63
2.5. Interpolação dos dados	66
2.6. Análises estatísticas	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
3.1. Interpolação dos dados	70
3.2. Análise fatorial	71

	Página
3.2.1. Índice térmico de altitude e balanço hídrico (ITABH)	72
3.2.2. Índice da distribuição de precipitação e da evapotranspiração de verão (IDPEV)	75
3.2.3. Índice da umidade relativa (IUR)	76
3.3. Análise de agrupamento e análise discriminante	76
3.4. Delimitação e descrição das regiões ecológicas	79
3.4.1. Região ecológica 1	84
3.4.2. Região ecológica 2	85
3.4.3. Região ecológica 3	87
3.4.4. Região ecológica 4	90
3.4.5. Região ecológica 5	92
3.4.6. Região ecológica 6	94
3.4.7. Região ecológica 7	95
3.5. Análise crítica da classificação obtida em relação ao zoneamento ecológico de Golfari	97
4. CONCLUSÕES	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE	108

LISTA DE QUADROS

Página

CAPÍTULO 1

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Coefficientes das equações para estimar as temperaturas mínimas, mensais e anual, e os respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste | 16 |
| 2 | Coefficientes das equações para estimar as temperaturas médias, mensais e anual e os respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste | 20 |
| 3 | Coefficientes das equações para estimar as temperaturas máximas, mensais e anual, e os seus respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste | 24 |

CAPÍTULO 2

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Valores interpolados mínimos, médios e máximos, das variáveis climáticas analisadas para cada uma das regiões ecológicas delimitadas para o território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste, oriundos de 60 estações meteorológicas | 44 |
|---|---|----|

2	Valores interpolados mínimos, médios e máximos das variáveis climáticas, para cada uma das regiões ecológicas delimitadas para o território brasileiro localizado entre as latitudes de 16 e 24° sul e as longitudes de 48 e 60° oeste, oriundos de 60 estações meteorológicas acrescidas de 414 postos pluviométricos	45
---	--	----

CAPÍTULO 3

1	Número de colunas, linhas e células que constituem cada um dos cinco blocos em que foi subdividida a área de estudo, para fins de interpolação	71
2	Resultado da análise fatorial, incluindo os fatores depois da rotação e as respectivas comunalidades e cargas fatoriais para cada variável utilizada na classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 20° latitude sul e entre 48 e 60° longitude oeste	73
3	Número de indivíduos que compunham inicialmente cada um dos grupos definidos pela análise de agrupamentos	77
4	Síntese da classificação dos indivíduos fornecida pela análise discriminante. Os números em parênteses representam a porcentagem de células realocadas, ou mantidas nos respectivos grupos, calculadas em relação aos totais de indivíduos inicialmente incluídos em cada grupo	78
5	Valores interpolados mínimos, médios, máximos e amplitude das 29 variáveis climáticas e de altitude, para cada uma das sete regiões ecológicas do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste	81

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

1	Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) localizados entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste	13
2	Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura mínima para os meses de janeiro a agosto ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$) ..	18
3	Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura mínima para os meses de setembro a dezembro e da média anual ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$)	19
4	Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperaturas médias mensais e anual ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$)	23
5	Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura máxima dos meses de janeiro a junho ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$)	26
6	Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura máxima dos meses de julho a dezembro e da média anual ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$)	27

CAPÍTULO 2

1	Distribuição espacial das estações meteorológicas localizadas entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste	36
2	Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) utilizados para a classificação ecológica do território brasileiro situado entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste	37
3	Divisão da área de estudo em blocos (linhas contínuas grossas) para interpolação, apresentando áreas de acréscimo de 1° (linhas tracejadas – blocos 2 e 5)	39
4	Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste, com base em dados de precipitação média anual, temperatura mínima média anual, temperatura média anual e temperatura máxima média anual, oriundos de 60 estações meteorológicas	44
5	Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre as latitudes de 16 e 24° sul e as longitudes de 48 e 60° oeste, com base em dados de precipitação média anual, temperatura mínima média anual, temperatura média anual e temperatura máxima média anual, oriundos de 60 estações meteorológicas acrescidas de 414 postos pluviométricos	45

CAPÍTULO 3

1	Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) utilizados para a classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste	64
2	Divisão da área de estudo em blocos (linhas contínuas grossas) para interpolação, apresentando áreas de acréscimo de um grau (linhas tracejadas – blocos 2 e 5)	65
3	Regiões ecológicas delimitadas no território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste	80
4	Regiões bioclimáticas definidas por GOLFARI et al. (1978), para a área de estudo do presente trabalho	98

RESUMO

OLIVEIRA NETO, Sílvio Nolasco de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2000. **Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste – Uma abordagem climática.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Conselheiros: Maria das Graças Ferreira Reis e Hélio Garcia Leite.

No presente estudo foram utilizados dados climáticos oriundos de 60 estações meteorológicas e 414 postos pluviométricos. Para as localidades onde existiam somente postos pluviométricos, foram ajustados modelos de regressão, visando estimar as temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anuais, tendo como variáveis independentes a latitude, a longitude e a altitude. Com o objetivo de comparar a influência da densidade de localidades com os dados climáticos nos trabalhos de classificação ecológica, foi realizada uma classificação com base em dados de precipitação média anual e temperaturas mínima, média e máxima anual, utilizando somente os dados das 60 estações meteorológicas, que foram comparados com os dados destas estações acrescidos dos 414 postos pluviométricos. O aumento do número de localidades com disponibilidade de dados climáticos evidenciou maior sensibilidade na delimitação de regiões ecológicas. A classificação ecológica final foi realizada mediante o uso de 30 variáveis climáticas, para um total de 474 localidades. A

área de estudo foi dividida em cinco blocos, para que, em seguida, fossem efetuadas interpolações numéricas das variáveis, gerando uma nova estrutura (*raster*), com dados em forma de quadriculas (células) de 15,8 x 15,8 km, totalizando 4.704 células. Os valores interpolados das 30 variáveis climáticas foram submetidos à análise fatorial, gerando três fatores, que apresentaram 86,75% de explicação acumulada dos valores originais. As variáveis com carga fatorial igual ou superior a 0,7 foram utilizadas para gerar três composições lineares, cujos valores resultantes foram utilizados para as análises de agrupamento e discriminante. A classificação ecológica realizada com valores interpolados de altitude e de 30 variáveis climáticas permitiu que a região fosse delimitada em sete regiões ecológicas, identificadas por meio de valores mínimo, médio e máximo, de cada variável utilizada, além de informações complementares sobre sua geomorfologia e vegetação.

ABSTRACT

OLIVEIRA NETO, Sílvio Nolasco de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, October 2000. **Ecological classification of the Brazilian territory located between the latitude 16 and 24° South and the longitude 48 and 60° West – A climatic approach.** Adviser: Geraldo Gonçalves dos Reis. Committee members: Maria das Graças Ferreira Reis and Helio Garcia Leite.

An ecological classification of the Brazilian territory located between the latitude 16 and 24° South and the longitude 48 and 60° West was undertaken by using altitude and climatic variables such as air temperature, precipitation, relative humidity and Thornthwaite's indices. The climatic variables were obtained from 60 meteorological stations and 414 pluviometric stations. Regression equations based on altitude, latitude and longitude were adjusted to estimate monthly and annual minimum, medium and maximum temperatures for the 414 localities which had only precipitation data, with the purpose to enlarge the climatic database. The ecological classification using data from 60 meteorological stations was compared with that obtained by using data of the 60 meteorological stations in addition to 414 pluviometric stations to evaluate the influence of number and geographic distribution of climatic data source on the precision of ecological regions delimitation. This comparison was undertaken by using only the mean annual precipitation and the annual mean, maximum and

minimum temperature. The ecological classification based on larger number of localities with climatic data exhibited greater sensibility in the delimitation of ecological regions. The final ecological classification for the studied region involved data of 30 climatic variables from 474 localities. The studied area was subdivided into five blocks which were subdivided into cells of 15.8 x 15.8 km for data interpolation. The resulting interpolated data were submitted to a factorial analysis generating three factors which corresponded to 86.75% of cumulative explanation of the variance of the original data. The variables with loadings greater than 0.7 were used to generate three linear composition to obtain the data for further cluster and discriminant analyses. The ecological classification using interpolated altitude and climatic variables allowed the delimitation of the studied area into seven ecological regions. Each region was described based on minimum, medium and maximum value of each variable used in the classification system, in addition to information on geomorphology and vegetation.

1. INTRODUÇÃO

O uso de recursos florestais tem sido importante para geração de riquezas para a humanidade. Por esta razão, dentre outras, o homem domesticou certas espécies florestais e procura cultivá-las em ambientes mais específicos. Desta forma, torna-se possível obter rendimentos quantitativos e qualitativos satisfatórios, de acordo com as condições potenciais do meio ambiente.

Na tentativa de compreender e dominar os complexos sistemas naturais que interferem em suas atividades, o homem tem buscado diferentes mecanismos para delimitar áreas físicas, embasado na teoria da regionalização. Considerando que a delimitação de regiões é um processo de classificação, os métodos de classificação ecológica se apresentam como ferramenta promissora para o planejamento de uso dos recursos naturais e de implantação de culturas agrícolas e florestais (REYNOLDS, 1956).

Os fatores climáticos são considerados, por vários autores, os de maior influência na distribuição e no desenvolvimento da vegetação, tomando-se, na maioria das vezes, o componente principal em estudos de classificação e zoneamentos (GOLFARI et al., 1978; BOOTH e JOVANOVIĆ, 1988; JEFFREE e JEFFREE, 1994; MACKEY, 1993, 1994; GERDING e SCHLATTER, 1995; SCHLATTER e GERDING, 1995; LINDENMAYER et al., 1996; MACKEY et al., 1996).

Pesquisas referentes ao estudo de classificação ecológica vêm sendo realizadas em diversas regiões do mundo, mediante o uso de várias metodologias. **que** estão sendo aprimoradas ao longo do tempo. No Brasil, em razão da diversidade de condições ambientais e da ampla vocação para atividades agrícolas e florestais, trabalhos de classificação ecológica são essenciais no planejamento de tais atividades. Neste sentido, após ampla utilização das classificações climáticas de Köppen e de Thornthwaite e do zoneamento ecológico realizado por GOLFARI (1975) e GOLFARI et al. (1978), dentre outros, novos trabalhos são essenciais para suprir a necessidade de novas informações, bem como de novas tecnologias e conhecimentos científicos, incluindo a disponibilidade de dados climáticos atualizados em maior quantidade, para facilitar o planejamento agrícola e florestal.

Nos últimos dez anos, uma nova metodologia de classificação ecológica vem sendo proposta para o território brasileiro. Nesta metodologia destaca-se o uso de maior número de variáveis climáticas, comparado ao dos métodos anteriores, aliado a processos de interpolação numérica e métodos estatísticos multivariados (MARTINS et al., 1992a,b; ACOSTA, 1997; MOREIRA, 1997; TRISTÃO et al., 1997; ANDRADE, 1998; ANDRADE et al., 1999, 2000; REIS et al., 1993, 1999).

Apesar dos avanços observados na metodologia dos trabalhos de classificação ecológica no Brasil, algumas vezes são encontradas limitações no que diz respeito à disponibilidade de dados climáticos para determinadas regiões. Estas limitações, quando não superadas, podem comprometer o resultado dos trabalhos de caracterização das áreas de estudo. Sendo assim, ao elaborar uma classificação, utilizando dados climáticos, uma etapa importante é a busca de dados que possam caracterizar o ambiente de maneira adequada. O uso de soluções alternativas, como estimar dados de temperatura para localidades que apresentam informações sobre precipitação pluviométrica (ACOSTA, 1997; MOREIRA, 1997), tem sido uma ferramenta de grande importância no desenvolvimento dessas classificações.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo elaborar uma classificação ecológica do território brasileiro localizado entre 16 e 24" latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. com base em dados climáticos provenientes de estações meteorológicas, postos pluviométricos e estimativas de dados de temperaturas mínima, média e máxima. mensais e anuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, V.H. **Classificação ecológica do Território Brasileiro situado ao Sul do paralelo 24° S - uma abordagem climática.** Viçosa: UFV, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a Leste do meridiano de 44" Oeste e ao Norte do paralelo 16" Sul – Uma abordagem climática.** Viçosa: UFV, 1998. 147p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. 1998.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 1. Interpolação de dados climáticos por aproximação numérica. **Revista Árvore.** Viçosa, v.23, n.1, p 23-32. 1999.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G., COSTA, L.M. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 3. Delimitação e caracterização de sub-regiões ecológicas a partir de variáveis biopedológicas. **Revista Arvore.** Viçosa, v.24, n.2, p.207-214. 2000.
- BOOTH, T.H., JOVANOVIĆ, T. Assaying natural climatic variability in some australian species with fuel wood and agroforestry potential. **Commonwealth Forestry Review,** Oxford. v.67, n.1, p.27-34. 1988.
- GERDING, V., SCHLATTER, J.E. Variables y factores del sitio de importancia para la productividad de *Pinus radiata* D. Don en Chile. **Bosque,** Valdivia. v.16, n.2, p.39-56, 1995.

- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal de Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L., CASER, R.L., MOURA, V.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série Técnica, 11).
- JEFFREE, E.P., JEFFREE, C.E. Temperature and the biogeographical distributions of species. **Functional Ecology**, Oxford. v.8, n.5, p.640-650. 1994.
- LINDENMAYER, D.B., MACKEY, B.G., NIX, H.A. The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia. **Australian Forestry**. Yarralumla, v.59, n.2, p.74-89. 1996.
- MACKEY, B.G. A spatial analysis of the environmental relations of rainforest structural types. **Journal of Biogeography**, Oxford. v.20, n.3, p.303-336. 1993.
- MACKEY, B.G. Predicting the potential distribution of rainforest structural types. **Journal Vegetation Science**, Knivsta, v.5, n.1, p.43-54. 1994.
- MACKEY, B.G., MCKENNEY, D.W., YANG, Y., McMAHON, J.P., HUTCHINSON, M.F. Site regions revisited: a climatic analysis of Hills' site regions for the province of Ontario using a parametric method. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v.26, n.6, p.333-354, 1996.
- MARTINS, S.V., REIS, M.G.F., ASPIAZÚ, C., PEREIRA, J.F. Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santo. **Revista Áwore**. Viçosa. v.16, n.3, p.262-271. 1992a.
- MARTINS, S.V., REIS, M.G.F., SOUZA, A.L., ASPIAZÚ, C., REIS, G.G. classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas. **Revista Áwore**, v.16, n.3, p:272-286. 1992b.
- MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24" de latitude Sul e 48 e 39°51' de longitude Oeste**. Viçosa: UFV, 1997. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. 1997.
- REIS, M.G.F., MARTINS, S.V., TRISTÃO, R.A., REIS, G.G., ASPIAZÚ, C., COSTA, L.M., SOUZA, A.L., EUCLYDES, R.F. Classificação ecológica para reflorestamento: uma nova metodologia. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO. 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. 7. 1993. Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS, 1993. p.225-227.

- REIS, M.G.F., ANDRADE, L.A., REIS, G.G., **SOUZA**, A.L. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 2. Delimitação e caracterização de regiões ecológicas a partir de variáveis climáticas. **Revista Ámore**, Viçosa, v.23, n.2, p.139-149, 1999.
- REYNOLDS, R.B. Statistical methods in geographical research. **Geographic Review**, v.46, p.129, 1956.
- SCHLATTER, J.E., GERDING, V. Método de clasificación de sitios para la producción forestal. ejemplo en Chile. **Bosque**, Valdivia, v.16, n.2, p.13-20, 1995.
- TRISTÃO, R.A., REIS, M.G.F., COSTA, L.M., **SOUZA**, A.L. Classificação ecológica de uma região do Estado de Minas Gerais: **uma** abordagem biopedológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.201-212, 1997.

CAPÍTULO 1

ESTIMATIVA DE TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA PARA FINS DE CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA

1. INTRODUÇÃO

O uso adequado da terra em projetos agrícolas e florestais tem sido objeto de estudo, às vezes requerendo informações de muitas áreas do conhecimento. Neste planejamento, dentre outros, informações sobre o ambiente são de fundamental importância, uma vez que o sucesso desses projetos depende da capacidade de atender às exigências ecofisiológicas das plantas. Para isto, a elaboração de uma classificação ecológica dos sítios de implantação de culturas torna-se relevante.

Uma classificação ecológica com base em dados climáticos, para fins de planejamento do uso do solo em determinada região, requer a disponibilidade de dados em quantidade suficiente para caracterizar, de modo satisfatório, as condições climáticas daquela área. No Brasil, a escassez de pontos de observações climáticas pode comprometer o uso de variáveis climáticas para estudos de classificação ecológica e, ou, de estimativa da produção agrícola e florestal. PEDRO JÚNIOR et al. (1991) relataram que, para o Estado de São

Paulo, a rede de estações meteorológicas com disponibilidade de dados de temperatura do ar é insuficiente quando se pretende caracterizar a variação térmica de uma região.

Os dados climáticos podem ser obtidos de estações meteorológicas e de postos meteorológicos. As estações meteorológicas podem fornecer dados como precipitação, umidade relativa, temperaturas mínima, média e máxima, insolação, nebulosidade e pressão atmosférica. Essas estações encontram-se em número reduzido, por causa de seu elevado custo, e às vezes estão distribuídas de maneira inadequada. Os postos meteorológicos são mais disponíveis, por exigirem menores investimentos e mão-de-obra menos qualificada, uma vez que fornecem apenas dados de precipitação. Estes dados, na maioria das vezes, são insuficientes quando utilizados isoladamente, porém juntos apresentam valor complementar, especialmente aqueles referentes à temperatura.

Equações de regressão permitem estimar as temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anuais, em função da longitude, latitude e altitude de determinada localidade, com um aceitável grau de precisão (PEDRO JÚNIOR et al., 1991). Este elemento climático é considerado o mais importante e sensível entre as variáveis atmosféricas, influenciando marcadamente o crescimento e o desenvolvimento de plantas economicamente cultivadas (COELHO et al., 1973), bem como o tipo de vegetação natural de determinada região (JEFFREE e JEFFREE, 1994).

Diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de obter equações de temperatura para localidades desprovidas de estações meteorológicas, em diferentes regiões do Brasil. Para o Estado de Minas Gerais, COELHO et al. (1973) avaliaram dois modelos de regressão para temperatura média, sendo um modelo em função da altitude e latitude do local, e o outro em função da altitude, latitude e longitude. Os autores concluíram que, com os dados utilizados, as temperaturas estimadas, considerando a longitude, a latitude e a altitude do local, deram melhores resultados. Para o Estado do Piauí, LIMA e RIBEIRO (1998) desenvolveram trabalho semelhante e verificaram que a latitude e a longitude contribuíram muito pouco para estimar as temperaturas mínima, média e

máxima, quando comparadas com a altitude. PINTO et al. (1972) ajustaram modelos de regressão para temperaturas médias, mensais e anual, para o Estado de São Paulo, e observaram elevados valores de coeficiente de determinação das equações, concluindo que, para esse Estado, existe correlação significativa entre a variação de temperatura e a latitude e altitude. Mais tarde esse estudo foi complementado pelo trabalho de PEDRO JÚNIOR et al. (1991), que ajustaram modelos para temperaturas mínima e máxima em função, também, da altitude e da latitude. Utilizando dados com períodos de no mínimo dez anos de observação, esses autores verificaram, para os meses de inverno, menores valores de R^2 para temperaturas mínimas. Entretanto, os autores ressaltam que estimativas obtidas por meio destas equações não são aplicáveis às áreas litorâneas e ao Vale do Ribeira, por causa da acentuada influência oceânica no comportamento climático dessas regiões. FERREIRA et al. (1971) ajustaram modelos para temperatura média, em função da altitude e latitude, para o Estado do Rio Grande do Sul, exceto para a região costeira. Os autores não observaram correlação significativa dos dados de temperatura média com a altitude e a latitude na região litorânea do Estado. Modelos para temperaturas decenais, mínima, média e máxima, foram ajustados para o Estado de Goiás, por LUIZ e SILVA (1995), utilizando dados diários de temperaturas mínima, média e máxima de nove estações meteorológicas localizadas no Estado. Os modelos, utilizando altitude e latitude como variáveis independentes, foram considerados satisfatórios para o estudo, tendo sido observados menores valores de R^2 para os meses mais frios e secos do ano.

Considerando o efeito termorregulador dos oceanos sobre a temperatura do ar na região litorânea, FEITOZA et al. (1979) desenvolveram estudos semelhantes de ajustes de modelos de regressão para temperatura, para o Estado do Espírito Santo. Os autores testaram, além das variáveis citadas, a variável “distância da costa”. Os resultados mostraram que, para a região litorânea do Estado, os modelos que incluíram esta variável resultaram em estimativas mais precisas para a temperatura média do ar, de outubro a fevereiro e de maio a julho. Para a região continental, apenas as variáveis altitude e latitude contribuíram

significativamente, nos meses de maio e junho, enquanto para os outros meses e para a estimativa anual a variável distância da costa resultou em maior contribuição para estimar a temperatura. FERREIRA et al. (1974) mencionam a superioridade do efeito da continentalidade, quando comparado com a latitude, sobre a temperatura no Estado de Santa Catarina, entretanto encontraram regressões significativas para a temperatura média, utilizando como variáveis independentes, apenas a altitude e a longitude.

Modelos de regressão foram ajustados para estimar as temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anuais, do território brasileiro situado ao sul do paralelo 24°S (ACOSTA, 1997) e da área situada entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39°51' de longitude oeste (MOREIRA, 1997), em razão da insuficiência de dados climatológicos para essas regiões. A estimativa dos dados de temperatura feita por esses autores foi usada para locais que possuem informações de postos pluviométricos. Os dados de temperatura estimados por eles foram utilizados para elaboração da classificação ecológica do território brasileiro, nas coordenadas citadas, consistindo na delimitação de regiões ecológicas com base nas variáveis climáticas.

No presente trabalho, modelos de regressão múltipla foram ajustados, visando obter estimativas de temperaturas mínima, média e máxima, com a finalidade de aumentar a rede de dados climáticos, para fins de interpolação de dados e posterior uso para elaboração de classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido para a área do território brasileiro situada entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. Para melhorar as estimativas de dados de temperatura, foram utilizados dados de estações localizadas até 1° de distância fora do limite da referida área. Esta expansão no limite da área de estudo também foi utilizada por ACOSTA (1997) e MOREIRA (1997). Os dados mensais e anuais de temperaturas mínima, média e máxima utilizados para ajuste dos modelos foram oriundos de 60 estações meteorológicas localizadas no território brasileiro, entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste (Figura 1). As estações meteorológicas utilizadas foram oriundas da rede do INMET (31), do IAC (12), do IAPAR (13) e da EMBRAPA (1).

As variáveis independentes utilizadas foram a longitude, a latitude e a altitude; o efeito quadrático da variável altitude também foi considerado, resultando no seguinte modelo linear múltiplo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{LONG}_i + \beta_2 \text{LAT}_i + \beta_3 \text{ALT}_i + \beta_4 \text{ALT}_i^2 + \varepsilon_i$$

em que

Y_i = temperatura (°C);

LONG_i = longitude, em graus e décimos;

LAT_i = latitude, em graus e décimos;
ALT_i = altitude, em metros;
β_i, com i = 0, 1, 2, 3 e 4 = parâmetros; e
ε_i = erro aleatório, ε ~ NID (0, σ²).

Para avaliação das equações, foram consideradas a análise dos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) e sua significância e a análise gráfica dos resíduos. Para as equações ajustadas que apresentaram o termo quadrático ALT² significativo, o componente linear (ALT) foi mantido na equação, mesmo quando não-significativo, desde que a equação ajustada apresentasse comportamento ligeiramente diferenciado ao incluir este termo linear.

Na busca de melhores resultados, os ajustes foram efetuados ao utilizar, em uma primeira etapa, toda a área como um único bloco, e, em uma segunda, dividiu-se a área de estudo em dois blocos, situados entre 15 e 20° (bloco 1) e 20 e 25° latitude sul (bloco 2) (Figura 1). A subdivisão da área em dois blocos foi empregada em razão de se ter constatado diferença marcante nos valores médios de temperatura entre eles. Esta metodologia foi, em parte, semelhante àquela utilizada por FEITOZA et al. (1979), na tentativa de ajustar modelos para temperatura média para o Estado do Espírito Santo. Os autores dividiram a área de estudo em região litorânea (40 km da costa com altitude inferior a 200 m) e região continental, representada pelo restante do Estado.

Após os ajustes dos modelos, foi aplicado o teste de identidade de modelos, conforme FREESE (1964), com o objetivo de avaliar a igualdade de equações entre os diferentes meses ou, quando necessário, entre os blocos. Aceitando-se a hipótese de similaridade estatística entre as equações (P < 0,05) dos diferentes blocos, efetuou-se o ajuste, considerando a área como um todo. Não havendo identidade entre as equações para os blocos 1 e 2, uma variável binária (TX) foi incluída no modelo, sendo considerado TX = 0 para o bloco 1 e TX = 1 para o bloco 2. Posteriormente, foi aplicado o teste de identidade de modelos, com o objetivo de avaliar a igualdade de equações entre os diferentes meses.

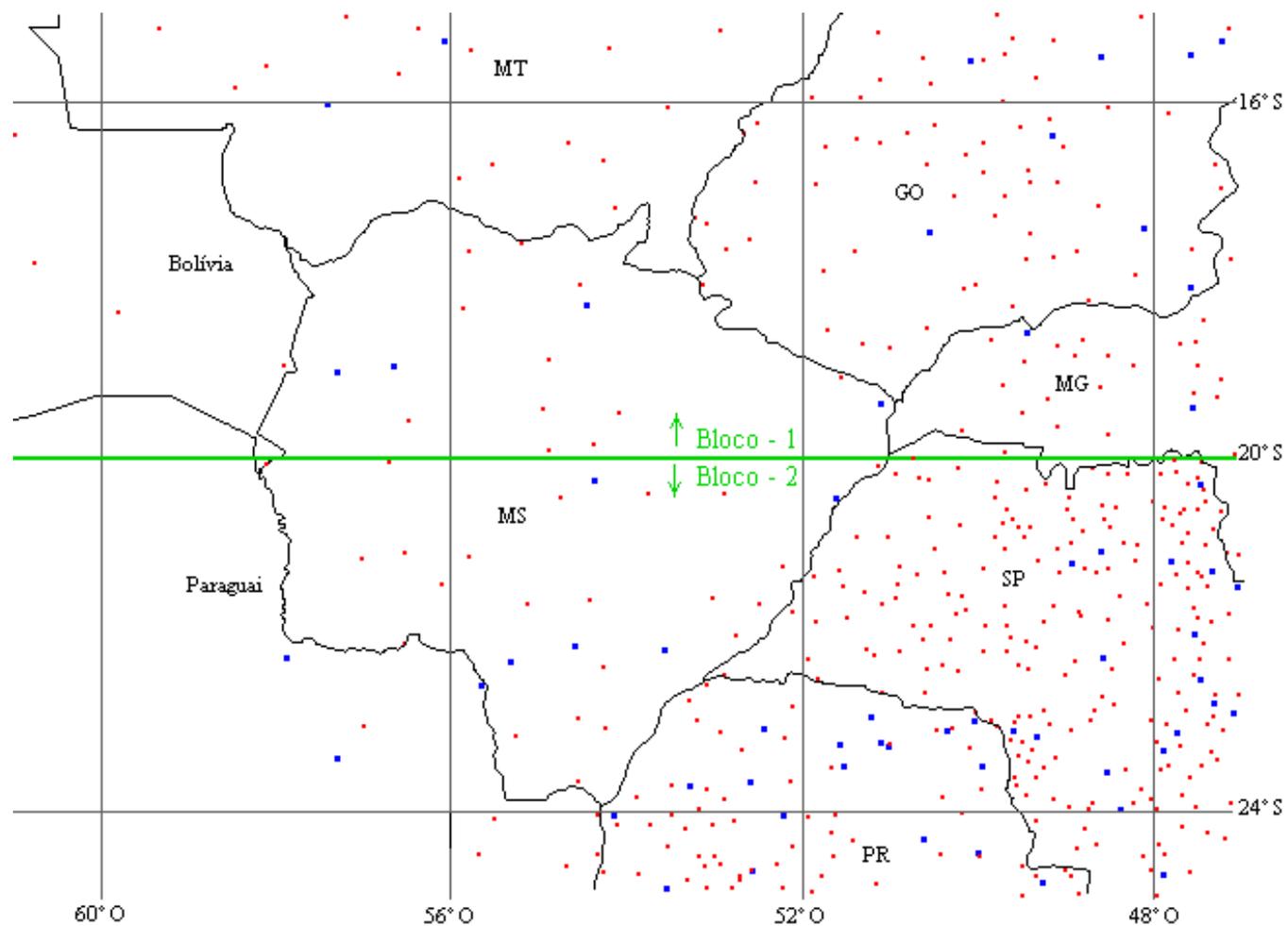


Figura 1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) localizados entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste.

As equações de regressão para temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anuais, foram utilizadas para estimar os valores destas variáveis para as localidades apresentadas na Figura 1, cujos dados pluviométricos foram obtidos com o objetivo de ampliar a base de dados para elaboração da classificação ecológica da região mencionada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Temperatura mínima

Os ajustes mais adequados para estimativas das temperaturas mínimas, mensais e anual, foram obtidos ao utilizar os dados da área como um todo. Os coeficientes das equações de regressão, com seus correspondentes coeficientes de correlação ajustados, estão apresentados no Quadro 1. Observa-se o efeito significativo, a 1% de probabilidade, dos componentes latitude e altitude para todos os meses e para a média anual.

O componente longitude foi não-significativo para os meses de março, agosto e setembro, enquanto para o mês de dezembro observou-se significância a 5% e para a média anual o efeito da longitude foi significativo a 1%. ACOSTA (1997) obteve resultados, em parte, semelhantes, ao ajustar modelos de regressão para estimar temperaturas mínima, média e máxima para a região do território brasileiro localizado ao sul do paralelo 24°S. O autor observou que a variável longitude foi não-significativa para a estimativa da temperatura mínima dos meses de março, junho e setembro e da média anual. Para o Estado de São Paulo, com exceção da região litorânea, PEDRO JÚNIOR et al. (1991) obtiveram equações para estimativa de temperatura mínima, mensal e anual, utilizando as variáveis independentes altitude e latitude.

Quadro 1 - Coeficientes das equações para estimar as temperaturas mínimas, mensais e anual, e os respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste¹

Período	Intercepto	LONG	LAT	ALT	\bar{R}^2
Jan./Fev.	20,268462**	+0,116324**	-0,172390**	-0,005011**	0,86
Mar.	28,009336**	n.s.	-0,266970**	-0,005797**	0,80
Abr.	21,669443**	+0,144432**	-0,438900**	-0,004390**	0,82
Mai.	19,565167**	+0,180013**	-0,553452**	-0,004043**	0,80
Jun./Jul.	17,775600**	+0,152603**	-0,524922**	-0,003303**	0,69
Ago.	28,023159**	n.s.	-0,569362**	-0,003929**	0,68
Set.	32,585293**	n.s.	-0,667806**	-0,004957**	0,81
Out.	24,813225**	+0,146433**	-0,582811**	-0,004373**	0,86
Nov.	23,813991**	+0,128309**	-0,435690**	-0,004764**	0,84
Dez.	22,536463**	+0,112427*	-0,293340**	-0,005029**	0,80
Anual	21,835360**	+0,123522**	-0,426963**	-0,004255**	0,83

¹ $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{LONG} + \beta_2 \text{LAT} + \beta_3 \text{ALT} + \beta_4 \text{ALT}^2$.

LONG = longitude.

LAT = latitude.

ALT = altitude.

n.s. = não-significativo.

* = significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

Os coeficientes de determinação ajustados variaram de 0,68 (agosto) a 0,86 (janeiro/fevereiro e outubro). Os menores valores foram aqueles referentes às equações dos meses de agosto (0,68) e junho/julho (0,69) e, provavelmente, são o resultado de uma grande variabilidade dos dados de temperatura mínima nesses meses, na região de estudo. Os valores obtidos no presente trabalho são superiores aos de MOREIRA (1997) e inferiores aos de ACOSTA (1997), que também encontraram menores valores de \bar{R}^2 para as equações de regressão para os meses de inverno. Tais resultados podem estar refletindo a maior ou menor variação deste elemento climático nas regiões de estudo. NIMER (1979), ao descrever a climatologia da Região Sudeste, coincidente com parte da área estudada por MOREIRA (1997), relatou a respeito da grande diversificação climática dessa região, atribuída, principalmente, ao regime de temperatura. PINTO et al. (1974) e PINTO e ALFONSI (1974), ao ajustarem modelos para temperatura mínima, para os Estados de São Paulo e Paraná, respectivamente,

encontraram menores valores de R^2 para os meses de inverno. Segundo PEDRO JÚNIOR et al. (1991), a existência de massas polares, nessa estação do ano, faz com que os efeitos dos fatores climáticos locais sejam sentidos de modo mais acentuado, destacando certas particularidades do efeito do relevo na criação de condições topoclimáticas individualizadas.

O teste de identidade de modelos foi não-significativo para os meses de janeiro e fevereiro e de junho e julho, implicando a aceitação da hipótese de que as equações são estatisticamente iguais ($P < 0,05$), o que indica que apenas uma equação pode ser utilizada para estimar a temperatura mínima para os dois meses mencionados.

A distribuição dos resíduos permitiu verificar que, de modo geral, as maiores diferenças entre os valores estimados e observados de temperatura mínima ocorreram nos meses de inverno (Figuras 2 e 3). Estas mesmas diferenças também foram observadas por PEDRO JÚNIOR et al. (1991), ao analisarem temperaturas para o Estado de São Paulo.

3.2. Temperatura média

Os coeficientes das equações de regressão ajustadas para estimar as temperaturas médias, mensais e anual, com seus respectivos coeficientes de determinação ajustados, utilizando os dados por bloco ou da área como um todo, dependendo dos resultados do teste de identidade, estão apresentados no Quadro 2.

Verifica-se que o componente longitude foi significativo, a 1% de probabilidade, apenas para o mês de dezembro, indicando, assim, pouco efeito desta variável sobre a estimativa da temperatura média da região estudada. O componente latitude não apresentou significância para os meses referentes ao verão, sendo, em contrapartida, significativa, a 1% de probabilidade, para os meses de abril a outubro, mostrando seu efeito sobre a temperatura média, nos meses que apresentam temperatura baixa. ACOSTA (1997) obteve significância, a 1% de probabilidade, para as variáveis independentes longitude, latitude e altitude, na estimativa de temperatura média anual, bem como para as mensais, à

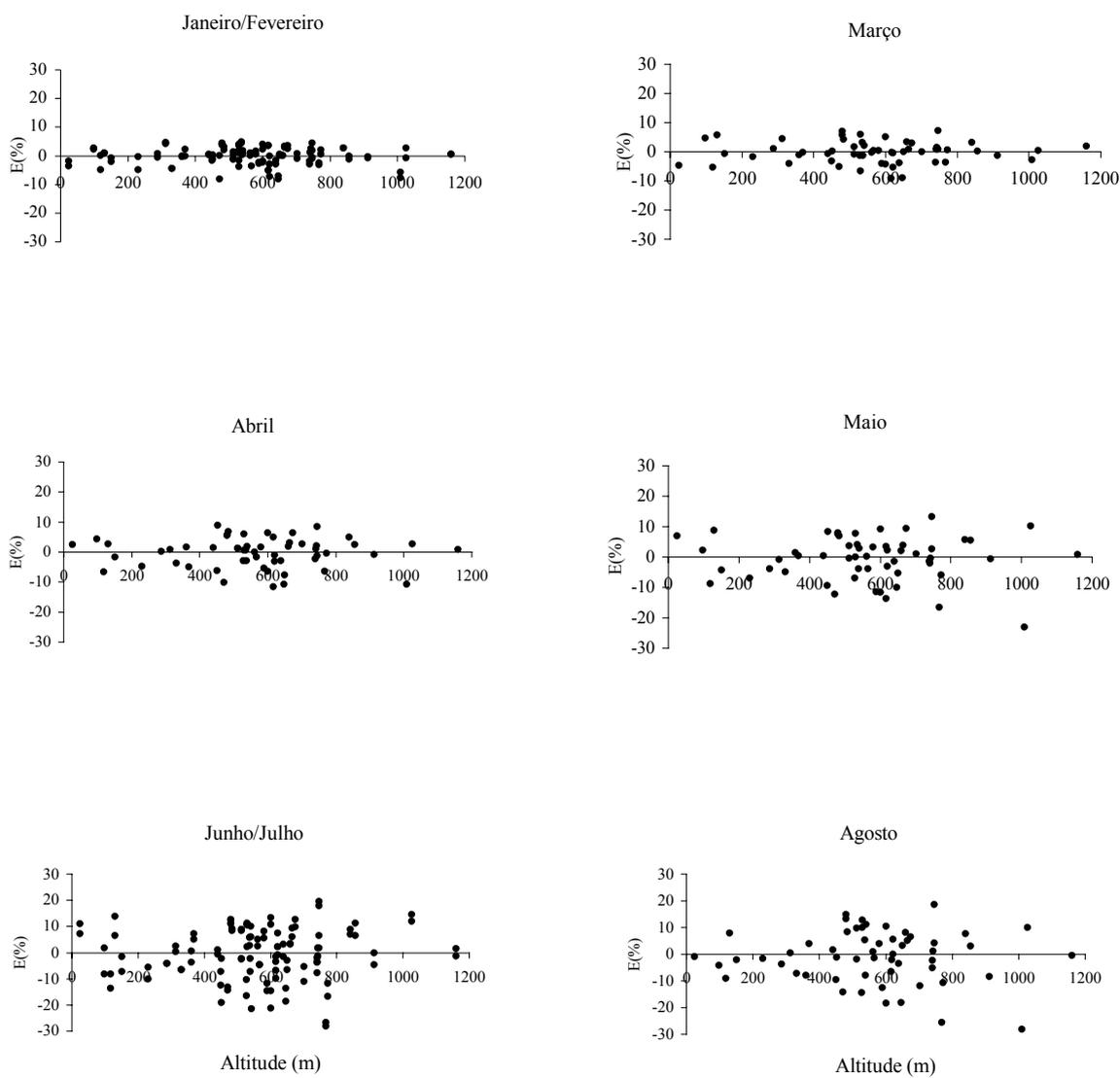


Figura 2 - Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura mínima para os meses de janeiro a agosto ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$).

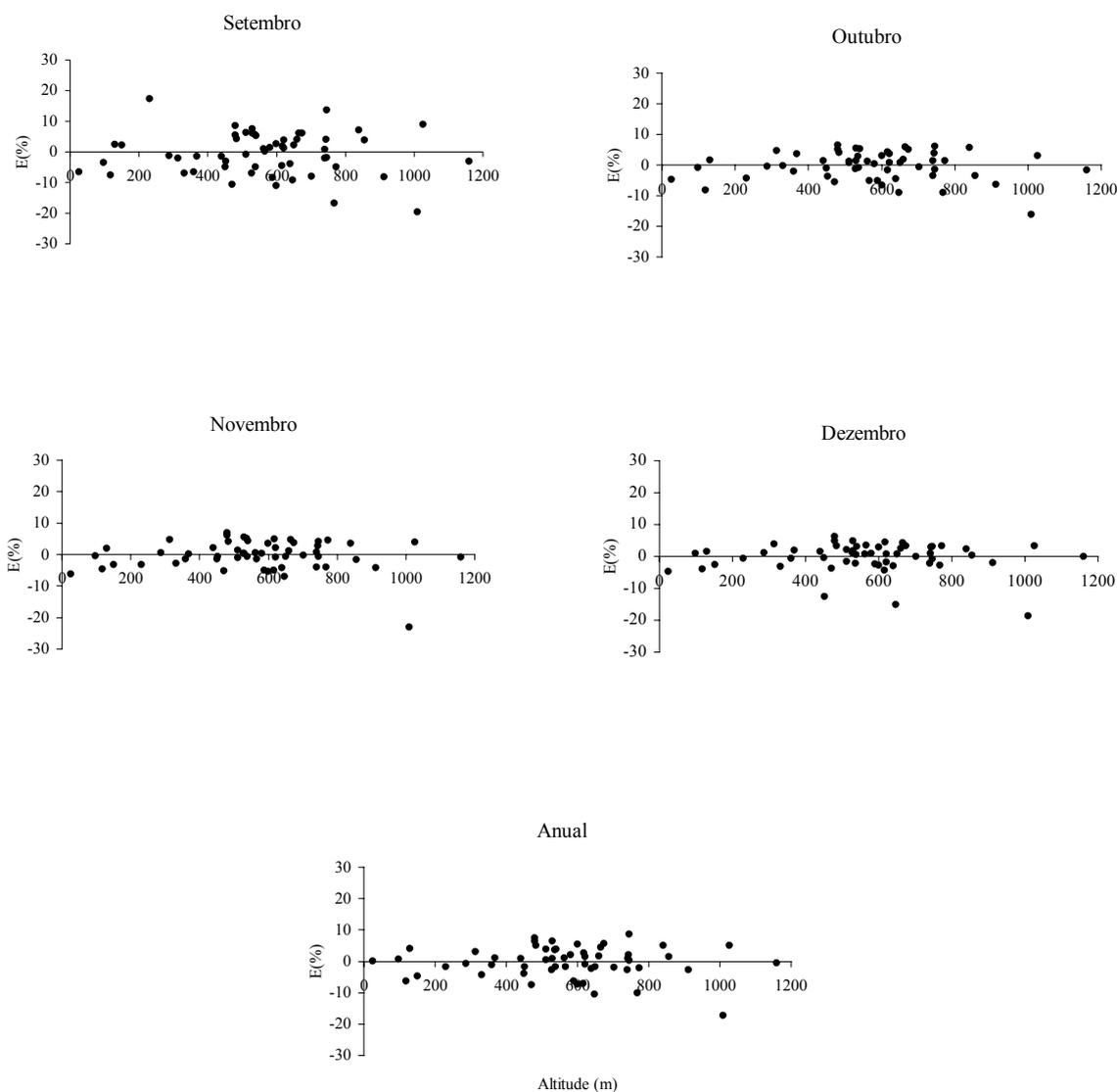


Figura 3 - Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura mínima para os meses de setembro a dezembro e da média anual ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$).

Quadro 2 - Coeficientes das equações para estimar as temperaturas médias, mensais e anual e os respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste¹

Período	Intercepto	LONG	LAT	ALT	ALT ²	TX	R ²
Jan./Fev./Mar.	26,506461**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000005**	-1,265956**	0,78
Abr.	34,664048**	n.s.	-0,513316**	n.s.	-0,000005**	-	0,86
Mai.	36,156325**	n.s.	-0,644805**	-0,005172**	n.s.	-	0,91
Jun./Jul.	33,822532**	n.s.	-0,680707**	n.s.	-0,000004**	-	0,87
Ago.	38,260611**	n.s.	-0,871328**	+0,003221 ^{n.s.}	-0,000006**	+0,722200 ^{n.s.}	0,86
Set.	41,940204**	n.s.	-0,908572**	-0,004171**	n.s.	+1,044569 ^{n.s.}	0,84
Out.	38,074965**	n.s.	-0,652347**	n.s.	-0,000005**	+0,057348 ^{n.s.}	0,83
Nov.	26,811993**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000005**	-2,289133**	0,75
Dez.	19,902931**	+0,126868**	n.s.	n.s.	-0,000005**	-1,509252**	0,81
Anual	33,479962**	n.s.	-0,473747**	n.s.	-0,000005**	-	0,85

¹ $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{LONG} + \beta_2 \text{LAT} + \beta_3 \text{ALT} + \beta_4 \text{ALT}^2 + \beta_5 \text{TX}$.

LONG = longitude.

LAT = latitude.

ALT = Altitude.

TX = 0, para o bloco 1 e TX = 1, para o bloco 2.

n.s. = não-significativo.

* = significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

exceção da variável longitude para o mês de maio. Para o Estado de Minas Gerais, COELHO et al. (1973) encontraram melhores ajustes, quando o componente longitude foi incluído no modelo. Entretanto, para a região do Planalto Paulista, PINTO et al. (1972) conseguiram regressões significativas, utilizando apenas as variáveis altitude e latitude.

O efeito quadrático para o componente altitude apresentou níveis de significância de 1% para todos os meses, à exceção de maio e setembro. O comportamento quadrático desta variável pode estar indicando que, para os referidos meses, nesta área de estudo, a temperatura média não declina de maneira linear com o aumento de altitude.

Na equação referente ao mês de agosto, o componente linear altitude foi incluído, mesmo não sendo significativo. Este procedimento foi adotado considerando a necessidade de incluir o componente linear quando o quadrático de uma determinada variável for significativo e as equações apresentarem comportamento ligeiramente diferenciado, ou seja, quando o comportamento dos valores estimados apenas com o componente quadrático for ligeiramente diferente daquele com os componentes linear e quadrático.

O teste de identidade de modelos entre blocos, conforme delimitados na Figura 1, foi significativo, a 5% de probabilidade, para as equações dos meses de janeiro, fevereiro, março, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro (Quadro 2). Isto significa que as equações para temperatura média, nestes meses, são diferentes para as localidades situadas nesses dois blocos e que, portanto, deve-se incluir a variável TX no modelo.

Após ser aplicado o teste de identidade de modelos entre os blocos, foi realizado o teste entre os meses. O teste de identidade foi não-significativo, a 5% de probabilidade, para as equações dos meses de janeiro, fevereiro, março, junho e julho.

Os coeficientes de determinação ajustados para a temperatura média foram superiores aos observados nas equações para estimativa da temperatura mínima, variando de 0,75 para o mês de novembro a 0,91 para o mês de maio. A superioridade desses coeficientes talvez possa ser explicada pela menor variação

da temperatura média na região. Cabe lembrar que todos os \bar{R}^2 encontrados neste estudo foram significativos, a 5% de probabilidade.

Os desvios percentuais, apresentados na Figura 4, evidenciam menor variação entre os dados observados e os estimados para as temperaturas médias, mensais e anual, quando comparados com os resultados de temperatura mínima. Este fato pode ser relevante em trabalhos de classificação ecológica, considerando que os valores estimados de temperatura média, além de participar como variável propriamente dita nos trabalhos de classificação ecológica, juntamente com os valores de temperaturas mínima e máxima, são também utilizados para os cálculos do balanço hídrico das localidades desprovidas de estações meteorológicas, que é outra variável de importância para tais estudos.

3.3. Temperatura máxima

Os coeficientes das equações de regressão para temperaturas máximas, mensais e anual, com seus respectivos coeficientes de determinação ajustados, estão apresentados no Quadro 3.

Observa-se, à semelhança das equações ajustadas para temperatura média, pouco efeito da variável independente longitude, tendo sido significativa, a 1% de probabilidade, apenas para os meses de junho e agosto. A variável latitude apresentou efeito significativo, também a 1% de probabilidade, para os meses das estações de outono e inverno e para a média anual. ACOSTA (1997) observou significância, a 1% de probabilidade, para as variáveis independentes longitude, latitude e altitude, para todos os meses do ano e para a média anual. Essa divergência em relação à inclusão de longitude nas equações para estimar as temperaturas média e máxima pode ser explicada pelo fato de esse autor ter trabalhado em regiões de elevadas longitudes.

O componente quadrático da variável altitude foi significativo, a 1% de probabilidade, para todas as equações, sendo o componente linear, à semelhança do ocorrido para a equação de temperatura média do mês de agosto, incluído na equação de maio.

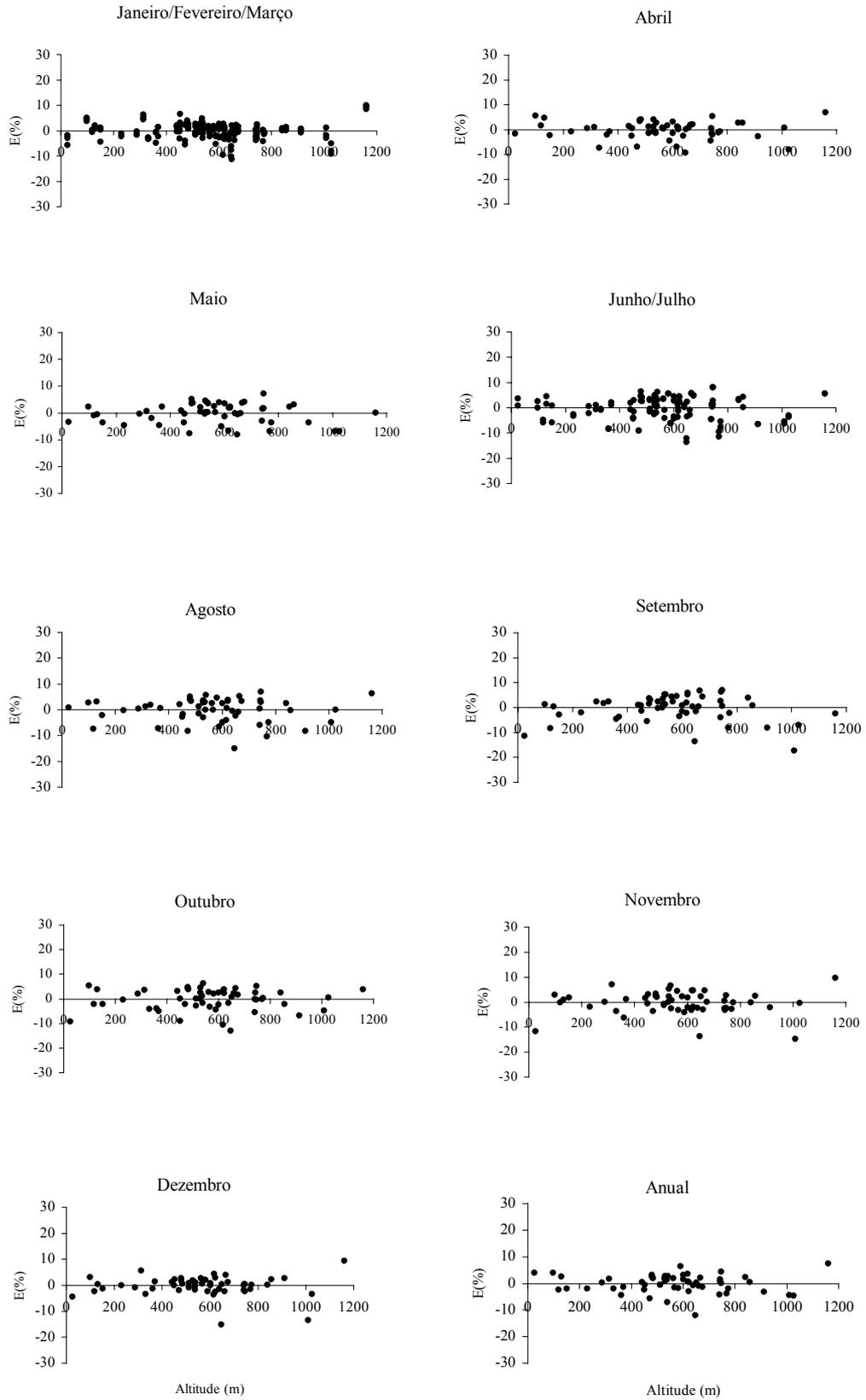


Figura 4 - Desvios percentuais ($E\%$) dos valores estimados de temperaturas médias mensais e anual ($E\% = 100(\hat{y} - y)/y$).

Quadro 3 - Coeficientes das equações para estimar as temperaturas máximas, mensais e anual, e os seus respectivos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste¹

Período	Intercepto	LONG	LAT	ALT	ALT ²	TX	\bar{R}^2
Jan.	32,533859**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000006**	-0,978548**	0,80
Fev.	33,099446**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000006**	-0,891539**	0,84
Mar.	32,826232**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000005**	-1,398050**	0,77
Abr.	40,702398**	n.s.	-0,477997**	n.s.	-0,000006**	-	0,85
Mai.	43,997713**	n.s.	-0,765896 **	+0,002284 ^{n.s.}	-0,000007**	-	0,88
Jun.	56,002443**	-0,207407**	-0,868068**	n.s.	-0,000006**	-	0,91
Jul.	44,781578**	n.s.	-0,816383**	n.s.	-0,000005**	-	0,88
Ago.	61,170374**	-0,183643**	-1,086082**	n.s.	-0,000006**	+1,095021 ^{n.s.}	0,90
Set.	51,391439**	n.s.	-1,044325**	n.s.	-0,000005**	+0,892715 ^{n.s.}	0,87
Out.	33,455557**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000005**	-3,546581**	0,72
Nov./ Dez.	33,126119**	n.s.	n.s.	n.s.	-0,000007**	-1,899065**	0,80
Anual	42,258426**	n.s.	-0,570359**	n.s.	-0,000006**	+0,213985 ^{n.s.}	0,89

¹ $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{LONG} + \beta_2 \text{LAT} + \beta_3 \text{ALT} + \beta_4 \text{ALT}^2 + \beta_5 \text{TX}$.

LONG = longitude.

LAT = latitude.

ALT = altitude.

TX = 0, para o bloco 1 e TX = 1, para o bloco 2.

n.s. = não-significativo.

* = significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

O teste de identidade de modelos para avaliar a identidade entre equações, para os blocos 1 e 2, apresentou comportamento parecido com o observado para as equações de temperatura média, ou seja, a hipótese de identidade entre as equações para os meses de abril, maio, junho e julho foi aceita, a 5% de probabilidade. Este resultado pode estar indicando a existência de diferenças marcantes dessa variável entre as regiões dos dois blocos, no período mais quente do ano, mostrando ser mais adequado o uso de modelos diferentes. FEITOZA et al. (1980) concluíram que um único modelo não deveria ser utilizado para todo o Estado do Espírito Santo, uma vez que as equações específicas para as regiões continental e litorânea permitem obtenção de estimativas mais precisas.

A avaliação da identidade de equações, comparando os diferentes meses e a média anual, indicou similaridade apenas entre aquelas ajustadas para os meses de novembro e dezembro. Os coeficientes de determinação ajustados apresentaram valores que variaram de 0,72, para a equação de outubro, a 0,91, para a do mês de junho.

Os desvios percentuais referentes às equações que estimam as temperaturas máximas estão apresentados nas Figuras 5 e 6. Os desvios percentuais encontram-se na faixa de 10%, indicando que os resultados são satisfatórios para este tipo de estudo.

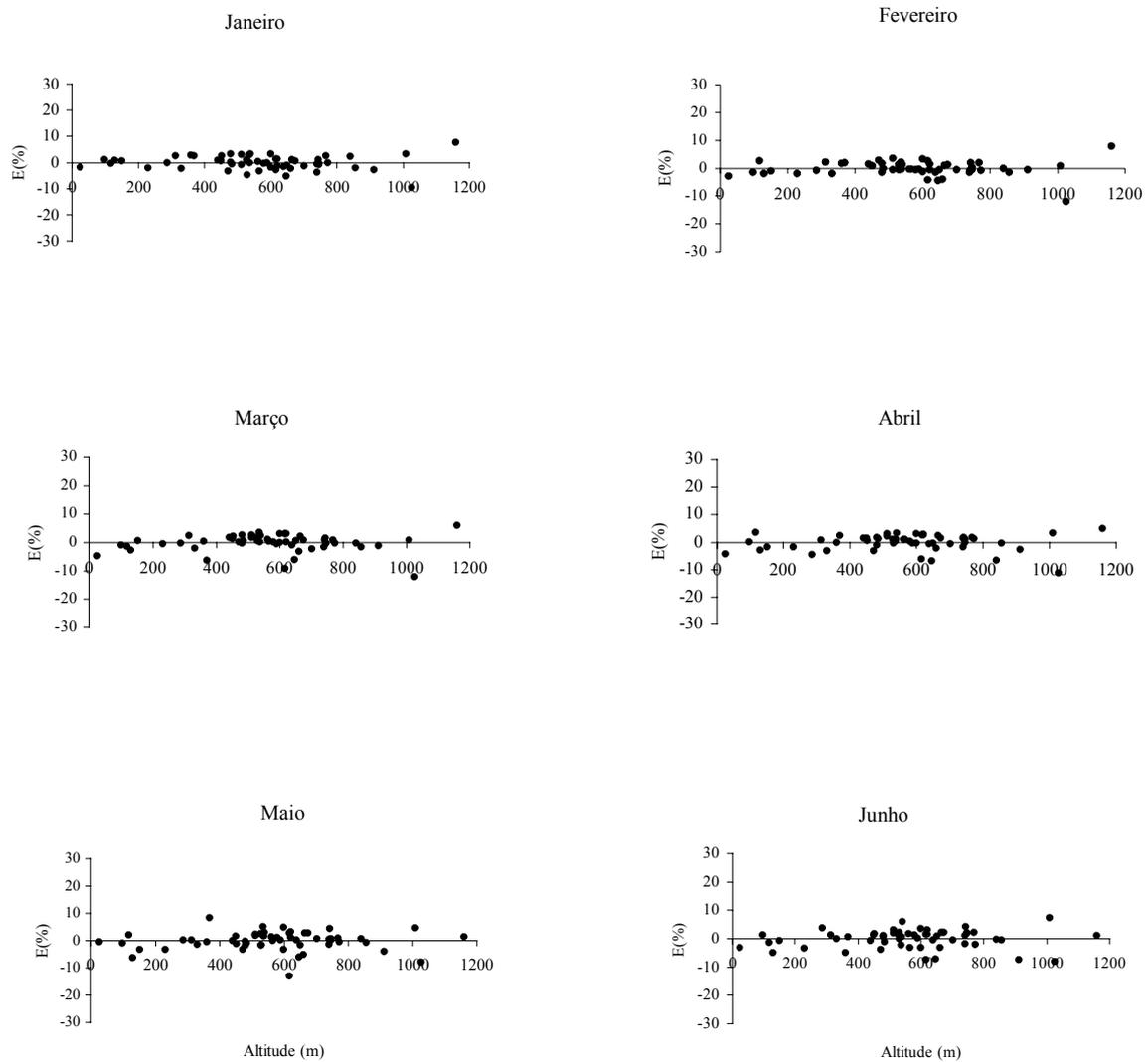


Figura 5 - Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura máxima dos meses de janeiro a junho ($E\% = 100(\hat{y} - y) / y$).

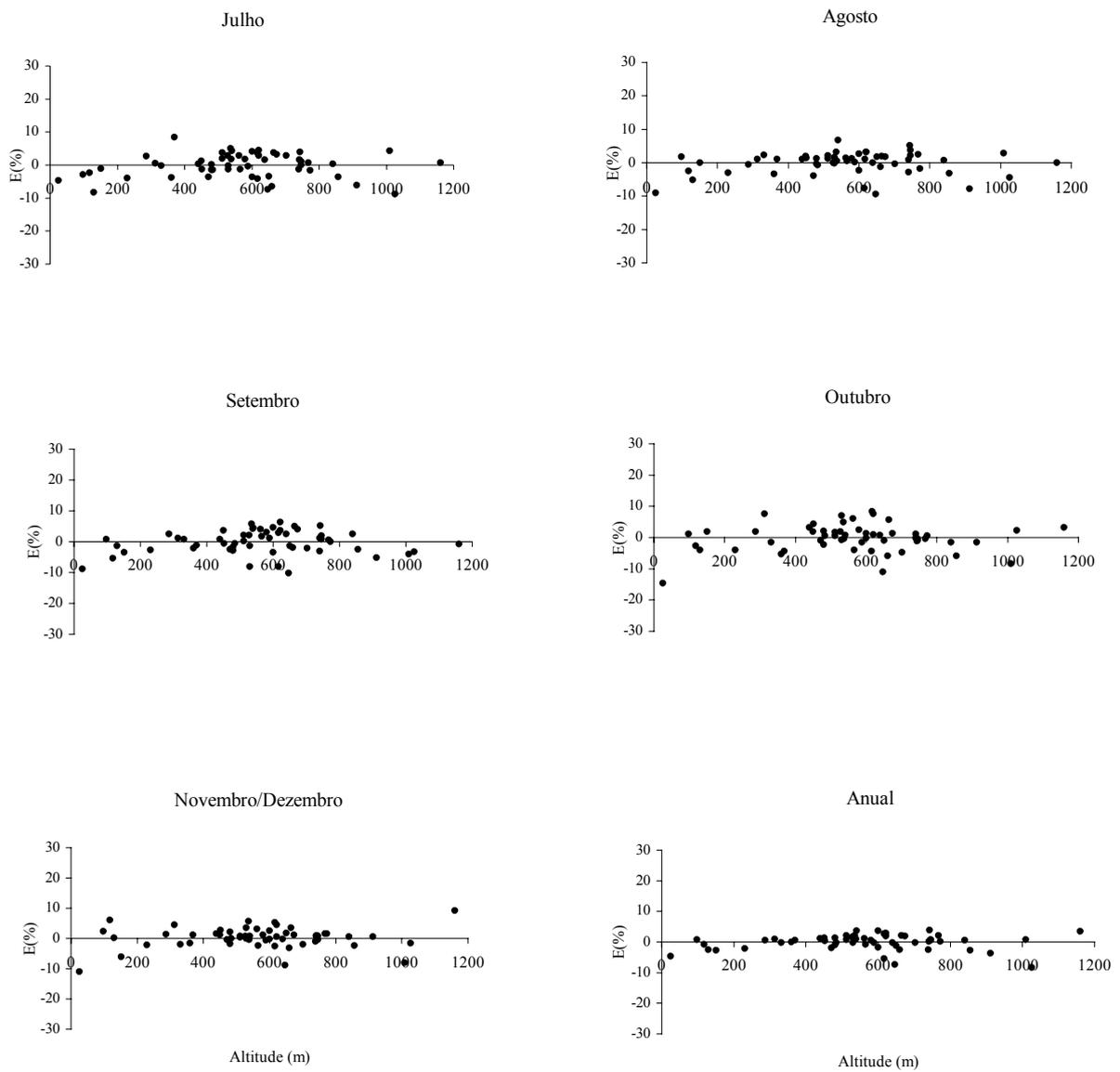


Figura 6 - Desvios percentuais (E%) dos valores estimados de temperatura máxima dos meses de julho a dezembro e da média anual ($E\% = 100 (\hat{y} - y) / y$).

4. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem concluir que:

- O uso de equações para estimar as temperaturas mínima, média e máxima é uma alternativa viável em trabalhos de classificação ecológica, uma vez que, a partir de uma base reduzida de pontos de observações, é possível estimar, com precisão, dados referentes a essas variáveis de temperatura, para um maior número de localidades.

- A divisão da área de estudo em regiões mais homogêneas pode ser uma alternativa viável para a melhoria dos ajustes de modelos de regressão, quando variações acentuadas dessa variável forem observadas.

- O teste de identidade de modelos é aplicável neste tipo de estudo, possibilitando resumir o número de equações de regressão, quando se faz necessária a divisão da área de estudo, bem como para identificar a similaridade entre os valores de temperaturas mensais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, V.H. **Classificação ecológica do território brasileiro situado ao sul do paralelo 24° S – uma abordagem climática**. Viçosa: UFV, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- COELHO, D.T., SEDIYAMA, G., VIEIRA, M. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.112, p.455-459, 1973
- FEITOZA, L.R., SCÁRDUA, J.A., SEDIYAMA, G.C., OLIVEIRA, L.M., VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias mensais e anual do Estado do Espírito Santo. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.9, n.3, p.279-291, 1979.
- FEITOZA, L.R., SCÁRDUA, J.A., SEDIYAMA, G.C., VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias das máximas mensais e anual no Estado do Espírito Santo. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.10, n.1, p.25-32, 1980.
- FERREIRA, M., BURIOL, G.A., ESTEFANEL, V., PINTO, H.S. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.1, n.4, p.21-52, 1971.
- FERREIRA, M., BURIOL, G.A., PIGNATARO, I.A.B., ESTEFANEL, V. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do Estado de Santa Catarina. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.4, n.1, p.19-38, 1974.

- FREESE, F. **Linear regression methods for forest research**. Madison: USDA, 1964. 136p.
- JEFFREE, E.P., JEFFREE, C.E. Temperature and biogeographical distribution of species. **Functional Ecology**, Oxford, v.8, n.5, p.640-650, 1994.
- LIMA, M.G., RIBEIRO, V.Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.221-227. 1998.
- LUIZ, A.J.B., SILVA, F.A.M. Temperaturas decendiais máxima, mínima e média, como função da latitude e altitude, em Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, IX, 1995, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBA, 1995. p.234-235.
- MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39°51' longitude oeste**. Viçosa: UFV, 1997. 156p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p.
- PEDRO JÚNIOR, M.J., MELLO, M.H.A., ORTOLANI, A.A., ALFONSI, R.R., SENTELHAS, P.C. **Estimativa das temperaturas médias mensais das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1991. 11p. (Boletim Técnico, 142).
- PINTO, H.S., ALFONSI, R.R. **Estimativas das temperaturas médias, máximas e mínimas no Estado do Paraná em função de altitude e latitude**. Brasília: DNM, 1976. 46p. (Boletim Técnico, 11).
- PINTO, H.S., ORTOLANI, A.A., ALFONSI, R.R. **Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função de altitude e latitude**. São Paulo: IG/USP, 1972. 20p. (Ciências da Terra, Caderno 23).

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DO NÚMERO E DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE LOCALIDADES COM DADOS CLIMÁTICOS NA ELABORAÇÃO DE CLASSIFICAÇÕES ECOLÓGICAS

1. INTRODUÇÃO

A elaboração de classificações ecológicas é importante no planejamento do uso da terra, para o estabelecimento de atividades florestais e agrícolas. Dentre os métodos de classificação, os que se baseiam em elementos climáticos se destacam em razão de o clima ser considerado regulador central, exercendo influências diretas e indiretas sobre os processos de crescimento e desenvolvimento da vegetação (PATERSON et al., 1978; DENTON e BARNES, 1988).

A disponibilidade de dados climáticos que possam caracterizar adequadamente o ambiente tem sido um desafio na elaboração de classificações ecológicas. ASPIAZÚ et al. (1990) mencionaram a dificuldade de elaborar estudos de classificação ecológica em decorrência da reduzida disponibilidade de dados climáticos, destacando-se a necessidade de dados de qualidade idônea.

Outra consideração importante sobre o uso de dados climáticos diz respeito à necessidade de coincidência do período de observação nas diversas estações meteorológicas, ou seja, em um estudo de análise climática o ideal seria dispor de dados observados em um mesmo período. HUDSON e BIRNIE (2000) avaliaram a influência do uso de variáveis climáticas com diferentes períodos de observação sobre um sistema de classificação de áreas para agricultura, mediante o agrupamento de estações. Os autores concluíram que o uso de diferentes períodos de observação influencia o resultado do método de classificação estudado. Entretanto, em determinadas situações em que ocorre limitação de dados, este critério pode comprometer ainda mais a aquisição de dados. A este respeito, GROENEWOUD (1984a) considerou que a possível perda de exatidão dos resultados de classificação ecológica, ocasionada pelo uso de dados climáticos com períodos de observação diferentes, era preferível ao erro ocasionado pelo uso de menor número de estações climáticas. Esta consideração ressalta a importância da disponibilidade de uma adequada densidade de locais providos de dados climáticos. MARTINS et al. (1992), ao selecionarem estações meteorológicas para classificação climática do Estado do Espírito Santo, adotaram o critério do período mínimo de medições, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial. Por meio deste critério, o período mínimo capaz de representar o valor médio de 30 anos de uma determinada variável é aquele cujos valores médios acumulados não diferem significativamente do valor médio de 30 anos e quando o desvio-padrão é mínimo. Para o Estado do Espírito Santo, tanto para a precipitação quanto para temperatura, os autores observaram que um período de medição de dez anos representou adequadamente as condições climatológicas.

Em muitas regiões do Brasil, o número de estações meteorológicas é relativamente reduzido, principalmente por causa de seu elevado custo, e tem, muitas vezes, uma distribuição inadequada (MILANO et al., 1987). Ao ser elaborada uma caracterização climática do Estado de Mato Grosso (IBDF, 1984), observou-se a exigüidade de dados meteorológicos disponíveis, o que dificulta uma análise mais detalhada do clima. ZAVATINI (1992) mencionou que, para o

Estado de Mato Grosso do Sul, além das sérias limitações no que se refere à distribuição espacial das estações e dos postos meteorológicos, são observadas lacunas nas suas séries temporais, o que reduz a qualidade dos dados. Ao realizar estudos sobre a climatologia do Brasil, NIMER (1972, 1979) relatou que a definição dos limites climáticos estará mais próxima da realidade, quanto maior for o número de fontes de informação meteorológica com idêntico e longo período de observação.

Sendo assim, a busca de dados climáticos deve ser priorizada em estudos cujo objetivo é a delimitação de regiões ecológicas com base em variáveis climáticas, de modo a se obter uma precisão adequada nos resultados.

A densidade de postos pluviométricos é bem superior à de estações meteorológicas, o que os torna importante fonte de dados de precipitação. Entretanto, o uso de dados de precipitação, isoladamente, não é suficiente para uma adequada caracterização climática. ZAVATINI (1992), ao estudar a dinâmica climática do Estado de Mato Grosso do Sul, mencionou a impossibilidade de inferir sobre possíveis contrastes térmicos existentes na região do Planalto de Bodoquena, por causa da falta de estações meteorológicas na região que pudessem fornecer informações sobre a temperatura. Nas proximidades dessa região, o autor possuía somente dados de precipitação oriundos de postos pluviométricos.

A utilização de dados obtidos com o uso de modelos de regressão, ajustados para temperaturas, com base na latitude, longitude e altitude das localidades, conforme já utilizado por COELHO et al. (1973), PEDRO JÚNIOR et al. (1991), LUIZ e SILVA (1995), ACOSTA (1997), MOREIRA (1997) e LIMA e RIBEIRO (1998), também pode contribuir para a caracterização do ambiente, por meio da temperatura propriamente dita, bem como pela obtenção de outros parâmetros climáticos, como evapotranspiração.

As técnicas de interpolação de dados também vêm sendo utilizadas para melhorar a precisão da estimativa de dados climáticos (MARTINS et al., 1992, ANDRADE, 1995; ACOSTA, 1997; MOREIRA, 1997; NALDER e WEIN, 1998; ANDRADE et al., 1999; XIA et al., 1999; PRICE et al., 2000). Entretanto,

os resultados dessa técnica também são influenciados pelo número, pela densidade e pela posição geográfica das estações meteorológicas de determinada área. ANDRADE et al. (1994) compararam os resultados da interpolação de dados de precipitação, avaliando o efeito do número de postos pluviométricos e de estações meteorológicas, bem como suas posições geográficas, com os resultados de interpolação de dados pluviométricos para o Estado da Paraíba. Os autores concluíram que a qualidade dos resultados após a interpolação foi substancialmente melhorada quando foram utilizadas informações provenientes de um grande número de postos meteorológicos, em comparação com aqueles provenientes apenas das estações meteorológicas disponíveis. Ainda, é importante analisar a posição geográfica das estações meteorológicas, especialmente em regiões que sofrem influência marcante do relevo. Além destas considerações, os resultados obtidos por meio das técnicas de interpolação são também influenciados pelos diversos métodos existentes.

O objetivo do presente trabalho foi comparar os resultados da interpolação de dados de precipitação média anual e temperaturas mínima, média e máxima anual, utilizando diferentes densidades de localidades, com informações sobre as variáveis estudadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção dos dados

O presente trabalho foi realizado para a região situada entre as latitudes de 16° e 24° sul, e entre as longitudes de 48° e 60° oeste do território brasileiro. Foram utilizados dados de precipitação média anual, temperatura mínima média anual, temperatura média anual e temperatura máxima média anual. Os dados foram obtidos de 60 estações meteorológicas, sendo 31 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 12 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 13 do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 1 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – CPAP) e 3 da Direção de Meteorologia e Hidrologia do Paraguai (DMHP) (Figura 1). Além destas estações, foram utilizados dados de 414 postos pluviométricos, dos quais 175 foram oriundos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 189 do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP), 39 da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Estado do Paraná (SUDERHSA) e 11 do banco de dados do *Global Historical Climatic Network* (PETERSON e EASTERLING, 1994), estando todos localizados entre as latitudes de 15° e 25° S e entre as longitudes de 47° e 61° O (Figura 2). A inclusão de estações meteorológicas e postos pluviométricos localizados a 1°

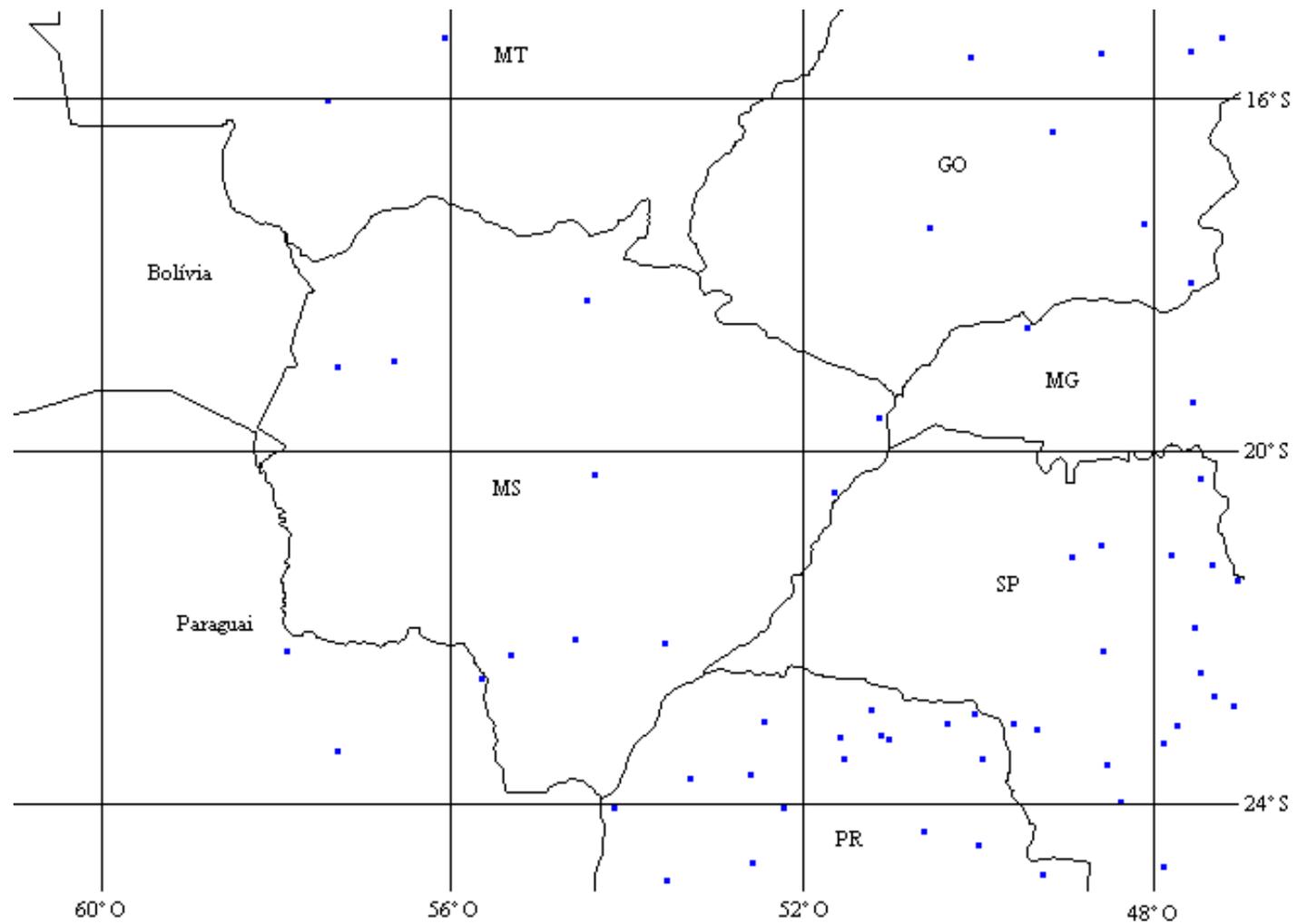


Figura 1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas localizadas entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste.

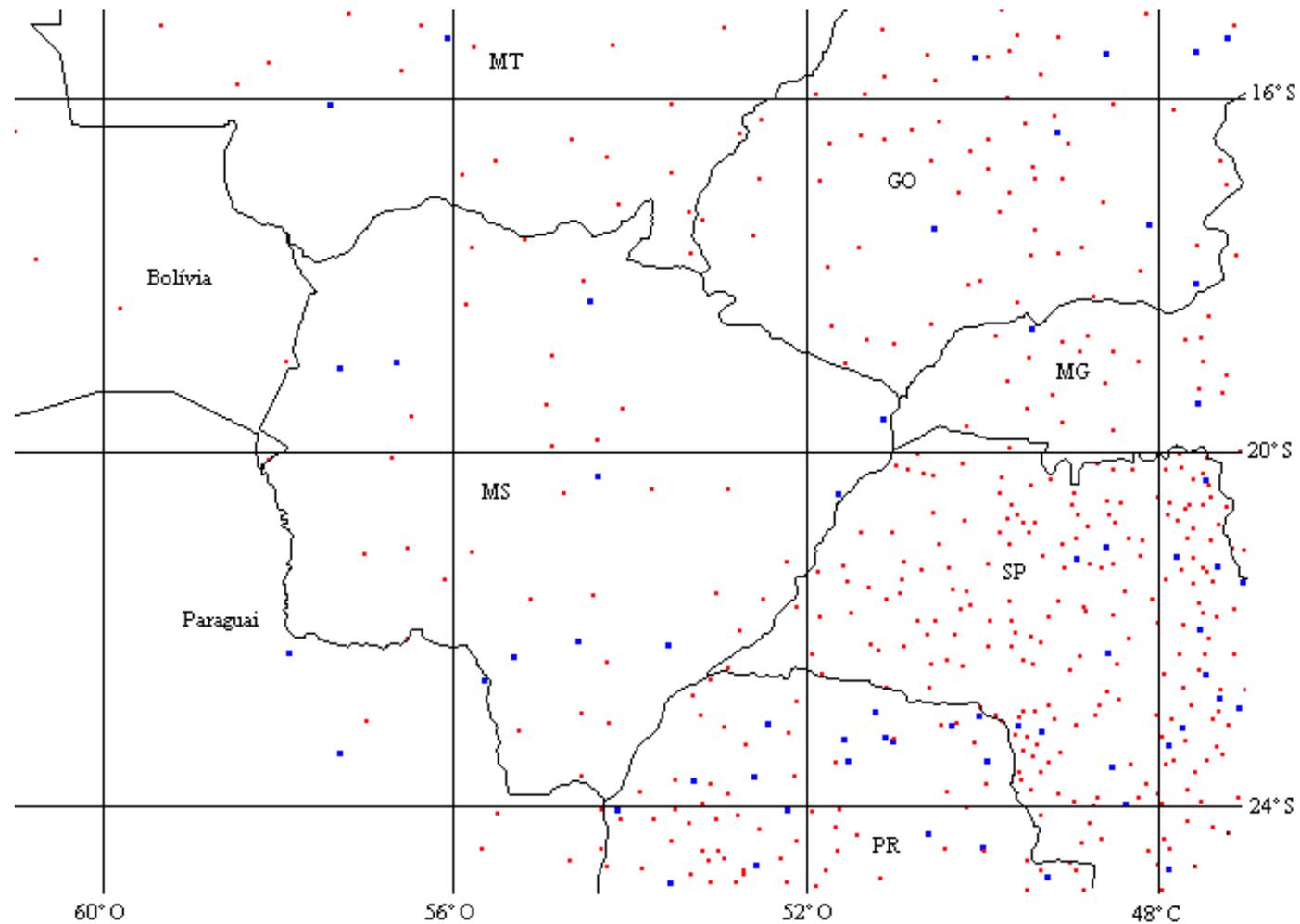


Figura 2 - Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) utilizados para a classificação ecológica do território brasileiro situado entre 15 e 25° latitude sul e 47 e 61° longitude oeste.

de latitude e longitude, além da área delimitada para o presente estudo, teve como objetivo eliminar o efeito de borda no processo de interpolação, conforme já utilizado por ACOSTA (1997), MOREIRA (1997) e ANDRADE (1998).

Os dados oriundos das estações meteorológicas e dos postos pluviométricos apresentam, em sua maioria, séries de 30 anos, referentes ao período de 1961 a 1990. Entretanto, algumas exceções foram feitas para as regiões onde se constatou escassez de estações e postos pluviométricos, quando foram utilizados dados com séries históricas inferiores a 30 anos, porém superiores a 15 anos, algumas vezes compreendidas fora do período de 1961 a 1990. O limite de 15 anos foi utilizado porque, segundo o teste realizado por MARTINS et al. (1992), para o Estado do Espírito Santo, o limite mínimo deve ser de dez anos.

Os valores de temperatura, para as localidades com postos pluviométricos selecionadas para o presente estudo, foram estimados por meio de regressão, em função da altitude, latitude e longitude, com dados das estações meteorológicas localizadas na área de estudo, conforme apresentado no Capítulo 1.

2.2. Interpolação dos dados

Para fins de interpolação, a área foi dividida em cinco blocos, que apresentavam, cada um, 1º de expansão além de sua área útil (Figura 3).

Diversos trabalhos foram realizados com o objetivo de comparar a influência dos métodos de interpolação, utilizando variáveis climáticas (CHUA e BRAS, 1982; TOBIOS e SALAS, 1985; PHILLIPS et al., 1992; NALDER e WEIN, 1998). Os resultados, de modo geral, não definem um método ótimo, que, segundo LENNON e TURNER (1995), deve ser determinado para cada circunstância. Para o presente trabalho, a interpolação dos dados de cada variável, em cada bloco, foi realizada com o uso do método do inverso da distância ponderada, descrito por NALDER e WEIN (1998), por meio da seguinte fórmula:

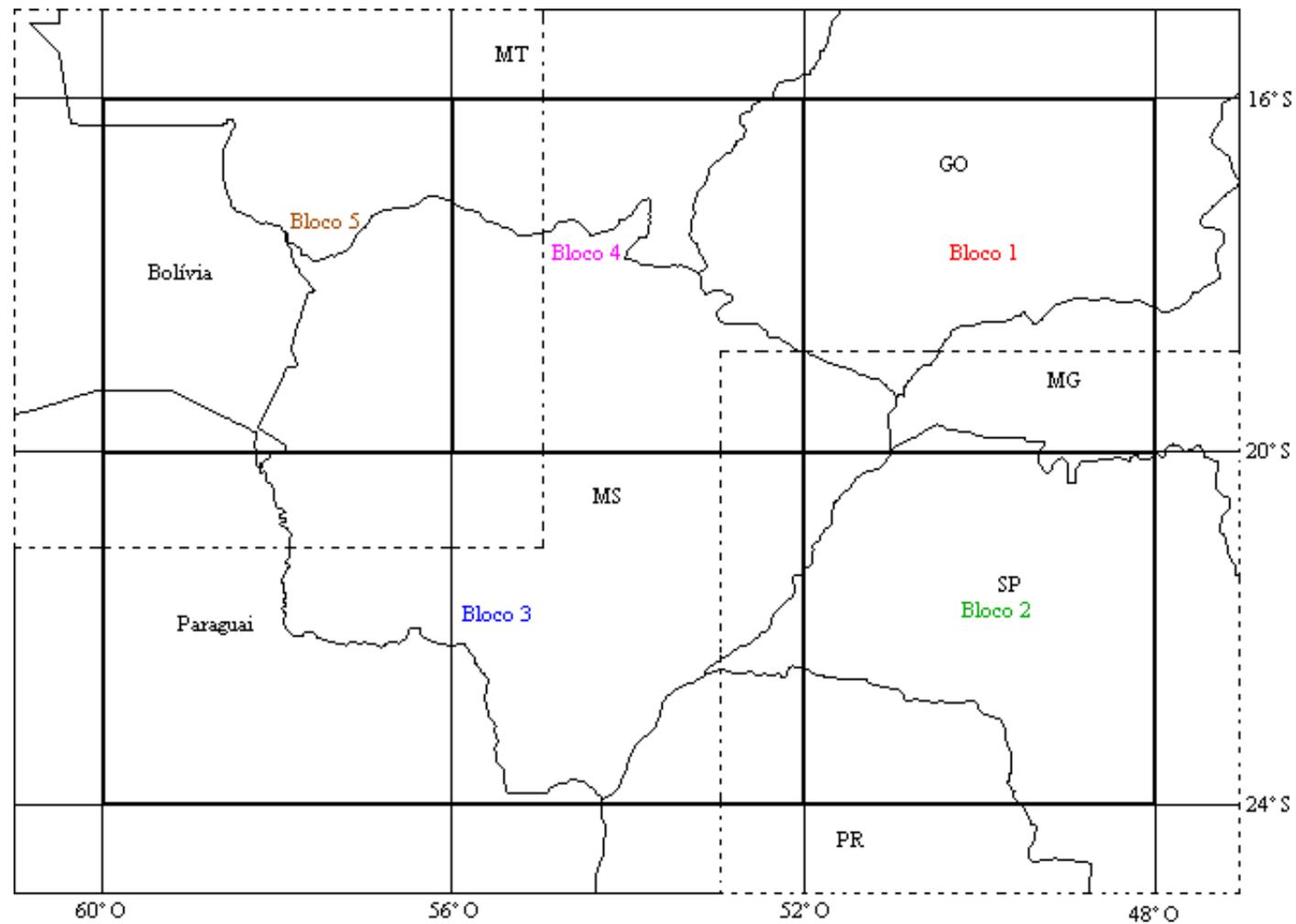


Figura 3 - Divisão da área de estudo em blocos (linhas contínuas grossas) para interpolação, apresentando áreas de acréscimo de um grau (linhas tracejadas – blocos 2 e 5).

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{Z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^p}}$$

em que

Z = variável estimada;

Z_i = valor da variável observada no local i ;

d = distância do local que terá o valor interpolado até o local i ;

N = número de pontos de observação; e

p = valor do expoente.

Para realização da interpolação, foi utilizado o *software* IDRISI versão 3.2, por meio do módulo INTERPOL. O valor do expoente da distância p para os blocos 1 e 2 foi 2, e para os blocos 3, 4 e 5 foi utilizado o valor 4. Este critério foi adotado com o objetivo de designar maior importância aos valores das estações meteorológicas e, ou, dos postos pluviométricos próximos ao ponto a ser interpolado, naquelas regiões que apresentavam maiores limitações de dados.

Após a interpolação, cada bloco foi subdividido em quadrículas de, aproximadamente, 15,8 x 15,8 km, totalizando 4.704 quadrículas em toda a área de estudo, aqui denominadas células.

2.3. Análise estatística

A análise estatística multivariada foi processada, utilizando o *software* SAEG versão 8.0, sendo os valores interpolados submetidos à análise de agrupamento, por meio do método hierárquico convergente, de acordo com ANDRADE (1995). Para verificar a significância da análise de agrupamento, foi feita a análise discriminante, tendo, posteriormente, sido gerados os mapas com os grupos de células definidoras das regiões ecológicas. Esta análise foi realizada, separadamente, para os dois grupos de dados, com diferentes densidades de localidades.

2.4. Comparação entre os métodos de classificação utilizando diferentes intensidades de localidades com dados climáticos

Após a obtenção dos dois mapas com delimitação das regiões ecológicas, realizou-se a comparação dos valores interpolados (Quadro 1) com base em 60 estações meteorológicas (método 1) com aqueles oriundos da interpolação dos dados dessas estações acrescidos dos 414 postos pluviométricos, com suas respectivas temperaturas estimadas, totalizando 474 localidades com dados climáticos (método 2).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior limitação de estações meteorológicas foi observada no sul do Estado de Mato Grosso e no Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). Esta deficiência na distribuição de estações meteorológicas foi também mencionada pelo IBDF (1984) e por ZAVATINI (1992), para a mesma região. Pode-se observar, também, que a região oeste do Estado de São Paulo é praticamente desprovida de estações meteorológicas com normais climatológicas. Este fato se deve, provavelmente, ao desenvolvimento agrícola mais recente dessa região, quando comparado com o da região leste do Estado. Quando se analisa a disponibilidade de dados provenientes de postos pluviométricos, o Estado de São Paulo, juntamente com o Estado do Paraná, apresenta a melhor disponibilidade de dados de precipitação (Figura 2), enquanto se observa que se mantém a condição de escassez de dados nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, mesmo tendo sido incluídos dados de postos pluviométricos, cujas séries históricas não coincidem com aquelas das normais climatológicas utilizadas no presente trabalho, que foi de 1961 a 1990.

Observando as Figuras 2 e 3, é possível verificar a importância, para este trabalho, do critério de se aumentar 1º de latitude ou longitude além da área útil dos blocos, para a realização do processo de interpolação. Por exemplo, na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, localizada no bloco 4,

observa-se limitada quantidade de postos pluviométricos e estações meteorológicas. Entretanto, ao serem incluídos aqueles localizados na área excedente de 1°, o resultado da interpolação, certamente, tornou-se mais eficaz, porque foram incluídos dados da região limítrofe.

A comparação dos resultados obtidos pelos dois métodos de classificação, em que se utilizaram apenas os dados das 60 estações meteorológicas (método 1) ou das 60 estações meteorológicas acrescidas de 414 postos pluviométricos (método 2), permitiu observar claramente que o uso do maior número de localidades com dados climáticos (método 2) proporcionou melhor nível de detalhamento na delimitação de regiões ecológicas (Figuras 4 e 5). Analisando os valores dos Quadros 1 e 2, observa-se que, de modo geral, a precipitação exerceu maior influência na definição das regiões ecológicas nos dois métodos de classificação.

A perda de detalhes da classificação realizada com base em dados oriundos somente de estações meteorológicas (método 1) fica mais evidente quando se observam as áreas localizadas nas regiões nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, sudeste do Mato Grosso, Triângulo Mineiro e sul de Goiás.

No presente trabalho, os resultados obtidos para o Estado do Mato Grosso do Sul, com o uso dos dois métodos de classificação, delimitaram claramente a região do Pantanal. Entretanto, observam-se pequenas diferenças para esta região quando se comparam os dois resultados. Utilizando o método 1 (Figura 4), observa-se que a área de transição da região 2 apresentou pouco detalhamento, caracterizado quase que apenas pela região 4. Observando os resultados do método 2 (Figura 5), verifica-se que esta área de transição foi caracterizada por duas regiões, delimitando com mais detalhes a região denominada Borda do Pantanal, que, de acordo com PINTO (1989), é caracterizada pela ocorrência de planaltos e serras, que certamente influenciam a temperatura e a precipitação, variáveis estas analisadas no presente trabalho.

O uso do método 2 (Figura 5) também evidenciou a região ecológica 4, situada na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Essa região, denominada Planalto da Bodoquena, é caracterizada por valores médios de

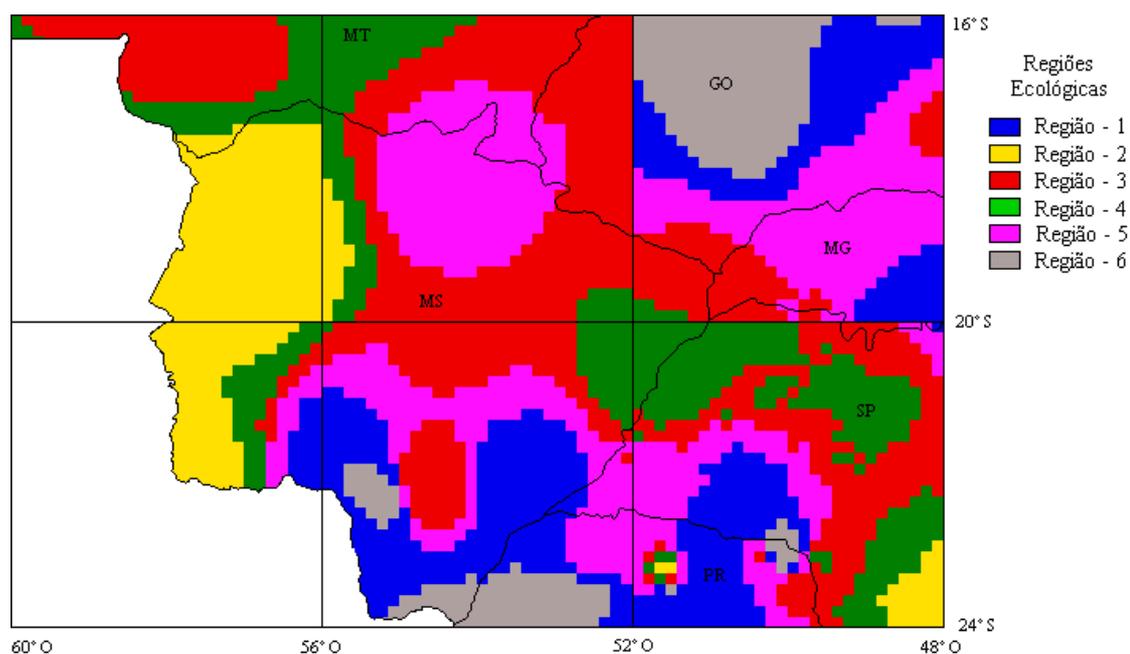


Figura 4 - Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste, com base em dados de precipitação média anual, temperatura mínima média anual, temperatura média anual e temperatura máxima média anual, oriundos de 60 estações meteorológicas.

Quadro 1 - Valores interpolados mínimos, médios e máximos, das variáveis climáticas analisadas para cada uma das regiões ecológicas delimitadas para o território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste, oriundos de 60 estações meteorológicas

Regiões Ecológicas	Precipitação* (mm)			Temperatura* Mínima (°C)			Temperatura* Média (°C)			Temperatura* Máxima (°C)		
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
1	1.547	1.589	1.629	14,2	16,9	18,1	19,3	21,8	23,2	25,0	28,3	30,1
2	1.118	1.185	1.267	13,2	19,7	21,1	16,9	24,4	25,5	21,7	30,2	31,9
3	1.397	1.442	1.474	14,3	18,1	20,4	18,5	23,2	25,3	23,6	30,1	32,8
4	1.268	1.351	1.396	14,1	18,5	20,6	18,1	23,6	25,6	23,1	30,3	32,6
5	1.474	1.506	1.547	14,5	17,7	19,5	19,4	22,7	24,6	24,8	29,5	31,5
6	1.629	1.669	1.874	15,7	17,6	19,3	20,4	22,5	24,1	25,9	29,2	31,3

* Valor médio anual.

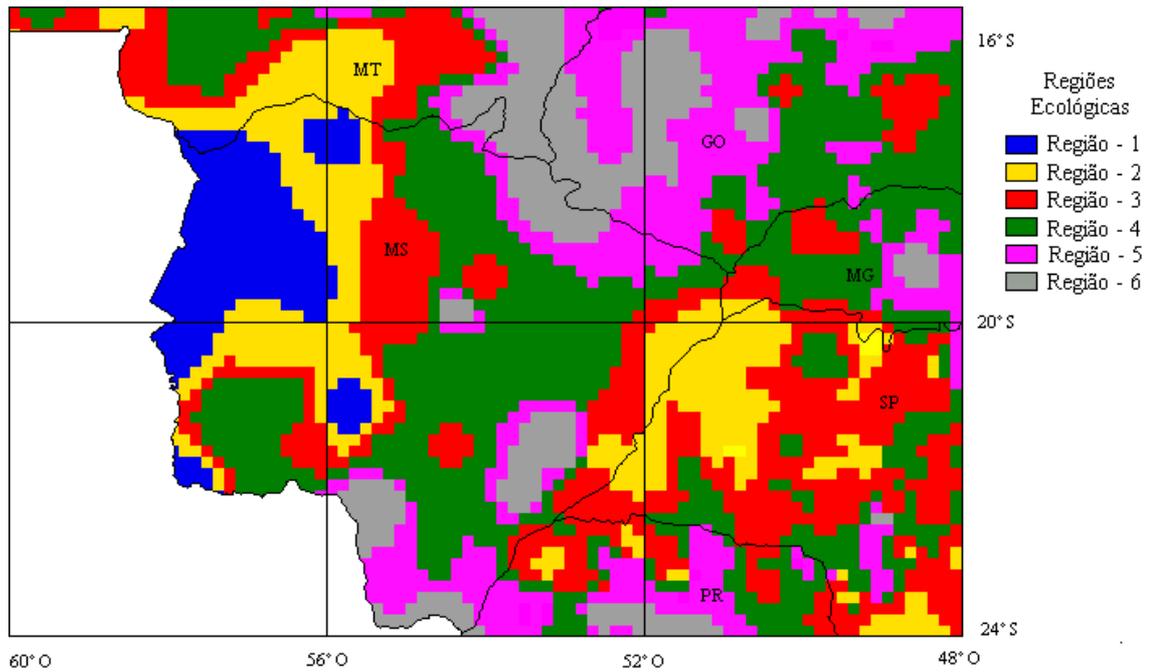


Figura 5 - Classificação ecológica do território brasileiro localizado entre as latitudes de 16 e 24° sul e as longitudes de 48 e 60° oeste, com base em dados de precipitação média anual, temperatura mínima média anual, temperatura média anual e temperatura máxima média anual, oriundos de 60 estações meteorológicas acrescidas de 414 postos pluviométricos.

Quadro 2 - Valores interpolados mínimos, médios e máximos das variáveis climáticas para cada uma das regiões ecológicas delimitadas para o território brasileiro localizado entre as latitudes de 16 e 24° sul e as longitudes de 48 e 60° oeste, oriundos de 60 estações meteorológicas acrescidas de 414 postos pluviométricos

Regiões Ecológicas	Precipitação* (mm)			Temperatura* Mínima (°C)			Temperatura* Média (°C)			Temperatura* Máxima (°C)		
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
1	936	1.121	1.192	17,2	20,2	21,1	22,7	24,5	25,5	29,5	31,0	32,2
2	1.194	1.264	1.313	13,4	18,7	21,6	17,1	23,5	25,8	21,9	30,3	33,0
3	1.314	1.363	1.405	14,0	18,0	21,7	17,9	23,0	25,9	23,0	29,8	33,1
4	1.405	1.446	1.501	14,3	17,9	21,7	18,4	22,9	25,9	23,9	29,7	33,2
5	1.501	1.556	1.609	14,4	17,6	20,8	19,8	22,5	25,5	25,3	29,1	32,5
6	1.610	1.663	1.856	14,7	17,8	19,9	20,1	22,6	25,1	25,5	29,2	32,1

* Valor médio anual.

precipitação anual de 1.446 mm, tendo também sido mencionada por ZAVATINI (1992), que destacou a ocorrência de altitudes de 700 m, com ocorrência de índices pluviométricos anuais de 1.400 mm. Próximo a esta região, observa-se um fragmento da região 1, caracterizado por valores de precipitação que variaram de 936 a 1.192 mm, que não foi identificado pelo método 1. A delimitação dessa região pode ser consequência da influência dos valores de precipitação dos postos pluviométricos dos municípios de Aquidauana, Miranda e Nioaque, localizados na área, e que apresentam valores médios de precipitação anual, originados de postos pluviométricos, em torno de 1.180 mm.

Analisando a delimitação de regiões no sudoeste do Estado de São Paulo, observa-se que, pelo método 1, a região apresenta similaridades com a região norte do Paraná, destacando-se as regiões 1 e 5, com valores médios de precipitação de 1.589 e 1.506 mm, respectivamente. Estes resultados evidenciam a influência das estações meteorológicas localizadas no Estado do Paraná, uma vez que a classificação, pelo método 2, mostra que as regiões 5 e 6, geradas por esse método, não ocorrem na região sudoeste de São Paulo. Nesta região, pelo método 2, ocorreu predominância das regiões 2 e 3, com valores médios de precipitação de 1.264 e 1.363 mm, respectivamente. GOLFARI et al. (1978) também detectaram diferenças entre essas regiões.

Nas demais regiões do Estado de São Paulo, observaram-se diferenças entre os dois métodos de classificação, quando foram comparados o nível de detalhamento e o efeito de transição das características climáticas no sentido leste-oeste do Estado, o que foi observado com mais clareza pelo método 2, que delimitou áreas pertencentes às regiões 5, 4, 3 e 2. No sentido leste-oeste do Estado de São Paulo, observou-se, de modo geral, decréscimos dos valores de precipitação média anual, associados a aumentos dos valores de temperaturas médias anuais. Estas informações concordam com aquelas apresentadas por GOLFARI et al. (1978), que evidenciaram, inclusive, a ocorrência de deficiência hídrica moderada na região leste do Estado; porém, no presente trabalho, foi observado maior nível de detalhamento.

No Triângulo Mineiro, o resultado da classificação realizada pelo método 2 permitiu caracterizar melhor a região, sendo possível distinguir quatro regiões, caracterizadas principalmente pelo gradiente de precipitação, incluindo as regiões 6 (1.663 mm), 5 (1.556 mm), 4 (1.446 mm) e 3 (1.363 mm). A classificação realizada pelo método 1 delimitou três regiões com amplitude de valores médios de precipitação que variaram de 1.442 a 1.589 mm. Variações nos valores de temperatura média também foram detectadas pelo método 2, quando as regiões 5 e 6, localizadas em altitudes mais elevadas, apresentaram temperaturas médias ligeiramente inferiores às das regiões 4 e 3. Considerando o efeito da altitude sobre a temperatura, esses resultados concordam com o mapa de zonas hipsométricas apresentado por GOLFARI (1975).

A região sudoeste de Goiás e sudeste do Mato Grosso apresentaram classificações bastante diferentes nos dois métodos estudados, provavelmente em razão da escassez de estações nessa área de estudo. Analisando os resultados obtidos pelo método 1, observa-se forte influência das estações dos municípios de Goiânia e Rio Verde, no Estado de Goiás, com elevados valores de precipitação, que é uma das características da região 6. Entretanto, na classificação pelo método 2, foi detectada também uma região com elevada precipitação (região 6), mas que se prolonga pelas divisas dos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. É interessante salientar que a região 6 apresenta valores mais amenos de temperatura, quando comparados com os da região 3, resultante da classificação pelo método 1. Esta informação pode estar refletindo as características do relevo da região, onde os valores de altitude podem alcançar 800 m (ZAVATINI, 1992). De acordo com NASCIMENTO (1992), o trecho dessa região, pertencente ao Estado de Goiás, está incluído no Planalto do Rio Verde, em seu compartimento mais elevado, onde a altitude varia de 650 a 1.000 m.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- Os Estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apresentam sérias limitações no que diz respeito à disponibilidade de informações climáticas, podendo comprometer os resultados de trabalhos de classificações climáticas, bem como de análises climáticas para o planejamento de atividades agrícolas e florestais.

- A classificação ecológica elaborada com maior número de localidades com dados climáticos é mais sensível na delimitação de regiões que possuem características climáticas específicas.

- A precipitação média anual é determinante, entre as variáveis utilizadas na delimitação das regiões ecológicas, ressaltando sua acentuada variação na região de estudo. Sendo assim, torna-se importante a utilização do maior número de dados de postos pluviométricos disponíveis para a realização de estudos de classificação ecológica dessa região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, V.H. **Classificação ecológica do território brasileiro situado ao sul do paralelo 24° S – uma abordagem climática.** Viçosa: UFV, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do Estado da Paraíba.** Viçosa: UFV, 1995. 157p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a Leste do meridiano de 44° Oeste e ao Norte do paralelo 16° Sul – Uma abordagem climática.** Viçosa: UFV, 1998. 147p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 1. Interpolação de dados climáticos por aproximação numérica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.1, p.23-32. 1999.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G., PEREIRA, J.F. Estudo da adequação de estações meteorológicas no Estado da Paraíba. In: CONGRESSO NACIONAL DE PÓS-GRADUANDOS, 9, CONGRESSO CIENTÍFICO DE PÓS-GRADUANDOS, 1, 1994, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 1994, p.139-141.

- ASPIAZÚ, C., RIBEIRO, G.A., VIANELLO, R.L., RIBEIRO, J.C., VALENTE, O.F., PAULA NETO, F. Análise dos componentes principais aplicada na classificação climática do Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.1-15, 1990.
- CHUA, S., BRAS, R.L. Optimal estimators of mean areal precipitation in regions of orographic influence. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.57, n.1, 23-48. 1982.
- COELHO, D.T., SEDIYAMA, G., VIEIRA, M. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.112, p.455-459, 1973
- DENTON, S.R., BARNES, B.V. An ecological climatic classification of Michigan: a quantitative approach. **Forest Science**, Bethesda, v.34, n.1, p.119-138. 1988.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal de Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L., CASER, R.L., MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal de Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série Técnica, 11).
- GROENEWOUD, H.V. The climatic regions of New Brunswick: a multivariate analysis of meteorological data. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.14, p.389-394. 1984b.
- HUDSON, G., BIRNIE, R.V. A method of land evaluation including year to year weather variability. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.101, p.203-216. 2000.
- IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Diagnóstico do setor florestal do Estado de Mato Grosso**. Brasília: IBDF, 354p. 1984.
- LENNON, J.J., TURNER, J.R.G. Predicting the spatial distribution of climate: temperature in Great Britain. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.64, n.3, p.370-392. 1995.

- LIMA, M.G., RIBEIRO, V.Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.221-227. 1998.
- LUIZ, A.J.B., SILVA, F.A.M. Temperaturas decendiais máxima, mínima e média, como função da latitude e altitude, em Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, IX, 1995, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBA, 1995. p.234-235.
- MARTINS, S.V., REIS, M.G.F., ASPIAZÚ, C., PEREIRA, J.F. Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.262-271. 1992.
- MILANO, M.S., BRASSIOLO, M.M., SOARES, R.V. Zoneamento ecológico experimental do Estado do Paraná segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. **Revista Floresta**, Curitiba, v.17, n.1 e 2, p.65-72. 1987.
- MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39°51' longitude oeste**. Viçosa, 1997. 156p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- NALDER, I.A., WEIN, R.W. Spatial interpolation of climatic normals: test of a new method in the Canadian boreal forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.92, p.211-225. 1998.
- NASCIMENTO, M.A.L.S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.12, n.1, p.1-22, 1992.
- NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.31, n.1, p.3-48, 1972.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p.
- PATERSON, S.S., GOODCHID, N.A., BOYD, W.J.R. Classifying environments for sampling purposes using a principal component analysis of climatic data. **Agriculture Meteorology**, Amsterdam, v.19, p.349-362. 1978.

- PEDRO JÚNIOR, M.J., MELLO, M.H.A., ORTOLANI, A.A., ALFONSI, R.R., SENTELHAS, P.C. **Estimativa das temperaturas médias mensais das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1991. 11p. (Boletim Técnico, 142).
- PETERSON, T.C., EASTERLING, D.R. Creation of homogeneous composite climatological reference series. **International Journal of Climatology**, W. Sussex, v.14, n.6, p.671-679. 1994.
- PHILLIPS, D.L., DOLPH, J., MARKS, D. A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.58, p.119-141. 1992.
- PINTO, M.N. Dinâmica da Região do Pantanal Mato-grossense. **Geografia**, Rio Claro, v.14, n.27, p.93-101. 1989.
- PRICE, D.T., McKENNEY, D.W., NALDER, I.A., HUTCHINSON, M.F., KESTEVEN, J.L. A comparison of two statistical methods for spatial interpolation of Canadian monthly mean climate data. **Agriculture and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.101, p.81-94. 2000.
- TOBIOS, G.Q., SALAS, J.D. A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. **Water Resources Bulletin**, Herndon, v.21, p.365-380. 1985.
- XIA, Y., FABIAN, P., STOHL, A., WINTERHALTER, M. Forest climatology: reconstruction of mean climatological data for Bavaria, Germany. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.96, p.117-129. 1999.
- ZAVATINI, J.A. Dinâmica climática do Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v.17, n.2, p.65-91. 1992.

CAPÍTULO 3

CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DO TERRITÓRIO BRASILEIRO LOCALIZADO ENTRE 16 e 24° LATITUDE SUL E 48 e 60° LONGITUDE OESTE - UMA ABORDAGEM CLIMÁTICA

1. INTRODUÇÃO

Classificações ecológicas são mecanismos que agrupam dados de natureza ecológica, delimitando áreas de condições ambientais homogêneas. Estes agrupamentos podem ser estabelecidos com base em classificação de fatores climáticos, de fatores edáficos, de vegetação, bem como em interações destes fatores, dentre outros (BARNES et al., 1982; ALLEN e DIAZ, 1989).

Sistemas de classificação ecológica são desenvolvidos para diversos propósitos, como no planejamento de atividades florestais e ambientais. Porém, para se ter uma utilidade prática, um sistema de classificação deve utilizar variáveis facilmente mensuráveis e de fácil acesso (NIMER, 1977).

Os elementos climáticos têm sido amplamente utilizados em trabalhos de classificação, uma vez que o clima exerce influências diretas e indiretas sobre os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como na

distribuição e diferenciação das comunidades vegetais (PATERSON et al., 1978; DENTON e BARNES, 1988; LINDENMAYER et al., 1996). MACKEY et al. (1996) ressaltam que a distribuição espacial e temporal do clima é considerada a maior determinante da composição, estrutura e produtividade de ecossistemas florestais, entretanto, quando em situações específicas, a vegetação, as características fisiográficas e o solo tornam-se relevantes (SCHÖNAU, 1987; SCHLATTER e GERDING, 1995).

A importância do clima como componente regulador central suportou, tanto no passado, como em tempos recentes, a elaboração de classificações climáticas com diversas metodologias e propósitos. De acordo com NIMER (1977), as classificações primitivas apresentaram-se de maneira bastante simplista, destacando-se aquelas que utilizaram desde círculos polares para subdividir o globo terrestre em cinco zonas separadas, até aquela que considerava apenas um elemento climático, representado por isotermas anuais de 0 e 20°C, para definir a superfície da Terra em zona quente, duas zonas temperadas e duas zonas polares frias.

Os sistemas de classificação modernos levam em consideração somente elementos meteorológicos (NIMER, 1977), obtidos pelos instrumentos de meteorologia, como os sistemas de De Martone e de Köppen. O sistema de Köppen baseia-se nos dados de temperatura média mensal e anual e na precipitação média mensal e anual, sendo a vegetação nativa considerada como a melhor expressão de clima. Esta classificação, segundo HARE (1973), apresentou grande contribuição à climatologia moderna, pelo fato de permitir que diferentes climatologistas refiram-se a uma mesma condição climática, em locais geograficamente distantes.

O método de Thornthwaite é considerado complexo, principalmente pelo fato de não utilizar os elementos do clima em sua aparência original, mas transformados em índices por processos matemáticos (NIMER, 1977; SERRA, 1978). A principal característica que atribuiu maior expressão à classificação desenvolvida por Thornthwaite foi a comparação da quantidade de água recebida pela chuva com a quantidade perdida pela evapotranspiração. Dessa comparação,

Thornthwaite desenvolveu um conceito de evapotranspiração potencial, que é a quantidade de água perdida por meio da transpiração de uma cobertura vegetal mais a água evaporada diretamente do solo, quando o suprimento de água é ilimitado (NIMER, 1977; NIMER e BRANDÃO, 1985).

A eficiência da classificação desenvolvida por Thornthwaite foi evidenciada por GOLFARI (1975) e GOLFARI et al. (1978), que usaram analogias climáticas para introdução de espécies florestais, visando estabelecer os períodos críticos do ano, tendo o balanço hídrico de Thornthwaite como um dos parâmetros para diferenciar regiões. Os autores recomendam, porém, a necessidade de utilizar normais climáticas de numerosas estações para uma eficiente determinação do balanço hídrico para fins de zoneamento ecológico. ASPIAZÚ et al. (1990) também relataram que a distribuição geográfica das estações meteorológicas, muitas vezes, não é a mais adequada. Recentemente, a interpolação matemática de dados de variáveis climáticas passou a ser amplamente utilizada, visando reduzir os efeitos da distribuição irregular das estações meteorológicas (MARTINS et al., 1992b; MACKEY et al., 1996; ACOSTA, 1997; MOREIRA, 1997; NALDER e WEIN, 1998; ANDRADE et al., 1999; XIA et al., 1999; PRICE et al., 2000).

Mesmo consideradas estáticas, as classificações devem ser atualizadas, com a aquisição de dados mais completos ou com a disponibilização de métodos modernos de processamento de dados (RUFINO, 1986; MACKEY et al., 1996).

Para a região de New Brunswick, no Canadá, GROENEWOUD (1984) efetuou uma nova classificação climática, com o objetivo de aperfeiçoar o trabalho realizado por Putnan (1940), cuja área foi dividida em três regiões ecológicas, enquanto o aperfeiçoado possibilitou a definição de 11 regiões ecológicas. A maior sensibilidade deveu-se ao uso de um grande número de variáveis e à adoção de análises estatísticas multivariadas, como as análises de componentes principais e de agrupamento. Resultados semelhantes foram também relatados por NEWNHAM (1968).

No Brasil, em razão da diversidade de condições ambientais e da ampla vocação para atividades agrícolas e florestais, os trabalhos de classificação

ecológica são essenciais para auxiliar o planejamento dessas atividades. Neste contexto, uma nova metodologia de classificação ecológica está sendo desenvolvida, em duas etapas: a primeira utiliza variáveis climáticas (com base nas temperaturas médias, mínima e máxima, na precipitação e na umidade relativa) e de altitude, possibilitando delimitar as regiões ecológicas (MARTINS et al., 1992a, b; ACOSTA, 1997; ANDRADE, 1998; ANDRADE et al., 1999; REIS et al., 1999), e a segunda etapa utiliza variáveis biopedológicas (solos, relevo, vegetação, geologia e densidade de drenagem), possibilitando delimitar sub-regiões ecológicas (REIS et al., 1993; MOREIRA, 1997; TRISTÃO et al., 1997; ANDRADE et al., 2000).

Dentro dessa nova proposta, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma classificação ecológica, com base em dados climáticos, para o território brasileiro localizado entre 16 e 20° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da região de estudo

O presente estudo foi realizado na área do território brasileiro compreendida entre os paralelos 16 e 24° latitude sul e entre os meridianos 48 e 60° de longitude oeste, envolvendo parte das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e, em menor escala, Sul. Essa área abrange o Estado do Mato Grosso do Sul, o sul dos Estados de Mato Grosso e Goiás, o Triângulo Mineiro, o oeste do Estado de São Paulo e o norte do Estado do Paraná.

A porção norte do Estado do Paraná pertence, de acordo com Maack (1968), citado por TROPPEMAIR (1990), ao compartimento geomorfológico denominado Terceiro Planalto ou Traap do Paraná. Dentro desse compartimento predomina, na região de estudo, os Blocos Planálticos de Cambará e São Gerônimo, a nordeste, e o Bloco do Planalto de Apucarana, a norte e noroeste. Apresentando maiores altitudes a leste, o relevo, de planaltos tabulares, diminui gradativamente até atingir o rio Paraná, quando as cotas altimétricas acusam 300 m. A região é invadida ora por massas polares ora por massas tropicais, provindas do Chaco, originando o clima Cfa a noroeste e o Cfb a norte e nordeste, de acordo com a classificação de Köppen (BRASIL, 1981). Os principais grandes grupos de solo na região são o Latossolo Roxo, Latossolo

Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo (MÜLLER, 1956; SOUZA, 1971; TROPMAIR, 1990).

O relevo do Estado de São Paulo revela a transição entre duas paisagens, sendo uma caracterizada pelo relevo acidentado e alto das regiões cristalinas da porção leste, e a outra, a oeste, associada aos terrenos sedimentares da bacia do rio Paraná, com relevo mais suave e homogêneo. Essa região a oeste do Estado de São Paulo faz parte da área de estudo. Denominada Planalto Ocidental, a área compõe parte do Planalto Central da Bacia do Paraná e está delimitada, a leste, pelas Cuestas Basálticas. O Planalto Ocidental apresenta relevo uniforme e monótono, composto por uma sucessão de campos ondulados, onde a maior parte da área encontra-se a menos de 600 m de altitude, atingindo aproximadamente 300 m à medida que se aproximam do rio Paraná, na divisa oeste do Estado (AB´SÁBER, 1956). De acordo com CERON (1972), na região do Planalto Ocidental predomina relativa homogeneidade pedológica, sendo 90% dos solos provenientes do arenito Bauru, com ou sem cimento calcário. A região oeste de São Paulo apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, dois tipos climáticos, sendo o Cwa na região central e sul e o Aw na região norte (VIANELLO e ALVES, 1991). A vegetação da região foi intensamente reduzida, em decorrência da ocupação humana (agropecuária, urbanização e silvicultura). Em recente levantamento da vegetação brasileira, a região foi caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual (vegetação secundária com atividade agrícola), com ocorrência de pequenas manchas de Savana e Áreas de Tensão Ecológica (VELOSO et al., 1991).

O Estado de Mato Grosso do Sul é o único inteiramente incluído na área de estudo. Sua geomorfologia é caracterizada por regiões bem distintas, com estreitas relações decorrentes das duas grandes bacias hidrográficas do Estado, a bacia do Paraná, a leste, e a do Paraguai, a oeste. Percebem-se quatro fisionomias distintas no relevo. Na parte oriental, o relevo é constituído por planaltos, patamares e chapadões inseridos na Bacia Sedimentar do Paraná. Na região oeste do Estado estende-se vasta superfície rebaixada, recoberta por sedimentos quaternários, constituindo o Pantanal Mato-Grossense e a depressão do Alto

Paraguai. Entremeando essas regiões rebaixadas, há o relevo irregular, representado pela Serra da Bodoquena e as Morrarias do Urucum-Amolar. São identificadas 25 classes de solo no Estado do Mato Grosso do Sul, sendo os principais o Latossolo Vermelho-Escuro, as Areias Quartzosas, o Latossolo Roxo, o Podzol Hidromórfico e os Planossolos, que correspondem, juntos, a aproximadamente 50% dos solos do Estado. De acordo com a classificação de Köppen, ocorrem dois tipos climáticos nesse Estado: o AW, que é o de maior abrangência, e o Cfa, presente apenas no sul (SEPLAN, 1990). A vegetação do Estado de Mato Grosso do Sul é caracterizada por paisagens fitogeográficas diversificadas, sendo representada por várias fisionomias de Savana, Savana-Estépica (Vegetação Chaquenha), Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, além das áreas de Formações Pioneiras e de Tensão Ecológica. Em sua grande maioria, a vegetação apresenta-se com modificação parcial ou total, em decorrência de atividades antrópicas (VELOSO et al., 1991).

No Triângulo Mineiro, a geomorfologia é caracterizada pela predominância do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Os grandes grupos de solo que ocorrem na região são Latossolo Vermelho-Escuro álico, em grande proporção, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo álico e Latossolo Roxo distrófico, que é encontrado principalmente margeando os principais rios da região. A vegetação é caracterizada pela ocorrência de Savana e Floresta Estacional Decidual, estando ambas sob forte pressão para a implantação de pastagens (BRASIL, 1983). A altitude apresenta variação entre 800 e 1.200 m a leste, diminuindo, no sentido oeste, para 200 a 500 m (GOLFARI, 1975). Na região prevalece, em sua maior parte, o clima tropical úmido, cuja temperatura do mês mais frio é superior a 18 °C, correspondendo à denominação Aw da classificação de Köppen, e a leste, em menor área, o clima mesotérmico úmido (Cwa e CWb) (ANTUNES, 1986).

A área incluída do Estado de Goiás corresponde àquela abaixo do paralelo 16° sul e compreende, aproximadamente, à metade do Estado. Suas principais formações geomorfológicas são o Planalto Central Goiano, localizado a nordeste da região de estudo, composto pelas subunidades Planalto do Alto Tocantins-

Paranaíba e Planalto Rebaixado de Goiânia, além das Depressões Intermontanas; a noroeste, a região abrange parte da Depressão do Araguaia; e a sudoeste, predominam as formações do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, pertencente ao grande grupo do Planalto e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (BRASIL, 1983). Os principais tipos de solo são Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Roxo, Cambissolo e Areias Quartzosas (NASCIMENTO, 1992; AMARAL FILHO, 1993). Sua vegetação é caracterizada pela ocorrência de Savana, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Áreas de Tensão Ecológica, com atividade antrópica (BRASIL, 1983). De acordo com NIMER (1977), a área do Estado de Goiás incluída no presente estudo apresenta, a norte e nordeste, clima quente semi-úmido, com quatro a cinco meses secos; ao extremo sul, clima quente úmido, com três meses secos; e a sudoeste, clima subquente úmido, com três meses secos.

A área envolvida do Estado de Mato Grosso apresenta Depressão do Guaporé e Planaltos Residuais do Alto Guaporé, a oeste; Província Serrana e Planícies e Pantanaís Moto-Grossenses, no centro-sul; e Planalto dos Guimarães e Planalto do Taquari-Itiquira, a leste (BRASIL, 1982). Os solos são diversos, como Lateritas Hidromórficas, Areia Quartzosa distrófica, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, Solos Gley eutróficos, Solos Aluviais eutróficos (BRASIL, 1982; IBDF, 1984). A vegetação, também caracterizada por intensa atividade antrópica, é composta por Savana e, em pequenas proporções, Áreas de Tensão Ecológica, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual (BRASIL, 1982). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (VIANELLO e ALVES, 1991).

2.2. Seleção das variáveis

As variáveis utilizadas no presente trabalho são, em sua maioria, as mesmas utilizadas por ACOSTA (1997), MOREIRA (1997) e ANDRADE (1998), para a classificação ecológica das Regiões Sul, Sudeste e Nordeste do

Brasil, respectivamente. A definição das variáveis foi feita de modo a selecionar aquelas que constituem os mais importantes elementos do clima para as atividades agrícola e florestal da região de estudo (Quadro 1). Entretanto, considerando os trabalhos mencionados, foram excluídas as variáveis precipitação total média dos meses de janeiro, abril, julho e outubro e a variável umidade relativa média anual. Considerou-se que a precipitação seria satisfatoriamente representada pelas variáveis porcentagem de chuva nos trimestres e que a umidade relativa média anual não apresenta informações relevantes.

Quadro 1 - Variáveis utilizadas para classificação ecológica da região estudada

Variáveis
1 – ALTEST – Altitude da estação ou posto meteorológico (m)
2 – TMINJAN – Temperatura mínima de janeiro (°C)
3 – TMINABR – Temperatura mínima de abril (°C)
4 – TMINJUL – Temperatura mínima de julho (°C)
5 – TMINOUT – Temperatura mínima de outubro (°C)
6 – TMEDJAN – Temperatura média de janeiro (°C)
7 – TMEDABR – Temperatura média de abril (°C)
8 – TMEDJUL – Temperatura média de julho (°C)
9 – TMEDOUT – Temperatura média de outubro (°C)
10 – TMEDAN – Temperatura média anual (°C)
11 – TMAXJAN – Temperatura máxima de janeiro (°C)
12 – TMAXABR – Temperatura máxima de abril (°C)
13 – TMAXJUL – Temperatura máxima de julho (°C)
14 – TMAXOUT – Temperatura máxima de outubro (°C)
15 – URMEDJAN – Umidade relativa média de janeiro (%)
16 – URMEDABR – Umidade relativa média de abril (%)
17 – URMEDJUL – Umidade relativa média de julho (%)
18 – URMEDOUT – Umidade relativa média de outubro (%)
19 – PTMAN – Precipitação média anual (mm)
20 – PCT1 – Porcentagem média de chuvas no primeiro trimestre (%)
21 – PCT2 – Porcentagem média de chuvas no segundo trimestre (%)
22 – PCT3 – Porcentagem média de chuvas no terceiro trimestre (%)
23 – PCT4 – Porcentagem média de chuvas no quarto trimestre (%)
24 – NMDH – Número de meses com déficit hídrico
25 – VDH – Valor do déficit hídrico
26 – IETPAN * - Índice de evapotranspiração potencial anual (mm)
27 – ETV – Evapotranspiração acumulada no verão (%)
28 – Ih * – Índice hídrico (mm)
29 – Ia * – Índice de aridez (mm)
30 – Im * – Índice de umidade efetiva (mm)

* Variáveis extraídas do balanço hídrico de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955).

No conjunto de variáveis utilizadas, foram incluídos os componentes do balanço hídrico exigidos para classificar o clima das regiões, segundo o sistema de classificação climática de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955).

2.3. Obtenção dos dados

Os dados utilizados no presente trabalho foram obtidos das normais climatológicas relativas do período de 1961 a 1990, oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (BRASIL, 1992), complementados com dados oriundos das Estações Meteorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), das Estações Meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), da Estação Meteorológica da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal) e das Estações Meteorológicas Direção de Meteorologia e Hidrologia do Paraguai (DMHP).

Em razão do número reduzido de estações meteorológicas, foram utilizados dados de precipitação oriundos de postos pluviométricos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP), da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Estado do Paraná (SUDEHRSA) e do Centro Nacional de Dados Climáticos (NCDC – USA). Os postos pluviométricos localizados no território brasileiro foram selecionados, considerando a altitude do local e o período de observação. Para regiões com grande variação na altitude, foi selecionado um maior número de postos pluviométricos. Com relação ao período de observação, foram priorizados os postos com no mínimo 15 anos de observação, que apresentavam dados cujos períodos estivessem dentro daqueles referentes às normais climatológicas. Para as regiões com número limitado de postos pluviométricos e estações meteorológicas, o critério de coincidência do período de observação com as normais climatológicas (de 1961 a 1990) foi desconsiderado. Esse critério foi

também utilizado por GROENEWOUD (1984), que justificou a possível perda de exatidão, resultante dessa consideração, como preferível à perda de informação decorrente do uso de menor número de estações em determinada região.

Foram selecionados, também, postos pluviométricos e estações meteorológicas localizados a 1° de latitude e longitude, além da área delimitada para o presente estudo, com o objetivo de eliminar o efeito de borda no processo de interpolação. A distribuição espacial das estações meteorológicas (60) e dos postos pluviométricos (414) na área de estudo pode ser observada na Figura 1.

Foram utilizados, também, os dados estimados de temperaturas mínima, média e máxima, mensais e anual, para localidades desprovidas de dados climatológicos completos, mediante o emprego de equações de regressão ajustadas para a região de estudo, conforme discutido no Capítulo 1.

Após a obtenção dos dados, foram calculadas as percentagens de chuva por trimestre, em relação à precipitação total média anual, bem como o balanço hídrico, conforme THORNTHWAITE e MATHER (1955), considerando uma capacidade de armazenamento de água no solo de 100 mm. A partir do balanço hídrico, foram calculados os índices hídrico, de aridez e de umidade efetiva e a evapotranspiração acumulada no verão, de acordo com os critérios adotados por esses autores.

2.4. Divisão da área de estudo

Em virtude das dificuldades de processamento dos dados quando foram utilizados os limites de cada Estado nos trabalhos desenvolvidos por MARTINS et al. (1992a) e ANDRADE (1995), a área foi dividida em blocos de 4° x 4°. De acordo com ACOSTA (1997), MOREIRA (1997) e ANDRADE (1998), esta divisão facilita, especialmente, a interpolação de dados, utilizando-se redes de quadriculas subdivididas em grande número de células de pequenas dimensões. As áreas que excederam esses limites e as que, em razão de seu pequeno tamanho, não justificaram a construção de um novo bloco foram incorporadas aos blocos adjacentes (Figura 2).

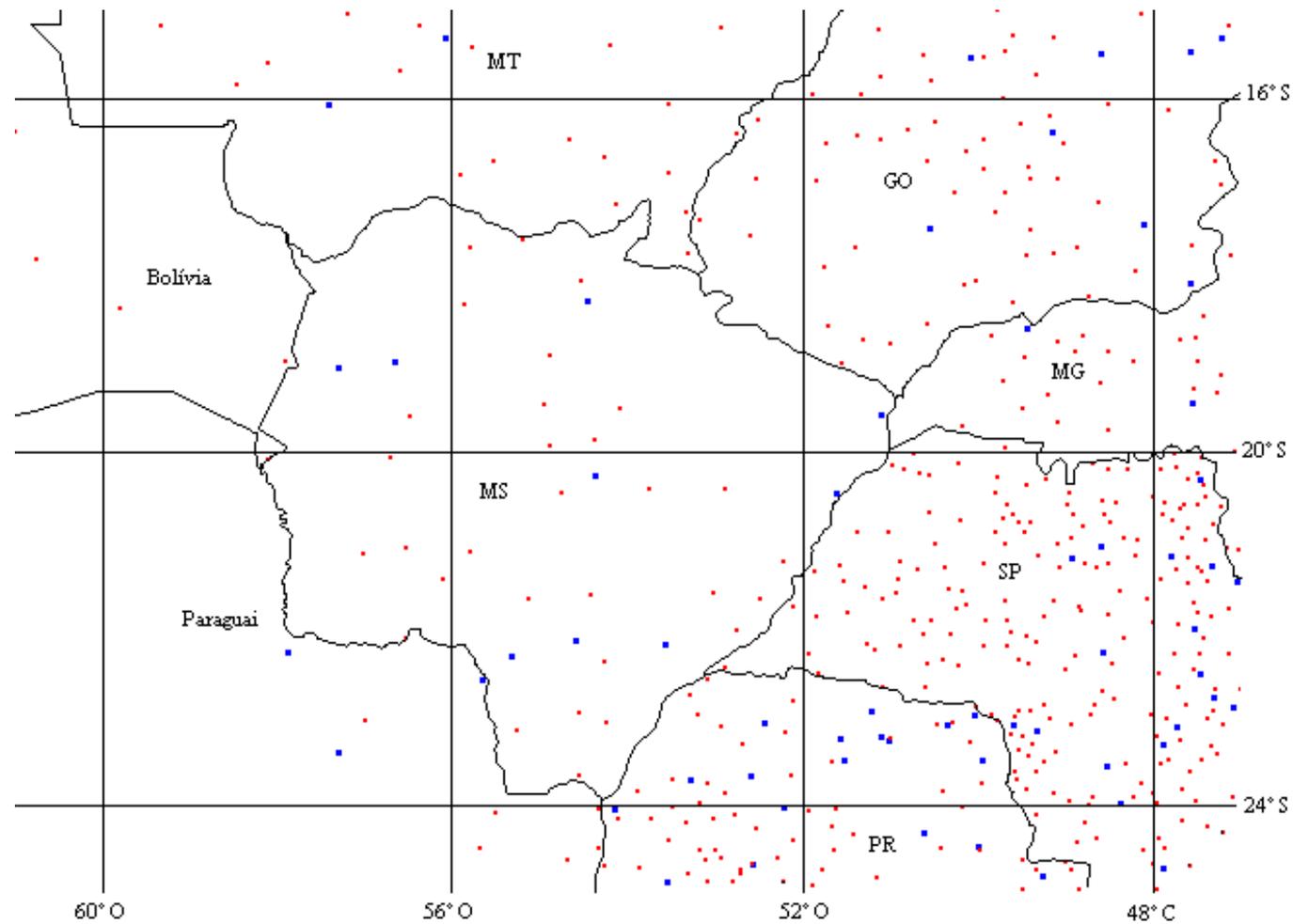


Figura 1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas (■) e dos postos pluviométricos (■) utilizados para classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste.

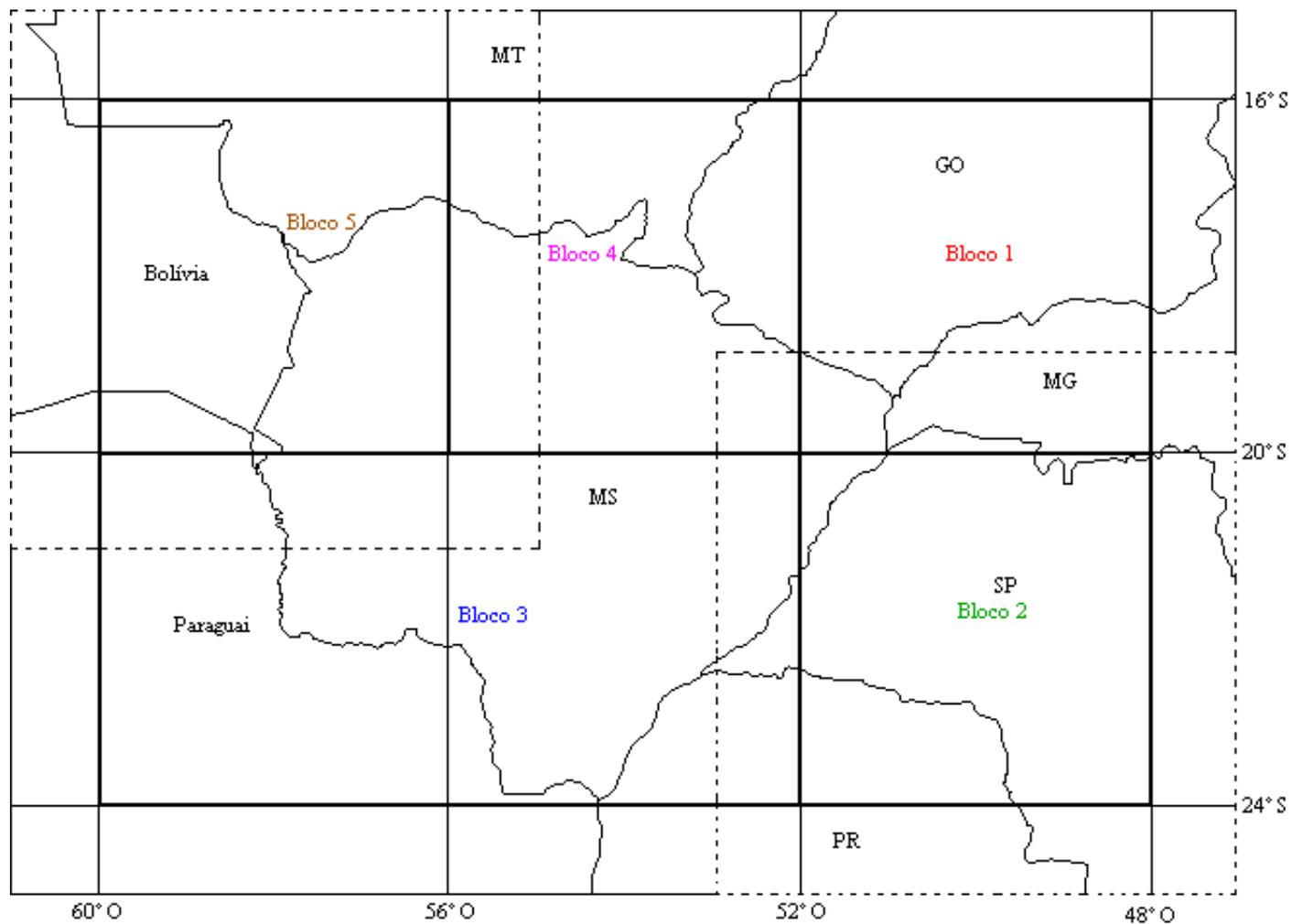


Figura 2 - Divisão da área de estudo em blocos (linhas contínuas grossas) para interpolação, apresentando áreas de acréscimo de um grau (linhas tracejadas – blocos 2 e 5).

Com o objetivo de obter uma rede de pontos eqüidistantes e distribuídos em toda área de estudo, com valores a serem interpolados, os blocos foram divididos em células de, aproximadamente, 15,8 x 15,8 km, seguindo a metodologia apresentada por MARTINS et al. (1992b) e ANDRADE et al. (1999).

2.5. Interpolação dos dados

A interpolação dos dados foi efetuada com o intuito de obter uma rede de células uniformemente distribuídas na área de estudo, de modo a viabilizar a aplicação subsequente de técnicas estatísticas, conforme mencionado por REIS et al. (1993).

O processo de interpolação utilizado foi aquele que considera o inverso da distância, elevado a um expoente, descrito por NALDER e WEIN (1998):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{Z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^p}}$$

em que

Z = variável estimada;

Z_i = valor da variável observada no local i ;

d = distância do local que terá o valor interpolado até o local i ;

N = número de pontos de observação; e

p = valor do expoente.

Para esse procedimento, foi utilizado o *software* IDRISI para Windows, versão 3.2, utilizando-se o módulo INTERPOL. Neste método de interpolação, também utilizado por BOOTH e JONES (1998), para cada célula a ser interpolada, a distância até o ponto de observação a ser utilizado é determinada e

o seu inverso, elevado a um expoente, é computado. Cada um dos valores considerados (normalmente 6, e no mínimo 4) é multiplicado pelo seu respectivo inverso da distância, elevada a um expoente preestabelecido, sendo todos esses valores somados. Posteriormente, a soma dos valores é dividida pela soma do inverso das distâncias, elevadas ao expoente. Eleva-se a distância a um expoente pelo fato de o critério dar maior peso ao ponto mais próximo (EASTMAN, 1999). Para o presente trabalho, foi selecionado o expoente 2 para as interpolações das variáveis cujos blocos apresentavam maior disponibilidade de postos e estações (blocos 1 e 2), e o expoente 4 para aquelas cujos blocos apresentaram menor disponibilidade de dados (blocos 3, 4 e 5). Este procedimento foi adotado com o objetivo de conferir maior peso aos valores reais mais próximos aos pontos interpolados naqueles blocos, cujos postos pluviométricos e estações meteorológicas encontravam-se muito distantes.

2.6. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do *software* SAEG, versão 8.0 (Sistema de Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

A análise fatorial foi aplicada à matriz de valores interpolados, com o objetivo de reduzir o conjunto de variáveis, a partir da obtenção dos fatores independentes, extraídos desta matriz. O número de fatores retidos foi definido em função do percentual de explicação da variância original. MENEZES et al. (1978) consideram 60% de explicação um valor satisfatório para dados regionais. Entretanto, nos trabalhos de classificação ecológica desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa, conforme MARTINS et al. (1992a), ANDRADE (1995, 1998), ACOSTA (1997) e MOREIRA (1997), assumiu-se como ideal um percentual de explicação da variância original superior a 80%. Este percentual de explicação foi também considerado mínimo para o presente trabalho. Uma vez obtidos os fatores, foram extraídas destes apenas as cargas fatoriais com correlação superior a 70%, por serem mais significativas na

representação da variância explicada pelo fator considerado (KIM, 1975; RIBEIRO, 1983; MARTINS et al., 1992a). As cargas fatoriais das respectivas variáveis extraídas de cada fator retido formaram uma composição linear, gerando índices. Por meio de um processamento matemático, foram gerados valores para cada uma das células geradas pela interpolação, e estes valores constituíram os dados para a análise de agrupamento. Assim feito, obteve-se uma matriz (matriz de escores) com um número significativamente menor que o da matriz de dados interpolados.

Posteriormente à análise fatorial, os dados foram submetidos à análise de agrupamento, que tem por objetivo formar grupos ou classes de indivíduos, de tal forma que os indivíduos dentro de um grupo são mais semelhantes que os indivíduos de outros grupos (Redy, 1983, citado por ACOSTA, 1997). Com este objetivo, seguindo os critérios de ANDRADE (1998), foi utilizada a técnica de agrupamento não-hierárquico, com o método convergente de agrupamento.

Ao realizar essa análise, obtiveram-se grupos de indivíduos, ou de células, definindo regiões homogêneas quanto aos valores interpolados, para o conjunto de variáveis.

Para definição do número de grupos, inicialmente, foram feitas análises com o número de grupos predefinidos em seis, oito e dez. A escolha do número de grupos ideal para a área de estudo seguiu os critérios mencionados por ACOSTA (1997), que assim descreveu:

- procurar não dividir a região em número excessivamente grande de grupos, que possa significar a presença de muitos subgrupos constituídos por uma ou poucas células;
- não generalizar em demasia, o que significaria um baixo aproveitamento da capacidade desta metodologia em identificar diferenças entre grupos, advindas da interação e inter-relações de um elevado número de variáveis;
- encontrar analogias com outros trabalhos deste tipo realizados para a região e procurar analisar a lógica do agrupamento com base nas condições ecológicas de cada região; e

- considerar o grau de acerto dos diferentes agrupamentos, o qual é fornecido pela análise discriminante.

Após executada a análise de agrupamento, foi realizada a análise discriminante, com os objetivos de testar a integridade dos agrupamentos, determinar se alguns grupos poderiam ser fundidos ou se as unidades de observação poderiam ser reaplicadas para outros grupos, bem como determinar a influência de variáveis individuais na formação dos grupos (LAVEN, 1982).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Interpolação dos dados

A divisão da área total para interpolação de dados com o uso do *software* IDRISI gerou um total de 4.704 células de, aproximadamente, 15,8 x 15,8 km, equivalendo a uma área de 249,6 km² por célula. ASPIAZÚ et al. (1989) usaram células de 35 x 35 km, entretanto uma diminuição neste tamanho foi adotada em trabalhos recentes, como os de MARTINS et al. (1992a) e ANDRADE et al. (1999), que utilizaram células de 15,4 x 15,4 km e 15,2 x 15,2 km, respectivamente. Estes autores justificam o menor tamanho das células com base na redução do risco de estimativas errôneas pela presença de obstáculos como serras, uma vez que, nestas condições de relevo, pequenas variações na distância podem gerar grandes variações nas condições climáticas, especialmente temperatura, em razão da mudança de altitude.

As células fora da área de estudo, nos territórios da Bolívia e do Paraguai, foram eliminadas, restando, de um total de 4.704 células, apenas 3.788, distribuídas nos cinco blocos da área de estudo, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Número de colunas, linhas e células que constituem cada um dos cinco blocos em que foi subdividida a área de estudo, para fins de interpolação

Bloco	Número de Colunas	Número de Linhas	Número de Células
1	28	28	784
2	28	28	784
3	56	28	1.568
4	28	28	784
5	28	28	784
Total	-	-	4.704

Feitas as interpolações das variáveis, cada célula passou então a corresponder a uma “estação climática virtual”, cujos valores incluídos na área de estudo, excluindo a bordadura de 1^o, serviram de base para a realização da análise fatorial.

3.2. Análise fatorial

A análise fatorial foi realizada, utilizando como base uma matriz de dados constituída por 3.788 linhas (número total de células) e 30 colunas (número total de variáveis), totalizando 113.640 dados.

Para definição do número de fatores a serem retidos, foi seguida a metodologia utilizada por ACOSTA (1997), que considerou que os fatores devem ter autovalores maiores que 1; que a porcentagem de explicação do fator não deve ser menor que 5%; e que um fator não pode conter menos de duas variáveis com carga fatorial igual ou superior a 0,7.

Com base nos parâmetros mencionados, o resultado da análise fatorial definiu a retenção de três fatores, que apresentaram 86,75% de explicação acumulada dos valores originais (Quadro 2). Este valor está dentro da faixa aceita em recentes trabalhos de classificação ecológica. REIS et al. (1999) obtiveram 94% de explicação acumulada ao efetuar uma classificação ecológica para o

Estado da Paraíba. Porém, ANDRADE (1998), ao elaborar uma classificação ecológica para a Região Nordeste do Brasil, obteve 82,27% de explicação.

As composições lineares (índices) foram elaboradas, seguindo o modelo de regressão linear múltipla, tendo como variáveis independentes as variáveis climáticas cujas cargas fatoriais apresentaram valores superiores a 0,7, conforme destacado no Quadro 2. Neste quadro estão apresentadas, na primeira coluna, as variáveis utilizadas na análise; e na segunda, as comunalidades, que representam as porcentagens de explicação da variância de cada variável climática, por parte dos três fatores retidos. Nas outras colunas estão demonstrados os valores das correlações das variáveis (cargas fatoriais) com os fatores correspondentes.

Observa-se, no Quadro 2, que as variáveis temperatura média máxima de julho, temperatura média máxima de outubro, precipitação média anual, porcentagem de chuva do quarto trimestre, umidade relativa de julho, valor do déficit hídrico, número de meses com déficit hídrico e índice de aridez não apresentaram carga fatorial superior a 0,7, tendo sido, conseqüentemente, excluídas dos índices resultantes da análise. As variáveis temperatura média máxima de julho e outubro também foram excluídas pela análise fatorial na classificação climática realizada para a Região Nordeste do Brasil (ANDRADE, 1998), enquanto a porcentagem de chuva no quarto trimestre e o valor do déficit hídrico foram eliminados no trabalho de REIS et al. (1999), desenvolvido para Estado da Paraíba.

3.2.1. Índice térmico de altitude e balanço hídrico (ITABH)

Este índice corresponde ao fator 1 e apresenta 60,97% da explicação acumulada da variância dos dados originais, correspondendo ao fator, dentre os três selecionados, com maior explicação. Sua composição é sustentada por 15 variáveis climáticas, apresentadas a seguir: ALTEST (altitude da estação ou posto meteorológico), TMINJAN (temperatura mínima de janeiro), TMINABR (temperatura mínima da abril), TMINJUL (temperatura mínima de julho),

Quadro 2 - Resultado da análise fatorial, incluindo os fatores depois da rotação e as respectivas comunalidades e cargas fatoriais para cada variável utilizada na classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 20° latitude sul e entre 48 e 60° longitude oeste

Variáveis ¹	Comunalidades	Fatores		
		1	2	3
ALTEST	0,939	<u>0,880</u>	-0,356	-0,194
TMINJAN	0,927	<u>-0,919</u>	0,040	0,286
TMINABR	0,938	<u>-0,888</u>	-0,278	0,269
TMINJUL	0,880	<u>-0,812</u>	-0,409	0,232
TMINOUT	0,901	<u>-0,827</u>	-0,394	0,249
TMEDJAN	0,900	<u>-0,913</u>	-0,071	0,250
TMEDABR	0,973	<u>-0,847</u>	-0,437	0,253
TMEDJUL	0,974	<u>-0,714</u>	-0,651	0,202
TMEDOUT	0,974	<u>-0,799</u>	-0,543	0,204
TMEDAN	0,975	<u>-0,864</u>	-0,423	0,224
TMAXJAN	0,899	<u>-0,908</u>	0,062	0,264
TMAXABR	0,925	<u>-0,845</u>	-0,362	0,281
TMAXJUL	0,934	-0,664	-0,661	0,235
TMAXOUT	0,826	-0,662	-0,560	0,274
PTMAN	0,512	0,637	-0,315	0,081
PCT1	0,797	-0,144	<u>-0,881</u>	0,033
PCT2	0,861	-0,015	<u>0,927</u>	0,050
PCT3	0,928	0,181	<u>0,946</u>	-0,039
PCT4	0,481	0,145	-0,654	-0,180
URMJAN	0,829	-0,223	-0,531	<u>0,706</u>
URMABR	0,936	-0,477	-0,205	<u>0,816</u>
URMJUL	0,865	-0,351	0,534	0,676
URMOUT	0,844	-0,202	0,195	<u>0,875</u>
IETPAN	0,966	<u>-0,853</u>	-0,386	0,299
ETV	0,856	0,075	<u>0,922</u>	-0,018
VDH	0,827	-0,625	-0,610	0,253
NMDH	0,758	-0,660	-0,564	0,057
Ih	0,869	<u>0,916</u>	-0,159	-0,062
Ia	0,825	-0,559	-0,687	0,202
Im	0,904	<u>0,938</u>	0,103	-0,119
Autovalores		18,29	5,91	1,82
% de Explicação		60,97	19,71	6,07
% Explicação Acumulada		60,97	80,68	86,75

1 - Vide descrição das variáveis em Material e Métodos.

TMINOUT (temperatura mínima de outubro), TMEDJAN (temperatura média de janeiro), TMEDABR (temperatura média de abril), TMEDJUL (temperatura média de julho) TMEDOUT (temperatura média de outubro), TMEDAN (temperatura média anual), TMAXJAN (temperatura máxima de janeiro), TMAXABR (temperatura máxima de abril), IETPAN (índice de evapotranspiração potencial anual), Ih (índice hídrico) e Im (índice de umidade efetiva). A combinação linear dessas variáveis climáticas, com suas respectivas cargas fatoriais, gerou o índice térmico de altitude e balanço hídrico (ITABH), apresentado a seguir:

$$\begin{aligned} \text{ITABH} = & - 0,880\text{ALTEST} - 0,919\text{TMINJAN} - 0,888\text{TMINABR} \\ & - 0,812\text{TMINJUL} - 0,827\text{TMINOUT} - 0,913\text{TMEDJAN} - 0,847\text{TMEDABR} \\ & - 0,714\text{TMEDJUL} - 0,799\text{TMEDOUT} - 0,864\text{TMEDAN} - 0,908\text{TMAXJAN} \\ & - 0,845\text{TMAXABR} - 0,853\text{IETPAN} + 0,916\text{Ih} + 0,938\text{Im} \end{aligned}$$

A designação de ITABH ao índice referente ao primeiro fator retido na análise fatorial foi feita ao considerar a predominância das variáveis referentes à temperatura e a inclusão das variáveis altitude, índice de evapotranspiração potencial anual, índice hídrico e índice de umidade efetiva, sendo as três últimas variáveis extraídas do balanço hídrico de Thornthwaite. Na composição do ITABH, além de se observar grande predominância das variáveis referentes à temperatura, destacam-se as variáveis índice de umidade efetiva e índice hídrico, que apresentam a primeira e a terceira maiores cargas fatoriais, com valores de 0,938 e 0,919, respectivamente, enquanto a temperatura média de julho e temperatura média de outubro foram as menores.

Comparando os índices gerados pelo primeiro fator retido no presente estudo com aqueles resultantes dos trabalhos de MARTINS et al. (1992a), ACOSTA (1997), MOREIRA (1997), ANDRADE (1998) e REIS et al. (1999), conclui-se que as variáveis referentes à temperatura são importantes em trabalhos de classificação ecológica. Além disto, a afirmação de ACOSTA (1997) de que as variáveis relativas às temperaturas mínima e média são mais importantes que

as da temperatura máxima pode, em parte, ser reforçada, uma vez que, neste trabalho, as variáveis temperatura máxima de julho e temperatura máxima de outubro não apresentaram carga fatorial superior a 0,7, em nenhum dos três fatores. Deve-se acrescentar também, entre as variáveis importantes em trabalho de classificação ecológica, a altitude, uma vez que esta variável apresentou cargas fatoriais superiores a 0,7 no primeiro fator das análises fatoriais realizadas nos trabalhos de MARTINS et al. (1992a), ACOSTA (1997), MOREIRA (1997) e REIS et al. (1999), assim como no presente trabalho.

3.2.2. Índice da distribuição de precipitação e da evapotranspiração de verão (IDPEV)

Este índice é composto pelas cargas fatoriais retidas no segundo fator, apresentando explicação da variância dos dados originais de 19,71%, e acumulando um total de 80,68% de explicação. Sua composição é feita pelas variáveis PCT1 (porcentagem média de chuvas no primeiro trimestre), PCT2 (porcentagem média de chuvas no segundo trimestre), PCT3 (porcentagem média de chuvas no terceiro trimestre) e ETV (evapotranspiração acumulada no verão). Dentre estas, a porcentagem média de chuvas no terceiro e no segundo trimestres apresenta as maiores cargas fatoriais, como pode ser observado a seguir:

$$\text{IDPEV} = - 0,881\text{PCT1} + 0,927\text{PCT2} + 0,946\text{PCT3} + 0,922\text{ETV}$$

Considerando a não-inclusão de variáveis referentes à precipitação mensal no presente trabalho, pode-se inferir que a representação deste elemento climático pelas porcentagens trimestrais de chuva foi, em parte, satisfatoriamente aceita pela ocorrência de três, das quatro variáveis, referentes à distribuição trimestral de chuvas. Esta aceitação é ainda reforçada pelo fato de nos trabalhos realizados por MARTINS et al. (1992a), ANDRADE (1995) e ACOSTA (1997) nenhuma variável referente à precipitação ter apresentado carga fatorial maior que 0,7 no primeiro fator. No trabalho de ANDRADE (1998), para a Região

Nordeste do Brasil, apenas a variável precipitação média de abril apresentou carga fatorial superior a 0,7 no primeiro fator.

3.2.3. Índice da umidade relativa (IUR)

O índice de umidade relativa é o resultado da combinação linear das variáveis URMJAN (umidade relativa média de janeiro), URMABR (umidade relativa média de abril) e URMOUT (umidade relativa média de outubro), que apresentaram cargas fatoriais superiores a 0,7 no terceiro fator, como apresentado a seguir:

$$\mathbf{IUR} = 0,706\mathbf{URMJAN} + 0,816\mathbf{URMABR} + 0,875\mathbf{URMOUT}$$

Nos trabalhos realizados por MARTINS et al. (1992a), ANDRADE (1995) e ACOSTA (1997), as variáveis referentes à umidade relativa compuseram os índices referentes ao segundo fator, enquanto no trabalho de ANDRADE (1998) e no presente trabalho as variáveis referentes à umidade relativa compuseram o índice referente ao terceiro fator. A freqüente ocorrência de cargas fatoriais acima de 0,7 entre as variáveis referentes à umidade também fornece indícios da importância dessas variáveis em trabalhos de classificação ecológica.

No presente trabalho, esse índice explica a variância dos dados originais de 6,07%, acumulando 86,74% de explicação.

3.3. Análise de agrupamento e análise discriminante

A análise de agrupamento foi realizada conforme a metodologia de ANDRADE (1995), tendo sido adotados a opção de agrupamento não-hierárquico e o método convergente. A base de dados para a análise foi criada ao utilizar os três índices definidos anteriormente, que resumem as características fundamentais derivadas das 30 variáveis inicialmente analisadas. Assim sendo,

os valores numéricos dos três índices foram calculados para cada uma das 3.788 células, que, posteriormente, foram submetidos à análise de agrupamento.

Feitas essas considerações, de acordo com a metodologia, optou-se pela realização de uma análise adicional de agrupamento com sete grupos, uma vez aquelas com seis e oito grupos apresentaram-se coerentes, mas ainda sem um nível de informações adequado para as condições da região, tendo a de dez grupos ocasionado uma divisão excessiva da área. A análise de agrupamento com sete grupos apresentou resultado satisfatório, seguindo as tendências daquelas com seis e oito grupos, além de estar em concordância com as considerações descritas. No Quadro 3 está um resumo da análise de agrupamento, mostrando o número de indivíduos que compunham, inicialmente, cada um dos grupos.

Quadro 3 - Número de indivíduos que compunham inicialmente cada um dos grupos definidos pela análise de agrupamentos

Grupo	Número de Células
1	459
2	250
3	303
4	772
5	892
6	765
7	347

A análise discriminante, realizada após a análise de agrupamento com sete grupos, demonstrou haver 98,02% de acerto, sendo este percentual de acerto superior ao da análise de agrupamento com seis, oito e dez grupos, que apresentaram 97,73, 97,73 e 97,62% de acerto, respectivamente. Verificou-se que 98,02% de acerto, superior aos encontrados por ACOSTA (1997), ANDRADE (1998) e REIS et al. (1999), evidencia que 1,98% das células foram realocadas em outros grupos diferentes daqueles inicialmente definidos na análise de agrupamento. Considerando o total de 3.788 células da área de estudo, 1,98%

corresponde a 75 células realocadas (Quadro 4). Os resultados deste quadro mostram que em todos os grupos houve realocação de células. O grupo 2 foi o que teve maior percentual de células realocadas, sendo 3,6% para o grupo 3 e 3,2% para o grupo 1, seguido pelo grupo 1, com 6,1% das células realocadas para o grupo 2.

Os números em destaque no Quadro 4 dão uma idéia geral da porcentagem de células que permaneceram em seus grupos iniciais. Nesse quadro, pode-se observar, também, o número final das células, em cada grupo.

Quadro 4 - Síntese da classificação dos indivíduos fornecida pela análise discriminante. Os números em parênteses representam a porcentagem de células realocadas, ou mantidas nos respectivos grupos, calculadas em relação aos totais de indivíduos inicialmente incluídos em cada grupo

Grupos Iniciais	Grupos Após Análise Discriminante						
	1	2	3	4	5	6	7
1	431 (93,9)	28 (6,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2	8 (3,2)	233 (93,2)	9 (3,6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3	0 (0)	6 (1,98)	293 (96,7)	0 (0)	0 (0)	4 (1,32)	0 (0)
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	768 (99,48)	1 (0,13)	0 (0)	3 (0,39)
5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0,11)	889 (99,66)	2 (0,22)	0 (0)
6	0 (0)	0 (0)	5 (0,65)	0 (0)	4 (0,52)	756 (98,82)	0 (0)
7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (1,15)	0 (0)	0 (0)	343 (98,85)
Número Final dos Indivíduos nos Grupos	439	267	307	773	894	762	346

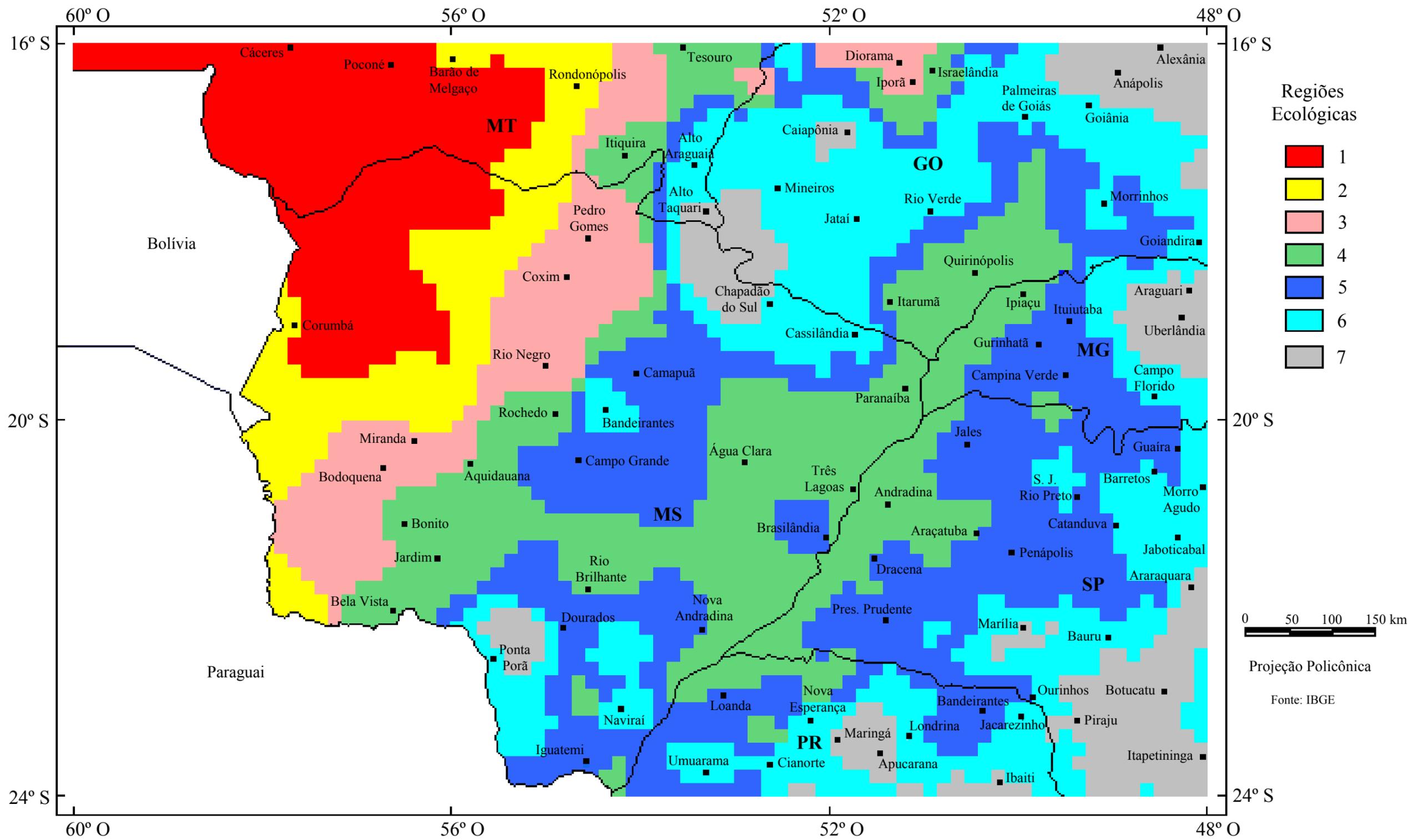
3.4. Delimitação e descrição das regiões ecológicas

Após a definição dos grupos, as células foram novamente realocadas nos mapas, assumindo feições de regiões geográficas. A definição da denominação numérica das regiões ecológicas obedeceu ao gradiente formado pelos valores médios interpolados de temperatura média anual (TMEDAN), ou seja, a região 1 apresenta o maior valor médio de temperatura média anual. ANDRADE (1998) utilizou como critério os valores médios interpolados de precipitação média anual, por considerar que tal variável caracterizava mais adequadamente as regiões ecológicas definidas em seu trabalho.

Ao delimitar as regiões ecológicas é importante mencionar o fato de que elas não constituem somente blocos contínuos, podendo estar fragmentadas dentro da área de estudo (Figura 3). Além disto, possíveis proximidades entre os valores de algumas variáveis de diferentes regiões não devem ser consideradas como indicativo de similaridade entre elas, em decorrência do nível de detalhamento adotado na metodologia. Este fato pode ser evidenciado ao se observarem os valores médios de precipitação média anual apresentados no Quadro 5. As regiões ecológicas 6 e 7 apresentaram valores médios semelhantes, em torno de 1.516 mm. Entretanto, as mesmas regiões apresentaram diferenças marcantes nos valores médios de altitude, com a região ecológica 7 atingindo valores máximos em torno de 1.100 m e a região 6, valores próximos a 770 m. Como consequência da variação da altitude, observa-se, também, variação nos valores de temperatura.

Outra consideração importante na descrição das regiões ecológicas diz respeito à importância de analisar as variáveis que não apresentaram carga fatorial superior a 0,7 na análise fatorial, mas que podem ser importantes na caracterização das regiões ecológicas. Como exemplo, destaca-se o valor do déficit hídrico (VDH), que, provavelmente, não apresentou carga fatorial superior a 0,7, em virtude de na maior parte da área de estudo (regiões 4, 5, 6 e 7) não ter sido registrada variação significativa nesta variável. Entretanto, quando estas regiões são comparadas com as regiões 1, 2 e 3, observa-se a importância dessa

Figura 3 - Regiões ecológicas delimitadas no território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste.



Quadro 5 - Valores interpolados mínimos, médios, máximos e amplitude das 29 variáveis climáticas e de altitude, para cada uma das sete regiões ecológicas do território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste

Variáveis		Regiões Ecológicas						
		1	2	3	4	5	6	7
ALTEST	Mínimo	88,2	92,6	90,0	163,2	257,3	413,3	554,9
	Médio	147,3	176,0	259,2	362,8	461,8	604,1	740,4
	Máximo	270,0	299,0	432,3	540,8	641,3	768,9	1099,7
	Amplitude	181,7	206,4	342,3	377,6	383,9	355,6	544,8
TMINJAN	Mínimo	19,8	19,9	20,9	20,0	18,5	17,2	16,2
	Médio	23,0	22,5	22,0	21,0	20,4	19,6	18,7
	Máximo	23,6	23,1	22,8	22,0	21,2	20,7	19,8
	Amplitude	3,8	3,1	1,8	1,9	2,7	3,5	3,5
TMINABR	Mínimo	20,8	20,1	18,7	17,5	16,6	15,4	14,0
	Médio	21,6	20,8	20,1	18,7	18,0	17,6	16,6
	Máximo	22,5	22,1	20,8	20,4	19,6	19,1	18,3
	Amplitude	1,7	1,9	2,1	2,9	3,0	3,6	4,3
TMINJUL	Mínimo	14,9	15,1	13,8	11,9	10,9	10,4	9,2
	Médio	16,7	16,1	15,3	13,9	13,3	13,1	12,1
	Máximo	18,6	17,6	16,4	16,1	15,4	15,6	14,2
	Amplitude	3,7	2,4	2,5	4,1	4,5	5,2	4,9
TMINOUT	Mínimo	21,0	20,5	19,6	17,3	16,4	15,1	13,4
	Médio	22,2	21,5	20,7	19,1	18,3	18,1	17,0
	Máximo	24,3	24,1	21,8	21,4	20,5	22,0	19,8
	Amplitude	3,3	3,5	2,1	4,0	4,1	6,9	6,3
TMEDJAN	Mínimo	26,0	25,1	24,8	24,2	23,2	22,0	20,0
	Médio	26,6	26,1	25,6	24,9	24,5	24,0	22,8
	Máximo	28,2	28,1	26,3	25,7	25,3	24,8	24,0
	Amplitude	2,1	2,9	1,4	1,4	2,1	2,8	3,9
TMEDABR	Mínimo	24,5	24,0	23,3	21,9	21,0	19,7	18,0
	Médio	26,0	24,9	24,5	23,5	22,9	22,5	21,2
	Máximo	26,7	26,0	25,8	25,5	24,7	24,1	23,1
	Amplitude	2,2	2,0	2,4	3,5	3,7	4,3	5,1
TMEDJUL	Mínimo	20,0	19,5	19,0	17,0	16,5	15,3	13,6
	Médio	21,9	20,9	20,5	19,4	18,8	18,7	17,5
	Máximo	23,1	22,6	22,4	22,1	21,5	21,1	20,3
	Amplitude	3,0	3,0	3,4	5,1	5,0	5,7	6,6
TMEDOUT	Mínimo	25,5	24,7	23,8	22,1	20,8	19,7	17,7
	Médio	26,8	25,8	25,3	24,1	23,4	23,2	21,8
	Máximo	27,7	27,2	27,0	26,7	25,8	25,2	24,3
	Amplitude	2,2	2,5	3,1	4,5	5,0	5,4	6,6
TMEDAN	Mínimo	24,3	23,7	23,0	21,5	20,6	19,1	17,1
	Médio	25,2	24,5	24,0	23,1	22,5	22,1	20,9
	Máximo	25,9	25,4	25,3	24,9	24,1	23,5	22,6
	Amplitude	1,5	1,7	2,2	3,3	3,5	4,3	5,5

Quadro 5, Cont.

Variáveis		Regiões Ecológicas						
		1	2	3	4	5	6	7
TMAXJAN	Mínimo	31,4	31,3	31,1	30,3	28,6	27,4	24,8
	Médio	32,4	32,0	31,6	31,0	30,5	29,7	28,4
	Máximo	32,7	32,4	32,1	31,5	31,5	30,9	29,6
	Amplitude	1,3	1,0	1,0	1,2	2,9	3,5	4,7
TMAXABR	Mínimo	29,9	29,9	29,7	28,6	27,2	25,6	23,0
	Médio	32,3	31,4	30,9	30,1	29,4	28,8	27,4
	Máximo	34,1	32,5	32,3	31,9	31,0	30,3	29,2
	Amplitude	4,2	2,6	2,5	3,2	3,7	4,7	6,2
TMAXJUN	Mínimo	26,5	26,5	26,4	24,2	23,4	21,6	18,6
	Médio	30,1	29,1	28,8	27,5	26,8	26,5	25,1
	Máximo	31,9	31,4	31,1	30,7	29,9	29,4	28,4
	Amplitude	5,3	4,8	4,7	6,4	6,5	7,7	9,7
TMAXOUT	Mínimo	29,8	29,8	29,5	28,5	27,3	25,7	22,7
	Médio	33,0	32,2	31,8	30,4	29,9	29,9	28,6
	Máximo	33,7	33,3	33,6	32,8	32,3	31,7	30,8
	Amplitude	3,9	3,5	4,1	4,2	5,0	6,0	8,1
PTMAN	Mínimo	1073,2	971,2	1205,8	936,2	1035,1	1197,2	1231,8
	Médio	1271,6	1235,7	1414,5	1417,3	1434,5	1516,0	1516,2
	Máximo	1460,6	1595,0	1828,8	1856,1	1740,7	1745,5	1822,2
	Amplitude	387,4	623,8	623,0	919,9	705,5	548,3	590,4
PCT1	Mínimo	31,8	30,3	28,1	21,4	23,6	25,7	28,6
	Médio	43,3	40,6	39,4	38,6	39,1	39,9	39,9
	Máximo	47,7	47,1	48,7	48,9	50,5	51,7	45,4
	Amplitude	15,9	16,8	20,6	27,4	26,8	25,9	16,8
PCT2	Mínimo	12,0	10,3	7,6	8,1	7,4	7,2	8,2
	Médio	13,6	14,5	14,3	15,0	14,5	13,6	13,7
	Máximo	19,9	20,4	21,5	24,6	25,1	25,4	22,2
	Amplitude	7,8	10,1	13,8	16,4	17,7	18,2	13,9
PCT3	Mínimo	5,2	5,5	3,6	4,0	4,0	4,0	4,1
	Médio	7,1	7,9	8,4	10,0	9,9	9,1	9,1
	Máximo	10,5	11,8	13,4	17,4	19,7	18,4	18,9
	Amplitude	5,2	6,2	9,8	13,3	15,6	14,4	14,8
PCT4	Mínimo	30,9	31,5	35,2	31,5	29,6	26,9	28,9
	Médio	34,6	36,8	37,6	36,2	36,4	37,2	37,1
	Máximo	41,0	39,4	41,5	43,8	44,8	47,4	43,9
	Amplitude	10,0	7,9	6,3	12,3	15,2	20,5	15,0
URJAN	Mínimo	72,0	71,9	72,0	71,3	69,7	67,8	61,0
	Médio	82,5	80,3	78,5	78,9	78,7	78,4	77,5
	Máximo	85,1	84,9	83,5	84,6	84,6	84,5	82,6
	Amplitude	13,1	12,9	11,4	13,2	14,9	16,6	21,6
URABR	Mínimo	74,8	74,8	73,0	67,4	65,6	63,9	57,7
	Médio	82,5	79,9	77,1	75,9	75,1	74,6	74,6
	Máximo	85,5	85,2	82,6	81,0	81,0	80,5	78,5
	Amplitude	10,7	10,4	9,5	13,5	15,4	16,6	20,8

Quadro 5, Cont.

Variáveis		Regiões Ecológicas						
		1	2	3	4	5	6	7
URJUL	Mínimo	65,5	63,7	56,7	55,8	55,5	54,0	50,2
	Médio	74,6	71,6	66,6	66,7	66,2	64,8	65,4
	Máximo	80,9	80,5	75,2	77,9	77,9	76,2	76,4
	Amplitude	15,4	16,8	18,5	22,1	22,4	22,2	26,2
UROUT	Mínimo	66,2	65,1	64,5	64,5	63,3	63,2	63,9
	Médio	74,2	70,7	67,3	68,5	67,9	67,4	68,6
	Máximo	76,7	76,4	73,0	80,8	80,9	79,7	75,6
	Amplitude	10,5	11,3	8,6	16,3	17,6	16,5	11,6
IETPAN	Mínimo	1351,8	1218,4	1152,2	1058,3	991,3	908,0	796,9
	Médio	1457,5	1347,3	1283,0	1171,7	1116,3	1085,5	995,1
	Máximo	1537,8	1472,0	1426,1	1371,8	1285,6	1211,0	1126,5
	Amplitude	185,9	253,6	273,8	313,4	294,3	302,9	329,6
ETV	Mínimo	28,1	28,2	28,1	27,9	27,5	27,3	26,0
	Médio	30,7	31,9	31,6	32,1	32,3	31,5	31,4
	Máximo	37,8	37,6	35,8	36,2	36,3	35,9	36,1
	Amplitude	9,6	9,4	7,7	8,2	8,8	8,5	10,1
VDH	Mínimo	197,0	109,6	8,2	0,2	0,0	0,0	0,0
	Médio	300,6	225,8	122,0	68,5	62,5	75,9	60,7
	Máximo	344,7	327,5	346,1	296,7	267,6	256,8	194,2
	Amplitude	147,7	217,8	337,9	296,5	267,6	256,8	194,2
NMDH	Mínimo	7,0	6,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Médio	8,0	7,8	5,9	4,7	4,1	3,8	3,5
	Máximo	11,0	11,0	7,0	8,0	7,0	7,0	6,0
	Amplitude	4,0	5,0	4,0	8,0	7,0	7,0	6,0
IA	Mínimo	14,3	8,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Médio	20,5	16,5	9,1	5,5	5,3	6,6	5,7
	Máximo	22,4	22,3	24,2	22,1	21,2	21,3	17,1
	Amplitude	8,0	14,2	23,5	22,1	21,2	21,3	17,1
IH	Mínimo	0,0	0,0	6,0	1,1	12,1	25,8	31,2
	Médio	6,6	8,4	19,7	26,7	34,2	46,9	58,6
	Máximo	17,7	28,9	46,9	54,9	58,9	71,5	79,8
	Amplitude	17,7	28,9	40,8	53,8	46,7	45,7	48,6
Im	Mínimo	-22,4	-22,4	-3,2	-15,7	-5,7	11,6	28,5
	Médio	-13,9	-8,2	10,5	21,2	28,9	40,3	52,8
	Máximo	-1,9	12,3	33,3	54,7	55,5	71,5	78,7
	Amplitude	20,5	34,7	36,5	70,4	61,2	59,9	50,2

variável para sua caracterização. Assim sendo, para a melhor caracterização das regiões, bem como para o melhor aproveitamento dos resultados apresentados na Figura 3, os valores interpolados das variáveis climáticas, apresentados no Quadro 5, deverão ser cuidadosamente analisados.

Na descrição das regiões ecológicas, além dos comentários sobre características geomorfológicas, de solo e de vegetação, também foram definidos os tipos de clima, segundo a classificação climática de Thornthwaite. Para isto, foram considerados os valores médios interpolados das variáveis climáticas utilizadas em tal classificação.

3.4.1. Região ecológica 1

A região ecológica 1 está situada na região noroeste do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo grande parte do município de Corumbá, e sudoeste do Estado de Mato Grosso, envolvendo os municípios de Cáceres e Poconé, com uma área de, aproximadamente, 110.000 km². Essa região está incluída, em sua maioria, na região tradicionalmente conhecida como Pantanal Mato-Grossense. A região é caracterizada por ser uma depressão, com altitude média de 147 m, mínima de 82 e máxima de 270 m, sendo os valores mais elevados observados na faixa do extremo oeste, no Estado de Mato Grosso. Esta área mais elevada não está incluída dentro do limite fisiográfico do Pantanal, de acordo com GODOI FILHO (1986). A temperatura média anual da região apresenta valores médios de 25,2 °C. Em média, a temperatura do mês de outubro apresenta-se, dentre aquelas avaliadas no estudo, como a mais elevada (26,8 °C), enquanto a mais baixa é observada no mês de julho (21,9 °C). As mais baixas temperaturas mínimas ocorrem no mês de julho, variando de 14,9 a 18,6 °C, enquanto a temperatura máxima atinge, em média, 33 °C em outubro. A precipitação média anual da região varia de 1.073 a 1.460 mm, com o período chuvoso concentrando 43,3% da precipitação no primeiro trimestre do ano e 34,6%, no quarto. A região apresenta valor médio de déficit hídrico anual de 300 mm, que podem estar distribuídos entre 7 e 11 meses do ano. Os índices de evapotranspiração potencial

anual (IETPAN), de aridez (Ia) e de umidade efetiva (Im) assumem valores, em média, iguais a 1.457 mm, 20,5 e -13,9, respectivamente. De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima da região é C₁A'sa', ou seja, subúmido seco, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e concentração da evapotranspiração, neste período, em média igual a 30,7%.

A geomorfologia da área é representada pelas depressões do Alto Paraguai, ao norte, e, em sua maior parte, pela Depressão do Pantanal. Região de topografia plana e cotas baixas, constitui uma grande depressão, onde ocorre predominância de solos hidromórficos que apresentam má drenagem, em consequência de inundações periódicas e prolongadas. Na parte central e sul, os solos de maior ocorrência são o Podzol Hidromórfico e Planossolo. A parte norte da região é formada, predominantemente, por solos que possuem o horizonte subsuperficial de textura mais argilosa: Laterita Hidromórfica, Planossolo, Solonetz Solodizado, Vertissolo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Glei Pouco Húmico e Solos Aluviais (AMARAL FILHO, 1986).

A vegetação da região pode ser caracterizada como um mosaico de fisionomias de Savana, incluindo Savana Arbórea Densa, Savana Arbórea Aberta, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa, com presença de manchas de áreas de tensão ecológica (VELOSO et al., 1991).

3.4.2. Região ecológica 2

A região ecológica 2 apresenta-se como uma borda da região ecológica 1, além de uma pequena área no extremo sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, que não está inserida dentro do limite fisiográfico do Pantanal. Entretanto, a parte norte desta região penetra na área de influência do Pantanal. Essa área de influência é caracterizada como sendo aquela fora da região geográfica, mas que constitui a área fonte de água e sedimentos para a região fisiográfica do Pantanal (GODOI FILHO, 1986). Na região ecológica 2, de aproximadamente 66.654 km², inicia-se a caracterização de um gradiente crescente de altitude na região do Pantanal, onde são observados valores que variam de 92 a 299 m, demonstrando,

portanto, ser ligeiramente mais elevada que a região ecológica 1. A temperatura média anual da região apresenta valores que vão de 23,7 a 25,4 °C, com média de 24,4 °C. A temperatura média mensal do mês mais frio (julho) é, em média, 20,9 °C, enquanto a do mês mais quente (janeiro) é 26,1 °C. As temperaturas máxima e mínima atingem valores extremos nos meses de outubro e julho, quando ocorrem valores médios de 32,2 e 16,1 °C, respectivamente. A precipitação na região ecológica 2 está concentrada no primeiro e último trimestres do ano, que somadas correspondem a 77,4% da precipitação anual, cujo valor médio é de 1.236 mm. O número de meses com déficit hídrico varia em torno de 6 a 11. Os índices de evapotranspiração potencial anual, aridez e umidade efetiva assumem valores, em média, igual a 1.347 mm, 16,5 e -8,2, respectivamente. De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima da região é C₁A'ra', ou seja, subúmido seco, megatérmico, com deficiência de água pequena ou nula e concentração da evapotranspiração no verão, em média, igual a 31,9%. A inclusão das regiões ecológicas 1 e 2, ambas inseridas dentro da fitogeografia do Pantanal, dentro de um clima megatérmico está de acordo com os resultados de ALFONSI e CAMARGO (1986).

A região ecológica 2 está localizada em uma zona de transição entre a Depressão do Pantanal e a Depressão do Alto Paraguai e Serra da Bodoquena, ao sul, e, a leste e nordeste, na zona de transição da Depressão do Pantanal com as Serras de Maracaju-Campo Grande e de São Jerônimo, respectivamente (BRASIL, 1982). Os principais tipos de solo da região são os Litólicos e Solonetz Solodizado na região isolada ao sul; Podzol Hidromórfico, Vertissolo e Planossolo distrófico na região próxima ao paralelo 20°; e, no sentido norte, Latossolo Vermelho-Escuro álico, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (AMARAL FILHO, 1986).

Os tipos de vegetação natural que ocorrem na região ecológica 2 apresentam-se bastante semelhantes àqueles que ocorrem na região ecológica 1, com predominância de Savana em suas diferentes fisionomias, juntamente com áreas de Tensão Ecológica. Entretanto, no extremo sul da região, bem como na pequena área isolada no sudoeste, ambas no Estado de Mato Grosso do Sul, é

encontrada vegetação do tipo Savana Estépica nas fisionomias Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa (VELOSO et al., 1991), refletindo, talvez, a influência da Província Chaquenha, limitando a oeste desta última área (ADÂMOLI, 1986).

As regiões ecológicas 1 e 2 apresentam características peculiares de contrastes estacionais caracterizados pelas constantes inundações e por períodos de seca, ocasionados pela elevada evapotranspiração e permeabilidade dos sedimentos que compõem a grande maioria dos solos da região. Como consequência, as atividades agropecuárias sofrem os efeitos da falta de água estacional, causando prejuízos (SILVA, 1986). Estas características ligadas ao clima têm uma grande importância para a região, no sentido de dificultar o desenvolvimento da sua economia, ora por causa das inundações oriundas dos planaltos, que formam a borda do Pantanal, e das cheias do rio Paraguai, ora por causa das secas periódicas. Esta peculiaridade influenciou as atividades econômicas da região, as quais estão baseadas em extensas propriedades dedicadas à pecuária bovina, num sistema de criação tradicionalmente extensivo, no qual a agricultura ocupa uma posição de pequena importância econômica (GARCIA, 1981; SANT'ANNA NETO, 1989).

3.4.3. Região ecológica 3

A região ecológica 3 está delimitada em dois blocos, sendo um, com maior dimensão, em faixa contínua que vai do sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo os municípios de Bodoquena, Miranda, Coxim e Pedro Gomes, até o sudeste do Estado de Mato Grosso; e o outro, com menor dimensão, localizado a sudoeste do Estado de Goiás, abrangendo os municípios de Diorama e Iporã. Em conjunto, a região abrange aproximadamente 73.639 km².

Dando seqüência ao gradiente de elevação da altitude iniciado na região ecológica 2, essa região apresenta valores de altitude que vão de 90 a 423 m, com valor médio em torno de 260 m. A temperatura média anual da região é, em

média, de 24 °C, apresentando uma amplitude de 2,2 °C, que é superior àquelas encontradas nas regiões ecológicas 1 e 2. Os menores valores de temperatura mínima são observados no mês de julho, com valor médio de 15,3 °C, enquanto a temperatura máxima média do mês de outubro apresenta valor médio em torno de 31,8 °C. Quando se comparam os dados de temperaturas mínima, média e máxima entre as regiões 1, 2 e 3, observa-se ligeira diminuição dos valores médios, que, em parte, reflete as alterações do relevo que ocorrem na região onde estão inseridas as três regiões. Quanto aos valores de precipitação média anual, a região ecológica 3 apresenta valor médio de 1.414 mm, caracterizando, também, a transição da área de estudo em termos de áreas com maior e menor valor anual de precipitação. As chuvas na região 3 estão concentradas no primeiro e quarto trimestre do ano, perfazendo um total de 77%, mantendo, assim, ao contrário do volume, a característica de distribuição de chuvas ao longo do ano, semelhante às regiões ecológicas 1 e 2. Os índices de evapotranspiração potencial anual, de aridez e de umidade efetiva na região ecológica 3 apresentam valores médios de 1.283 mm, 9,1 e 10,5, respectivamente. Com base neste dados, a região é classificada como C₂A'ra', de acordo com a classificação de Thornthwaite, caracterizando-se como uma região de clima subúmido, megatérmico, com deficiência de água pequena ou nula e com evapotranspiração potencial acumulada no verão de 31,6%, em média.

A geomorfologia da região 3 apresenta características bastante diferenciadas entre seus blocos. No bloco isolado, localizado a sudoeste do Estado de Goiás, destaca-se a Depressão do Araguaia. O bloco que compõe a borda do Pantanal nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul é caracterizado pela presença da unidade geomorfológica do Planalto dos Guimarães, ao norte, e, na parte central, pelos Planaltos do Taquari-Itiquira (Serra de São Jerônimo) e de Maracaju-Campo Grande (Serra do Pantanal e de Maracaju). A parte sul da região é composta por pequena parte da Depressão do Pantanal e da Depressão do Rio Paraguai, culminando com o Planalto da Bodoquena, onde está inserida a Serra da Bodoquena (BRASIL, 1982, 1983; NASCIMENTO, 1992).

Na região ecológica 3 observa-se uma variação importante no que diz respeito à qualidade dos solos, em decorrência da miscelânea entre os de melhor e os pior qualidade. Na região denominada Borda do Pantanal observa-se, ao sul, solos, em geral, de melhor qualidade, como Terra Roxa Estruturada, Latossolo Vermelho-Escuro álico e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico. Na pequena área inserida na Depressão do Pantanal e nas áreas central e norte da região ecológica 3, observam-se a ocorrência de Areia Quartzosa álica, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro álico e Latossolo Roxo distrófico. Na área isolada, no Estado de Goiás, observam-se pequenas manchas de solos como Latossolo Roxo distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, Cambissolo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (BRASIL, 1982, 1983; AMARAL FILHO, 1993).

A vegetação predominante na região ecológica 3 é do tipo Savana, com grande ocorrência de áreas com atividade antrópica. Ao sul da região, são observadas manchas de Savana com atividades antrópicas, Savana Arbórea Densa e Floresta Estacional Decidual Submontana, ocorrendo esta última na Serra de Bodoquena. Na área central observam-se manchas de diversas fisionomias de Savana, com grande área coberta por Savana Arbórea Aberta, e ao norte verifica-se a predominância de áreas de Savana com atividade antrópica. Na região localizada a sudoeste do Estado de Goiás predominam áreas caracterizadas como de Tensão Ecológica, porém com atividade antrópica (VELOSO et al., 1991).

A maior intensidade de atividades antrópicas que caracterizam as áreas de vegetação natural da região ecológica 3 pode estar refletindo a melhor condição do clima e, também, do solo desta região, o que favorece as atividades agropecuárias, em comparação às regiões 1 e 2. Outra característica que também pode ter favorecido a intensidade de atividade antrópica na região ecológica 3 é o fato de serem poucas as áreas afetadas por inundações (AMARAL FILHO, 1986), ao contrário do que ocorre nas regiões ecológicas 1 e 2.

A ocorrência de serras, caracterizando a Borda do Pantanal, é uma das principais características da região ecológica 3. Entretanto, na área situada ao sul

do Estado de Mato Grosso do Sul, nas imediações do município de Bodoquena, está localizado o Planalto de Bodoquena, que não foi devidamente caracterizado, quando analisados os dados de interpolação da variável altitude das estações e dos postos pluviométricos. Mesmo com a utilização de informações de altitude dos postos pluviométricos existentes nos municípios de Aquidauana, Miranda e Bonito, tal feição geográfica não pôde ser evidenciada. Além desta consideração, é importante mencionar a escassa disponibilidade de estações meteorológicas e postos pluviométricos na região do Pantanal (Figura 1), onde foram delimitadas as regiões ecológicas 1, 2 e 3. Estas observações também foram feitas por IBDF (1984) e ZAVATINI (1992).

3.4.4. Região ecológica 4

A região ecológica 4 abrange parte do sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, onde se destacam os municípios de Bela Vista, Jardim e Bonito. Esta área é interligada a outra, com maior proporção, que abrange as margens do rio Paranaíba, entre os Estados de Goiás e Minas Gerais; grande parte das margens do rio Paraná, entre os Estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul; até pequena parte das margens do rio Paranapanema, na divisa dos Estados de São Paulo e Paraná. Além dessas áreas, existem outras, de menor dimensão, distribuídas na região sul do Estado de Mato Grosso, englobando os municípios de Tesouro e Itiquira; outras no sudoeste de Goiás, na divisa dos Estados de Minas Gerais e São Paulo; e no norte do Estado do Paraná, totalizando, aproximadamente, 190.225 km².

A altitude média da região ecológica 4 está em torno de 362 m, podendo atingir valores de 540 m na área situada no sudoeste de Goiás. A temperatura média anual da região varia de 21,5 a 24,9 °C, com valores médios de 23,1 °C. A mais baixa temperatura mínima média mensal ocorre no mês de julho, com valores médios de 13,9 °C, enquanto o valor mais elevado de temperatura máxima média mensal é observado no mês de janeiro, atingindo, em média, 31,0 °C. A precipitação média anual da região apresenta valores médios de

1.417 mm, apresentando, em média, cinco meses com déficit hídrico. A evapotranspiração potencial anual é da ordem de 1.172 mm e os índices de aridez e umidade efetiva apresentam valores médios de 5,5 e 21,2, respectivamente. De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, a região apresenta clima do tipo B₁rA'a', denominado clima úmido, com deficiência de água pequena ou nula, megatérmico e concentração da evapotranspiração no verão igual a 32,1%.

A geomorfologia da região é caracterizada principalmente pela Depressão do Alto Paraguai na área localizada na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul e pelo Planalto Central da Bacia do Paraná, que abrange a grande área, localizada às margens dos rios Paranaíba e Paraná, ao longo das divisas dos Estado de Minas Gerais e Goiás e de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Nas margens do rio Paraná também se destacam as Planícies Aluviais, que compõem o vale do Paraná. A área localizada no sul de Mato Grosso está inserida entre os Planaltos dos Guimarães e da Caiapônia, enquanto a área localizada no sudoeste de Goiás está sobre uma área de transição das Depressões do Alto Tocantins/Araguaia e Planalto Central (IBGE, 1993).

Dentre os principais tipos de solos que ocorrem nas áreas da região ecológica 4, destacam-se o Podzólico Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Roxo na região da Depressão do Alto Paraguai, no sudoeste de Mato Grosso do Sul; a ocorrência de Latossolo Roxo nas proximidades do município de Rio Brillante-MS; a ocorrência de Areia Quartzosa, Latossolo Vermelho-Escuro, com manchas de Podzólico Vermelho-Escuro, na região leste de Mato Grosso do Sul; Latossolo Vermelho-Escuro na divisa dos Estados de Minas Gerais e Goiás; manchas de Latossolo Roxo e de solos hidromórficos nas margens do rio Paraná; e na região oeste de São Paulo e extremo noroeste do Paraná predomina Latossolo Vermelho-Escuro (EMBRAPA, 1975, 1981; BRASIL, 1982, 1983; AMARAL FILHO, 1993).

Diversos tipos de formações vegetais ocorrem na região ecológica 4, predominando áreas de Savana e Floresta Estacional Semidecidual, caracterizadas, na grande maioria, por atividades antrópicas. A vegetação do tipo Savana predomina nas áreas localizadas no sudoeste e extremo leste de Mato

Grosso do Sul, sul do Mato Grosso e sudoeste de Goiás, enquanto a Floresta Estacional Semidecidual predomina na região oeste de São Paulo. Nas áreas localizadas no Triângulo Mineiro e sudoeste de Goiás não existe predominância entre os dois tipos de vegetação. Nessa região ecológica também são observadas Áreas de Tensão Ecológica, além de Áreas das Formações Pioneiras (influência fluvial) nas margens do rio Paraná, entre os Estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo (VELOSO et al., 1991).

3.4.5. Região ecológica 5

A região ecológica 5 está distribuída, de modo geral, em três grandes áreas. A maior estende-se do sul do Estado de Goiás, abrangendo parte do Triângulo Mineiro e grande parte do Planalto Ocidental Paulista, até atingir o extremo norte do Estado do Paraná, na região do município de Bandeirantes. A segunda área abrange parte da região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, englobando os municípios de Dourados e Iguatemi, e parte da região noroeste do Paraná. A outra área encontra-se distribuída na região central do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo os municípios de Campo Grande e Camapuã, apresentando pequenas disjunções que penetram no sul do Mato Grosso e Goiás. Com uma área de aproximadamente 249.640 km², a região ecológica 5 é a maior, dentre as demais, correspondendo a 23,66% da área de estudo.

Caracterizando uma tendência de elevação da altitude, quando comparada com a região ecológica 4, a região ecológica 5 apresenta valor médio de altitude em torno de 461 m. A temperatura média anual apresenta valor médio de 22,5 °C, com as temperaturas médias mensais de julho e janeiro atingindo valores médios de 18,8 e 24,4° C, respectivamente. A precipitação média anual da região é, em média, de 1.434 mm e está 75,5% concentrada no primeiro e quarto trimestres do ano. A região apresenta, em média, quatro meses do ano com déficit hídrico, que apresenta média anual de 62,5 mm. Os valores médios da evapotranspiração potencial anual são de 1.116 mm e os dos índices de aridez e de umidade efetiva são de 5,3 e 28,9, respectivamente. Nestas condições, a região ecológica 5 é

classificada pelo sistema de Thornthwaite como sendo B_{1r}B'a', denominada úmida, com pequena ou nula deficiência hídrica, mesotérmica, com evapotranspiração acumulada no verão igual a 32,3%.

A maior parte da região ecológica 5 está inserida no Planalto Central da Bacia do Paraná, atingindo, a oeste, parte do Patamar da mesma Bacia, nas proximidades de Campo Grande. As disjunções que avançam nos Estados de Mato Grosso e Goiás atingem áreas do Planalto de Caiapônia e Planalto Central, respectivamente, onde atingem altitudes em torno de 700 m nas áreas próximas aos municípios de Rio Verde e Palmeiras de Goiás, no Estado de Goiás. No Estado de São Paulo, a região ocupa a maior parte do Médio Planalto Ocidental Paulista, atingindo, no norte do Estado do Paraná, nas proximidades do município de Bandeirantes, áreas dos Blocos Planálticos de Cambará, inserido no Terceiro Planalto ou Traap do Paraná (SNPA, 1960; TROPMAIR, 1990; IBGE, 1993).

Nas áreas da região ecológica 5, que se encontram distribuídas do sul de Goiás ao norte do Paraná, bem como aquela situada na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, os principais tipos de solo são o Latossolo Roxo e o Latossolo Vermelho-Escuro. Este último, juntamente com o tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, é também predominante na região localizada no Médio Planalto de São Paulo e nas áreas ao norte do Paraná. Na áreas localizadas no centro do Mato Grosso do Sul e naquelas que se estendem para o Mato Grosso e Goiás, destacam-se também áreas com ocorrência de Areias Quartzosas (EMBRAPA, 1981; BRASIL, 1982, 1983; AMARAL FILHO, 1993).

Os principais tipos de vegetação que ocorrem na região são a Savana e a Floresta Estacional Semidecidual, devendo-se ressaltar que o primeiro predomina isoladamente nas áreas localizadas na região do Triângulo Mineiro e região central do Mato Grosso do Sul, e o segundo nas áreas localizadas em São Paulo e norte do Paraná. Nas áreas localizadas no sul do Estado de Mato Grosso do Sul e sul de Goiás observa-se a ocorrência dos mesmos tipos de vegetação, porém de maneira dispersa, tornando comuns áreas de Tensão Ecológica. Com exceção de uma área de Savana Arbórea Lenhosa, que ocorre na região ao norte do

município de Camapuã-MS, todas as demais, de modo geral, são caracterizadas por atividades antrópicas (VELOSO et al., 1991).

3.4.6. Região ecológica 6

A região ecológica 6 encontra-se distribuída ao sul do Estado de Mato Grosso do Sul, no norte do Estado do Paraná, interligada, no sentido norte, a áreas no Estado de São Paulo, Triângulo Mineiro e Goiás, onde está inserido o maior bloco, que também abrange pequenas áreas do norte do Mato Grosso do Sul e de Mato Grosso. A região totaliza uma área de aproximadamente 190.225 km², que representa 20% da área total de estudo. A altitude média é de 604 m, com máximo valor de 769 m. A temperatura média anual está próxima dos 22,1 °C, sendo as menores e maiores temperaturas médias mensais observadas nos meses de julho e janeiro, quando são observados valores médios de 18,7 e 24 °C, respectivamente. Os valores médios de precipitação média anual estão em torno de 1.516 mm, sendo 77,1% das chuvas concentradas no primeiro e no quarto trimestres do ano. A região apresenta valor médio de déficit hídrico de 75,9 mm, distribuídos, no máximo, em sete meses do ano. Os índices de evapotranspiração potencial, de aridez e de umidade efetiva atingem valores médios de 1.085 mm, 6,6 e 40,3, respectivamente. Com base na classificação climática de Thornthwaite, a região apresenta clima do tipo B_{2r}B'_{4a}', classificado como úmido, com pequena ou nula deficiência hídrica, mesotérmico e com 31,5% da evapotranspiração acumulada no verão.

Do ponto de vista das unidades geomorfológicas, o Planalto Central da Bacia do Paraná destaca-se por abranger grande parte da região, compondo as áreas no norte e sul do Estado de Mato Grosso do Sul, norte do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e parte das áreas do Estado de Goiás. No Estado de São Paulo, é importante ressaltar a coincidência da delimitação da região ecológica 6 com a região denominada Alto Planalto, que representa o patamar superior do Planalto Ocidental de São Paulo, onde se destacam os municípios de Bauru, Marília e Jaboticabal. Esta sub-região caracteriza a transição entre o relevo

acidentado das regiões cristalinas e as zonas de relevo mais suaves das estruturas peculiares ao Brasil Meridional. Além destas, outras áreas, situadas nos Estados de Goiás e Mato Grosso, estão delimitadas sobre o Planalto Rebaixado de Goiânia, inserido nas imediações dos municípios de Goiânia e Palmeiras de Goiás; e parte sobre os Planaltos dos Guimarães e de Caiapônia, a sudoeste de Goiás e sul do Mato Grosso (SNPA, 1960; BRASIL, 1982, 1983; NASCIMENTO, 1992).

De maneira geral, os solos mais comumente encontrados na região são o Latossolo Vermelho-Escuro e o Latossolo Roxo, nas áreas distribuídas nos Estado de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. Nas áreas localizadas no Estado de São Paulo ocorrem o Latossolo Vermelho-Amarelo e algumas manchas de Areia Quartzosa, enquanto nas áreas situadas no Paraná, ocorrem o Podzólico Vermelho-Amarelo e Terra Roxa Estruturada, sendo este último tipo de solo de ocorrência nas proximidades de Londrina (SOUZA, 1971; BRASIL, 1981; EMBRAPA, 1981; AMARAL FILHO, 1993).

Os dois principais tipos de vegetação predominantes na região são a Savana e a Floresta Estacional Semidecidual, sendo ambas, na maioria, caracterizadas por atividades antrópicas. Nas áreas situadas no Estado de São Paulo e norte do Estado do Paraná predomina a Floresta Estacional Decidual, sendo em poucas áreas do Paraná observadas manchas de Floresta Ombrófila Mista e em São Paulo, algumas áreas de Savana. Nas áreas localizadas no Estado de Goiás, principalmente nas proximidades de Goiânia, as áreas de Savana ocorrem dispersas, juntamente a áreas de Floresta Estacional Decidual e áreas de Floresta Estacional Semidecidual, proporcionando a ocorrência de Áreas de Tensão Ecológica. Nas áreas localizadas no Estado de Goiás, também são observados fragmentos de Savana Arbórea Aberta (VELOSO et al., 1991).

3.4.7. Região ecológica 7

A região ecológica 7 apresenta-se distribuída de modo bastante disperso, abrangendo, de modo geral, as regiões mais elevadas da área de estudo. A região

ocupa uma área de, aproximadamente, 86.375 km², o que representa 9,16% da área de estudo. A altitude média da região apresenta valores médios de 740 m, com valor máximo de 1.100 m, no município de Alexânia, no Estado de Goiás. Como consequência, as mais baixas temperaturas na área de estudo são observadas nessa região ecológica, onde a temperatura média anual atinge valor médio de 20,9 °C e a temperatura mínima mensal do mês de julho é, em média, 12,2 °C. A precipitação média anual atinge valores médios de 1.516 mm, com 77% das chuvas concentradas nos primeiro e quarto trimestres do ano. O valor médio do déficit hídrico da região é 60,7 mm, devendo ser destacado que o número de meses com déficit hídrico varia de 0 a 6. A evapotranspiração potencial anual apresenta valor médio de 995 mm, enquanto os índices de aridez e de umidade efetiva atingem valores médios de 5,7 e 52,8. De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, a região apresenta clima do tipo B₂rB'₃a', definido como úmido, mesotérmico, com pequena ou nula deficiência hídrica e 31,4% da evapotranspiração concentrada no verão.

As características geomorfológicas que se destacam nesta região são o Planalto Central da Bacia do Paraná, nas proximidades dos municípios de Ponta Porã-MS e Maringá-PR e na área delimitada no Triângulo Mineiro; os Patamares da Bacia do Paraná, nas proximidades de Ibaiti-PR; as Altas Cuestas Basálticas, também denominadas Cuesta de Botucatu, na área inserida no Estado de São Paulo; o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, na área próxima aos municípios de Anápolis-GO e Alexânia-GO; e o Planalto de Caiapônia, sobre o qual estão delimitadas a pequena área no município de Caiapônia-GO e a região localizada na área de divisa entre os Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (AB'SÁBER, 1956; BRASIL, 1983; NASCIMENTO, 1992; IBGE, 1993).

Entre os principais tipos de solos que ocorrem na região, destacam-se a Terra Roxa Estruturada, nas proximidades de Maringá e Apucarana, no Estado do Paraná, e o Latossolo Roxo, na região de Ponta Porã-MS. Este último tipo de solo também ocorre, em menores proporções, juntamente com o Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, nas regiões de Anápolis-GO e Uberlândia-MG. Na área situada nas divisas do Estado de Goiás, Mato Grosso e

Mato Grosso do Sul, observa-se grande predominância de Latossolo Vermelho-Escuro, porém em poucas áreas ocorre Areia Quartzosa. Na área inserida no Estado de São Paulo observa-se grande heterogeneidade de tipo de solo, destacando-se Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Roxo, Areia Quartzosa, Podzólico Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1981; BRASIL, 1982, 1983).

A vegetação natural predominante nas áreas localizadas no sul do Mato Grosso do Sul, em São Paulo e no Triângulo Mineiro são a Savana, a Floresta Estacional Semidecidual e as Áreas de Tensão Ecológica. Nas áreas localizadas no Estado do Paraná, observa-se a predominância de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, sendo esta em menor área, próxima ao município de Ibaiti. Na região de Anápolis e Alexânia, no Estado de Goiás, observa-se vegetação dos Tipos Savana e Floresta Estacional Decidual, com presença significativa de Áreas de Tensão Ecológica. Cabe ressaltar que a grande maioria da vegetação natural mencionada encontra-se em estágio secundário e sob influência antrópica, em razão da elevada atividade agropecuária. Na área localizada entre as divisas dos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul observa-se, além de vegetação do tipo Savana com atividade antrópica, significativa área com vegetação do tipo Savana Arbórea e Savana Parque. Entre essas áreas merece destaque aquelas onde não são caracterizadas atividades antrópicas, em decorrência, provavelmente, da implantação do Parque Nacional das Emas, que possui área total de 131.868 ha (VELOSO et al., 1991).

3.5. Análise crítica da classificação obtida em relação ao zoneamento ecológico de Golfari

A comparação dos resultados do presente estudo com aqueles obtidos por GOLFARI et al. (1978), para a mesma área, permite observar que, de certa forma, ambos apresentam coerência (Figuras 3 e 4), o que pode ser observado na delimitação da região do Pantanal Mato-Grossense, bem como pela definição de sua borda. Outras evidências podem ser constatadas quando são analisadas as

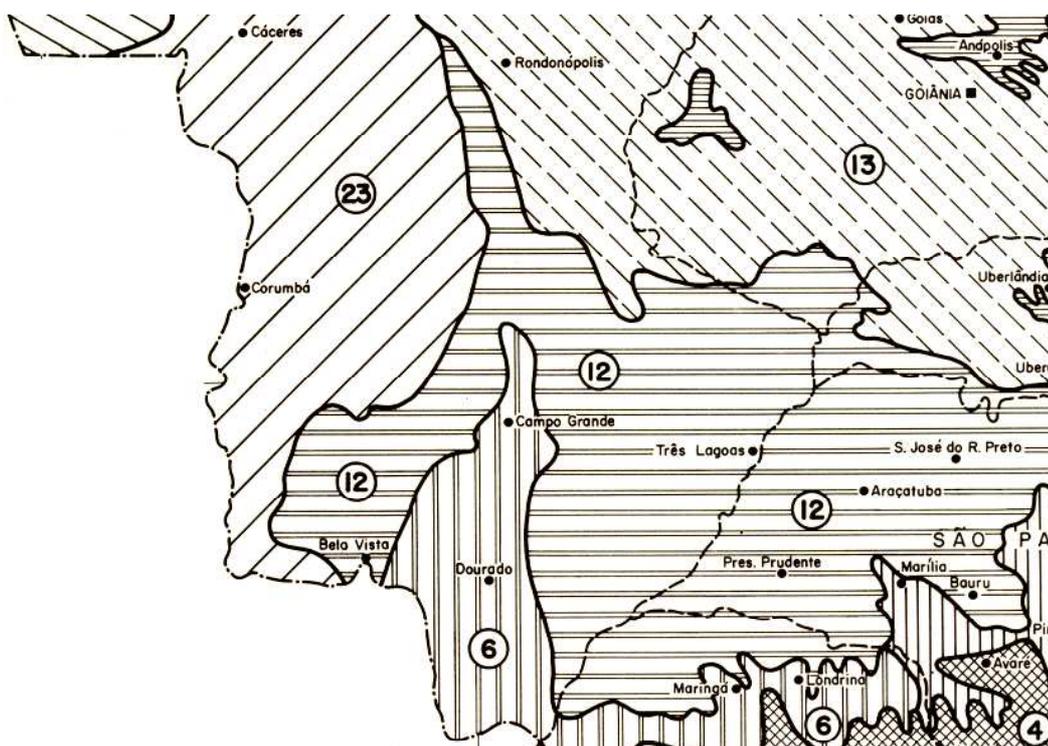


Figura 4 - Regiões bioclimáticas definidas por GOLFARI et al. (1978), para a área de estudo do presente trabalho.

definições de regiões na região do Triângulo Mineiro e no norte do Estado do Paraná. Além destas, merece destaque a definição da região nos extremos leste e oeste dos Estados de Mato Grosso do Sul e de São Paulo, respectivamente.

Ao efetuar uma análise mais detalhada, comparando as Figuras 3 e 4, constata-se que, no presente estudo, o resultado evidenciou maior sensibilidade na definição de regiões. Deste modo, é possível observar que: a região bioclimática 23 de Golfari (Figura 4) foi representada, de modo geral, pelas regiões 1 e 2 do presente estudo (Figura 3); a região bioclimática 12 foi redefinida pelas regiões ecológicas 3, 4 e 5; e as regiões bioclimáticas 13 e 6 foram representadas, principalmente, pelas regiões 5, 6 e 7.

O maior detalhamento na delimitação das regiões ecológicas obtidos no presente estudo pode ser, em parte, atribuído à maior disponibilidade de dados climáticos atualmente, quando comparado com os dados utilizados por GOLFARI et al. (1978). Ainda, deve-se considerar que os avanços na área de

informatização permitem um processamento de dados mais refinado, a exemplo da interpolação, bem como análises estatísticas mais eficazes que, certamente, refletiram com melhor precisão os resultados finais.

Ao alcançar melhor precisão na delimitação de regiões ecológicas, espera-se que a definição e indicação de materiais genéticos mais específicos para cada condição climática sejam alternativas a mais na busca de maior produtividade no setor florestal e agrícola.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- O procedimento de interpolação dos dados apresentou resultados satisfatórios, uma vez que os valores interpolados estavam em concordância com aqueles observados, tornando possível obter uma rede de dados distribuída de maneira uniforme em toda área de estudo.

- A análise fatorial é uma técnica eficiente para estudos de classificação ecológica que envolvem grande número de variáveis, pois é capaz de reduzir consideravelmente um número complexo de informações, mantendo satisfatório o nível de explicação de sua variância.

- A delimitação das regiões ecológicas foi capaz de estabelecer áreas bastante específicas, o que concorda com diversos trabalhos científicos que caracterizam a área de estudo.

- Quando o resultado deste trabalho é comparado com aquele desenvolvido por Golfari, em 1978, observa-se que, mesmo em regiões com limitações de dados climáticos, a metodologia utilizada foi capaz de apresentar maior sensibilidade na definição de regiões ecológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.23, p.5-38. 1956.
- ACOSTA, V.H. **Classificação ecológica do Território Brasileiro situado ao Sul do paralelo 24° S - uma abordagem climática**. Viçosa: UFV, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 105-106 p. (Documentos, 5).
- ALFONSI, R.R., CAMARGO, M.B.P. Condições climáticas para a região do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 29-49 p. (Documentos, 5).
- ALLEN, B.H. & DIAZ, D.V. Federal and state ecological site classification: two approaches with common goals. In: FERGUSON, D.E. (Ed.). **Proceedings - land classification: applications for resource management**. Moscow, 1989. p.7-21.
- AMARAL FILHO, Z.P. **Principais tipos de solos de Goiás e seus relacionamentos com a susceptibilidade à erosão**. IBGE: Rio de Janeiro, 49-66p. 1993. (Cadernos de Geociências, 9).

- AMARAL FILHO, Z.P. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 91-103p. (Documentos, 5).
- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do Estado da Paraíba**. Viçosa: UFV, 1995. 157p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- ANDRADE, L.A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a Leste do meridiano de 44° Oeste e ao Norte do paralelo 16° Sul – Uma abordagem climática**. Viçosa: UFV, 1998. 147p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 1. Interpolação de dados climáticos por aproximação numérica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.1, p.23-32. 1999.
- ANDRADE, L.A., REIS, M.G.F., REIS, G.G., COSTA, L.M. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 3. Delimitação e caracterização de sub-regiões ecológicas a partir de variáveis biopedológicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.2, p.207-214. 2000.
- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, 1986.
- ASPIAZÚ, C., RIBEIRO, G.A., RIBEIRO, J.C., ALVES, L.M. Preenchimento de células com dados climáticos de Minas Gerais estimados por digitalização de mapas isarítmicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.2, p.131-139, 1989.
- ASPIAZÚ, C., RIBEIRO, G.A., VIANELLO, R.L., RIBEIRO, J.C., VALENTE, O.F., PAULA NETO, F. Análise dos componentes principais aplicada na classificação climática do Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.1-15, 1990.
- BARNES, B.V., PREGITZER, K.S., SPIES, T.A., SPOONER, V.H. Ecological forest site classification. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.80, n.8, p.493-498, 1982.
- BOOTH, T.H., JONES, P.G. Identifying climatically suitable areas for growing particular trees in Latin America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.108, p.167-173. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Aptidão agrícola das terras do Paraná**. Brasília: BINAGRI, 1981. 140p.

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Folha SE.22 Goiânia**. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1983. 764p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Folhas SE. 21/20. Corumbá-Cuiabá**. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1982. 448P. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).
- CERON, A.O. Alguns padrões de utilização da terra agrícola no planalto ocidental de São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.47, p.3-26. 1972.
- DENTON, S.R., BARNES, B.V. An ecological climatic classification of Michigan: a quantitative approach. **Forest Science**, Bethesda, v.34, n.1, p.119-138. 1988.
- EASTMAN, J.R. **IDRISI for Windows: user's guide: version 3.2**. Worcester: Clark University, 1999. 2v.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1981.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa esquemático dos solos das regiões Norte, Meio-Norte e Centro-Oeste do Brasil (Texto explicativo)**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 553p. 1975.
- GARCIA, E.A.C. **Índices técnico-econômicos da região do Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1981. 81p. (Circular Técnica,7).
- GODOI FILHO, J.D. Aspectos geológicos do Pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 63-76 p. (Documentos, 5).
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. PRODEPEF: Belo Horizonte, 65p., 1975. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L., CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. PRODEPEF: Belo Horizonte, 66p., 1978. (Série Técnica, 10).
- GROENEWOUD, H.V. The climatic regions of New Brunswick: a multivariate analysis of meteorological data. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.14, n.2, p.389-394. 1984.

- HARE, F.K. Climatic classification. In: McBOYLE, G.R. (Ed.). **Climate in review**. Boston: Houghton Mifflin, 1973, p.69-109.
- IBDF. **Diagnóstico do setor florestal do Estado de Mato Grosso**. Brasília: IBDF, 354p. 1984.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1993.
- KIM, J. Factor analysis. In: NIE, N.H. (Ed.) **Statistical package for social sciences**. New York: McMillan, v.5, p.468-514. 1975.
- LAVEN, R.D. Establishing homogeneity in studies of forest succession. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.4, n.2, p.161-177, 1982.
- LINDENMAYER, D.B., MACKAY, B.G., NIX, H.A. The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia. **Australian Forestry**, Yarralumla, v.59, n.2, p.74-89. 1996.
- MACKAY, B.G., McKENNEY, D.W., YANG, Y., McMAHON, J.P., HUTCHINSON, M.F. Site regions revisited: a climatic analysis of Hills' site region for the province of Ontario using a parametric method. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, n.26, p.333-354, 1996.
- MARTINS, S.V., REIS, M.G.F., ASPIAZÚ, C., PEREIRA, J.F. Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.262-271. 1992b.
- MARTINS, S.V., REIS, M.G.F., SOUZA, A.L., ASPIAZÚ, C., REIS, G.G. classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.272-286. 1992a.
- MENEZES, A.C.F., FAISSOL, S., FERREIRA, M.L. Análise da matriz geográfica: estruturas e interrelações. In: FAISSOL, S.; FERREIRA, M.L.; MENEZES, A.C.F. et al. (Eds.) **Tendências atuais na geografia urbana regional: teorização e quantificação**. Rio de Janeiro: IBGE, p.67-109. 1978.
- MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° de latitude Sul e 48 e 39° 51' de longitude Oeste**. Viçosa: UFV, 1997. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MÜLLER, N.L. Contribuição ao estudo do norte do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.22, p.55-74. 1956.

- NALDER, I.A., WEIN, R.W. Spatial interpolation of climatic normals: test of a new method in the Canadian boreal forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, n.92, p.211-225. 1998.
- NASCIMENTO, M.A.L.S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.12, n.1, p.1-22, 1992.
- NEWNHAM, R.M. A classification of climate by principal component analysis and its relationship to tree species distribution. **Forest Science**, Bethesda, v.14, n.3, p.254-264, 1968.
- NIMER, E. Descrição, análise e interpretação conceitual do sistema de classificação de climas de C.W. Thornthwaite. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.39, n.1, p.87-109, 1977.
- NIMER, E., BRANDÃO, A.M.P. Balanço hídrico anual a partir de valores normais e tipologia climática. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.47, n.3/4, p.373-416, 1985.
- PATERSON, S.S.; GOODCHID, N.A.; BOYD, W.J.R. Classifying environments for sampling purposes using a principal component analysis of climatic data. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam.19, p.349-362, 1978.
- POWELL, J.M., MacIVER, D.C. **A summer climate classification for the forest area of the Prairie Provinces using factor analysis**. Alberta: Canadian Forest Service, 1977. 51p. (Information Report Nor-X-177).
- PRICE, D.T., McKENNEY, D.W., NALDER, I.A., HUTCHINSON, M.F., KESTEVEN, J.L. A comparison of two statistical methods for spatial interpolation of Canadian monthly mean climate data. **Agriculture and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.101, p.81-94. 2000.
- REDDY, S.J. Agroclimatic classification: numerical-taxonomic procedures – a review. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, p.435-457, 1983.
- REIS, M.G.F., ANDRADE, L.A., REIS, G.G., SOUZA, A.L. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 2. Delimitação e caracterização de regiões ecológicas a partir de variáveis climáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.2, p.139-149. 1999.
- REIS, M.G.F., MARTINS, S.V., TRISTÃO, R.A., REIS, G.G., ASPIAZÚ, C., COSTA, L.M., SOUZA, A.L., EUCLYDES, R.F. Classificação ecológica para reflorestamento: uma nova metodologia. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...Curitiba: SBS**, 1993. p.225-227.

- RIBEIRO, G.A. **Uma metodologia de classificação climática empregando análise fatorial e de agrupamento.** Viçosa: UFV, 1983. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- RUFINO, D.T.C. **Zoneamento ecológico para o cultivo da seringueira no Estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1986. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- SANT'ANNA NETO, J.L. Algumas considerações sobre a dinâmica climática da porção sudeste do Pantanal Mato-grossense. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.87, 75-88. 1989.
- SCHLATTER, J.E., GERDING, V. Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile. **Bosque**, Santiago, v.16, n.2, p.13-20. 1995.
- SCHÖNAU, A.P.G. Problems in using vegetation or soil classification in determining site quality. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n.141, p.13-18, 1987.
- SEPLAN - Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e Tecnologia. Atlas multirreferencial - Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: SEPLAN, 1990. 25 p.
- SERRA, A. Climatologia no Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v.36, n.257, p.104-194. 1978.
- SILVA, T.C. Contribuição da geomorfologia para o conhecimento e valorização do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 77-90 p. (Documentos, 5).
- SNPA - Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro: SNPA, 634p. 1960.
- SOUZA, M.A.A. Paraná: o quadro geográfico, histórico e econômico do processo de urbanização. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.46, p.38-87. 1971.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance.** New Jersey: Centerton, 1955. 104 p. (Publications in climatology, 8).
- TREWARTHA, G.T. **An introduction to climate.** New York: McGraw-Hill Book, 1968. 408p.

- TRISTÃO, R.A., REIS, M.G.F., COSTA, L.M., SOUZA, A.L. Classificação ecológica de uma região do Estado de Minas Gerais: uma abordagem biopedológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.201-212, 1997.
- TROPPMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.8, n.1, p.67-80. 1990.
- VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R., LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 449p. 1991.
- VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 449p. 1991.
- XIA, Y., FABIAN, P., STOHL, A., WINTERHALTER, M. Forest climatology: reconstruction of mean climatological data for Bavaria, Germany. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.96, p.117-129, 1999.
- ZAVANTINI, J.A. Dinâmica climática do Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v.17, n.2, p.65-91, 1992.

APÊNDICE

Quadro 1A - Relação das estações meteorológicas utilizadas no ajuste dos modelos para estimativa das temperaturas mínima, média e máxima para o território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste

Número	Localidade	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)	Fonte
1	Catanduva – SP	48,58	21,08	536	INMET
2	Franca – SP	47,26	20,33	1026	INMET
3	Itapeva – SP	48,53	23,57	647	INMET
4	São Carlos – SP	47,53	22,01	856	INMET
5	São Simão – SP	47,33	21,29	617	INMET
6	Campinas – SP	47,08	22,90	674	IAC
7	Capão Bonito – SP	48,37	24,00	702	IAC
8	Jaú – SP	48,57	22,28	580	IAC
9	Limeira – SP	47,45	22,53	639	IAC
10	Ataliba Leonel – SP	49,32	23,17	589	IAC
11	Mococa – SP	47,02	21,47	665	IAC
12	Nova Odessa – SP	47,30	22,78	528	IAC
13	Pariquera-Açu – SP	47,88	24,72	25	IAC
14	Pindorama – SP	48,93	21,22	562	IAC
15	Ribeirão Preto – SP	47,80	21,18	621	IAC
16	Tatuí – SP	47,87	23,33	600	IAC
17	Tietê – SP	47,72	23,12	538	IAC
18	Campo Mourão – PR	52,22	24,03	616	INMET
19	Castro – PR	50,00	24,47	1009	INMET
20	Guaíra – PR	54,15	24,05	230	INMET
21	Jacarezinho – PR	49,58	23,09	471	INMET
22	Londrina – PR	51,11	23,23	566	INMET
23	Maringá – PR	51,57	23,25	542	INMET
24	Bela Vista do Paraíso - PR	51,22	22,95	600	IAPAR
25	Joaquim Távora – PR	49,95	23,50	512	IAPAR
26	Cambará – PR	50,03	23,00	450	IAPAR
27	Bandeirantes – PR	50,35	23,10	440	IAPAR
28	Apucarana – PR	51,53	23,50	746	IAPAR
29	Ibiporã – PR	51,02	23,27	484	IAPAR
30	Paranavaí – PR	52,43	23,08	480	IAPAR
31	Cianorte – PR	52,58	23,67	530	IAPAR
32	Umuarama – PR	53,28	23,73	480	IAPAR
33	Cerro Azul – PR	49,25	24,82	360	IAPAR
34	Telêmaco Borba – PR	50,62	24,33	768	IAPAR
35	Nova Cantu – PR	52,57	24,67	540	IAPAR
36	Cascavel – PR	53,55	24,88	660	IAPAR
37	Capinópolis – MG	49,34	18,41	621	INMET
38	Uberaba – MG	47,55	19,45	743	INMET
39	Catalão – GO	47,57	18,11	840	INMET
40	Formosa – GO	47,20	15,32	912	INMET
41	Goiânia – GO	49,15	16,40	741	INMET
42	Goiás – GO	50,08	15,55	512	INMET
43	Ipameri – GO	48,10	17,43	773	INMET
44	Pirenópolis – GO	48,58	15,51	740	INMET
45	Rio Verde - GO	50,55	17,48	746	INMET

Quadro 1A, Cont.

Número	Localidade	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)	Fonte
46	Brasília – DF	47,56	15,47	1160	INMET
47	Campo Grande – MS	54,37	20,27	530	INMET
48	Corumbá – MS	57,30	19,05	130	INMET
49	Coxim – MS	54,46	18,30	287	INMET
50	Dourados – MS	54,59	22,14	452	INMET
51	Ivinhema – MS	53,56	22,19	369	INMET
52	Paranaíba – MS	51,11	19,42	331	INMET
53	Ponta Porã – MS	55,32	22,32	650	INMET
54	Nhecolândia – MS	56,65	18,98	98	EMBRAPA
55	Três Lagoas – MS	51,42	20,47	313	INMET
56	Cáceres – MT	57,41	16,03	118	INMET
57	Cuiabá – MT	56,07	15,33	151	INMET

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia; IAC - Instituto Agrônômico de Campinas; IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná; EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal).

Quadro 2A - Relação das localidades com postos pluviométricos para as quais foram estimadas as temperaturas mínima, média e máxima

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
1	Alexânia – GO	ANEEL	48,50	16,08	1.100
2	Anicuns – GO	ANEEL	49,93	16,47	605
3	Aporé – GO	ANEEL	51,71	18,58	670
4	Aragoiânia – GO	ANEEL	49,38	16,93	800
5	Bom Jesus de Goiás – GO	ANEEL	50,02	18,08	447
6	Britânia – GO	ANEEL	51,13	15,23	297
7	Cachoeira Alta – GO	ANEEL	51,00	18,80	400
8	Cachoeira de Goiás – GO	ANEEL	50,57	16,73	800
9	Caiapônia – GO	ANEEL	51,83	16,95	800
10	Campo Alegre de Goiás - GO	ANEEL	47,54	17,67	800
11	Ceres – GO	ANEEL	49,60	15,30	550
12	Corrego do Ouro – GO	ANEEL	50,48	16,28	700
13	Corumbáiba – GO	ANEEL	48,72	18,25	500
14	Cristalina – GO	ANEEL	47,20	17,00	806
15	Cristianópolis – GO	ANEEL	48,61	17,18	703
16	Edeia – GO	ANEEL	49,80	17,30	500
17	Formosa – GO	ANEEL	47,13	15,20	918
18	Goiandira – GO	ANEEL	48,18	17,97	605
19	Goianésia – GO	ANEEL	49,12	15,32	680
20	Goianópolis – GO	ANEEL	49,01	16,52	900
21	Goiatuba – GO	ANEEL	50,15	18,12	439
22	Hidrolândia – GO	ANEEL	49,08	16,93	659
23	Inhumas – GO	ANEEL	49,50	16,30	900
24	Iporã – GO	ANEEL	51,10	16,47	400
25	Israelândia – GO	ANEEL	50,78	16,37	400
26	Itaberaí – GO	ANEEL	49,70	16,02	680
27	Itajá – GO	ANEEL	51,55	19,12	666
28	Itapirapuã – GO	ANEEL	50,52	15,80	343
29	Itapuranga – GO	ANEEL	49,93	15,55	600
30	Itaruma – GO	ANEEL	51,30	18,75	424
31	Itumbiara – GO	ANEEL	49,58	18,33	468
32	Jaraguá – GO	ANEEL	49,32	15,75	700
33	Jataí – GO	ANEEL	51,75	17,92	596
34	Jataí – GO	ANEEL	51,38	17,70	710
35	Joviânia – GO	ANEEL	49,43	17,80	500
36	Jussara – GO	ANEEL	51,09	15,77	400
37	Luziânia – GO	ANEEL	47,81	16,15	1.000
38	Matrincha – GO	ANEEL	50,61	15,53	450
39	Mimoso de Goiás – GO	ANEEL	48,13	15,05	750
40	Minaçu – GO	ANEEL	52,58	17,57	690
41	Mineiros – GO	ANEEL	52,85	17,68	750
42	Montes Claros de Goiás – GO	ANEEL	51,33	15,97	400
43	Montes Claros de Goiás – GO	ANEEL	51,87	15,97	300
44	Morrinhos – GO	ANEEL	48,85	17,70	590
45	Morrinhos – GO	ANEEL	49,12	17,77	753
46	Nova América – GO	ANEEL	49,77	15,02	800
47	Ouro Verde de Goiás – GO	ANEEL	49,16	16,22	1.000
48	Palmeiras de Goiás – GO	ANEEL	49,93	16,82	700

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
49	Parauna – GO	ANEEL	50,25	17,08	509
50	Piranhas – GO	ANEEL	51,72	16,52	600
51	Piranhas – GO	ANEEL	51,36	16,43	400
52	Pontalina – GO	ANEEL	49,38	17,50	500
53	Quirinópolis – GO	ANEEL	50,57	18,57	443
54	Santa Rita do Araguaia – GO	ANEEL	53,08	17,38	750
55	Trindade – GO	ANEEL	49,42	16,80	600
56	Turvânia – GO	ANEEL	50,12	16,60	715
57	Uruana – GO	ANEEL	49,68	15,48	750
58	Varjão – GO	ANEEL	49,67	17,08	587
59	Abadia dos Dourados – MG	ANEEL	47,40	18,48	784
60	Campina Verde – MG	ANEEL	49,47	19,52	460
61	Campo Florido – MG	ANEEL	48,49	19,77	570
62	Canápolis – MG	ANEEL	49,07	18,77	640
63	Comendador Gomes – MG	ANEEL	49,08	19,68	559
64	Estrela do Sul – MG	ANEEL	47,68	18,75	461
65	Guarda Mor – MG	ANEEL	47,10	17,78	616
66	Gurinhata – MG	ANEEL	49,70	19,22	530
67	Ipiaçu – MG	ANEEL	49,84	18,70	450
68	Iraí de Minas – MG	ANEEL	47,47	18,98	946
69	Itamogi – MG	ANEEL	47,02	21,13	873
70	Ituiutaba – MG	ANEEL	49,45	18,95	563
71	Iturama – MG	ANEEL	50,17	19,72	466
72	Monte Alegre de Minas – MG	ANEEL	48,51	18,87	899
73	Monte Alegre de Minas – MG	ANEEL	48,87	18,87	730
74	Monte Carmelo – MG	ANEEL	47,50	18,72	880
75	Patrocínio – MG	ANEEL	47,20	19,15	742
76	Perdizes – MG	ANEEL	47,25	19,35	1.047
77	Prata – MG	ANEEL	48,58	19,23	722
78	Prata – MG	ANEEL	49,18	19,37	517
79	Sacramento – MG	ANEEL	47,05	20,02	945
80	Santa Juliana – MG	ANEEL	47,53	19,30	950
81	Tupaciguara – MG	ANEEL	48,78	18,70	793
82	Uberlândia – MG	ANEEL	48,20	19,00	854
83	Unai – MG	ANEEL	47,28	16,72	600
84	Corumbá – MS	ANEEL	55,78	17,70	134
85	Pedro Gomes – MS	ANEEL	54,53	18,07	284
86	Rio Verde de Mato Grosso – MS	ANEEL	54,87	18,92	340
87	Coxim – MS	ANEEL	55,85	18,35	245
88	Rochedo – MS	ANEEL	54,87	19,95	447
89	Rio Negro – MS	ANEEL	54,95	19,47	228
90	Camapuã – MS	ANEEL	54,07	19,53	484
91	Bandeirante – MS	ANEEL	54,37	19,87	639
92	Aquidauana – MS	ANEEL	56,47	19,60	149
93	Água Clara – MS	ANEEL	52,88	20,43	304
94	Ribas do Rio Claro – MS	ANEEL	53,75	20,43	470
95	Terenos – MS	ANEEL	54,75	20,47	420
96	Miranda – MS	ANEEL	56,70	20,08	145
97	Bataguçu – MS	ANEEL	52,48	21,68	293

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
98	Brasilândia – MS	ANEEL	52,20	21,25	433
99	Nova Andradina – MS	ANEEL	53,02	21,62	293
100	Rio Brilhante – MS	ANEEL	54,42	21,63	265
101	Maracaju – MS	ANEEL	55,13	21,67	394
102	Nioaque – MS	ANEEL	55,80	21,15	280
103	Bonito – MS	ANEEL	56,52	21,10	242
104	Jardim – MS	ANEEL	56,10	21,45	259
105	Porto Murtinho – MS	ANEEL	57,02	21,17	90
106	Anaurilândia – MS	ANEEL	52,75	22,03	354
107	Glória de Dourados – MS	ANEEL	54,25	22,40	528
108	Naviraí – MS	ANEEL	54,23	23,08	476
109	Iguatemi – MS	ANEEL	54,55	23,67	297
110	Caarapo – MS	ANEEL	54,55	22,97	307
111	Amambaí – MS	ANEEL	55,25	23,17	496
112	Barra do Garça – MT	ANEEL	52,93	15,22	342
113	Chapada dos Guimarães – MT	ANEEL	55,77	15,43	529
114	Acorizal – MT	ANEEL	56,37	15,20	170
115	Nossa Senhora do Livramento – MT	ANEEL	56,60	15,70	171
116	Barra do Bugres – MT	ANEEL	57,18	15,05	129
117	Cáceres – MT	ANEEL	58,10	15,60	188
118	Porto Esperidião – MT	ANEEL	58,45	15,85	170
119	Pontes e Lacerda – MT	ANEEL	59,33	15,20	230
120	Vila Bela da Santíssima Trindade – MT	ANEEL	59,97	15,00	200
121	Ponte Branca – MT	ANEEL	52,65	16,37	380
122	Torixoreu – MT	ANEEL	52,50	16,25	700
123	Tesouro – MT	ANEEL	53,53	16,07	433
124	Alto Garças – MT	ANEEL	52,53	16,93	700
125	Rondonópolis – MT	ANEEL	54,65	16,47	212
126	Santa Terezinha – MT	ANEEL	54,25	16,67	341
127	Santo Antônio do Leverger – MT	ANEEL	55,52	16,72	163
128	Barão de Melgaço – MT	ANEEL	55,90	16,88	132
129	Alto Araguaia – MT	ANEEL	53,22	17,32	662
130	Itiquira – MT	ANEEL	54,13	17,20	471
131	Itiquira – MT	ANEEL	55,18	17,60	190
132	Alto Taquari – MT	ANEEL	53,13	18,07	845
133	Poxoreu – MT	ANEEL	54,18	15,42	450
134	Paraná City – PR	ANEEL	52,10	22,83	250
135	Porto Rico – PR	ANEEL	53,27	22,77	240
136	Tomazina – PR	ANEEL	49,95	23,77	483
137	Jataizinho – PR	ANEEL	50,98	23,25	340
138	Santa Mariana – PR	ANEEL	50,45	23,10	340
139	Andira – PR	ANEEL	50,28	23,08	375
140	Rondon – PR	ANEEL	52,67	23,32	250
141	Santa Isabel do Ivaí – PR	ANEEL	53,18	23,00	400
142	Adrianópolis – PR	ANEEL	49,00	24,65	180
143	Doutor Ulysses – PR	ANEEL	49,33	24,75	400
144	Tibagi – PR	ANEEL	50,40	24,50	720
145	Jardim Alegre – PR	ANEEL	51,62	24,05	380
146	Cândido de Abreu – PR	ANEEL	51,15	24,83	550

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
147	Manoel Ribas – PR	ANEEL	51,63	24,53	790
148	Ivaiporã – PR	ANEEL	51,65	24,25	650
149	Altamira do Paraná – PR	ANEEL	52,70	24,75	360
150	Campina da Lagoa – PR	ANEEL	52,93	24,62	320
151	Iporã – PR	ANEEL	53,73	24,17	270
152	Ubirata – PR	ANEEL	53,17	24,52	310
153	Corbélia – PR	ANEEL	53,10	24,63	320
154	Marechal Cândido Rondon – PR	ANEEL	54,33	24,50	150
155	Santo Antônio da Platina – PR	SUDERHSA	50,07	23,30	520
156	Figueira – PR	SUDERHSA	50,38	23,85	526
157	Mandaguari – PR	SUDERHSA	51,65	23,52	617
158	Engenheiro Beltrão – PR	SUDERHSA	52,12	23,67	520
159	Tuneiras do Oeste – PR	SUDERHSA	52,88	23,87	400
160	Planaltina do Paraná – PR	SUDERHSA	52,92	23,12	380
161	Nova Esperança – PR	SUDERHSA	52,18	23,18	582
162	Altonia – PR	SUDERHSA	53,88	23,85	330
163	Cruzeiro do Oeste – PR	SUDERHSA	53,07	23,77	580
164	Xambré – PR	SUDERHSA	53,48	23,72	460
165	Mariluz – PR	SUDERHSA	53,17	23,98	345
166	Adrianópolis – PR	SUDERHSA	48,92	24,75	320
167	Tunas – PR	SUDERHSA	48,83	24,95	800
168	Cerro Azul – PR	SUDERHSA	49,48	24,63	852
169	Rio Branco do Sul – PR	SUDERHSA	49,48	24,97	500
170	Piraí do Sul – PR	SUDERHSA	49,97	24,53	1000
171	Curiuva – PR	SUDERHSA	50,17	24,03	1000
172	Santa Maria do Oeste – PR	SUDERHSA	51,88	24,93	900
173	Barbosa Ferraz – PR	SUDERHSA	51,93	24,07	330
174	Pitanga – PR	SUDERHSA	51,77	24,75	860
175	Grandes Rios – PR	SUDERHSA	51,42	24,35	600
176	Iretama – PR	SUDERHSA	52,10	24,42	650
177	Ubiratã – PR	SUDERHSA	52,98	24,53	450
178	Janiópolis – PR	SUDERHSA	52,77	24,13	350
179	Campina da Lagoa – PR	SUDERHSA	52,80	24,88	500
180	Altamira do Paraná – PR	SUDERHSA	52,70	24,80	650
181	Nova Cantu – PR	SUDERHSA	52,57	24,67	700
182	Mamboré – PR	SUDERHSA	52,52	24,28	702
183	Roncador – PR	SUDERHSA	52,27	24,60	730
184	Palmital – PR	SUDERHSA	52,22	24,88	730
185	Assis Chateaubriand – PR	SUDERHSA	53,52	24,42	350
186	Alto Piquiri – PR	SUDERHSA	53,47	24,03	370
187	Formosa do Oeste – PR	SUDERHSA	53,33	24,20	430
188	Corbelia – PR	SUDERHSA	53,30	24,80	682
189	Braga Ney – PR	SUDERHSA	53,07	24,88	700
190	Goio-Erê – PR	SUDERHSA	53,02	24,17	550
191	Toledo – PR	SUDERHSA	53,85	24,72	500
192	Entre Rios – PR	SUDERHSA	54,25	24,70	197
193	Terra Roxa – PR	SUDERHSA	54,10	24,17	400
194	São Joaquim da Barra – SP	ANEEL	47,85	20,58	640
195	Brodosqui – SP	ANEEL	47,65	20,98	848

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
196	Colômbia – SP	ANEEL	48,68	20,15	450
197	Guaíra – SP	ANEEL	48,27	20,20	520
198	Guaraci – SP	ANEEL	48,95	20,48	480
199	Serra Azul – SP	ANEEL	47,48	21,32	530
200	Santa Rosa de Viterbo – SP	ANEEL	47,37	21,47	740
201	Porto Ferreira – SP	ANEEL	47,48	21,83	535
202	Pitangueiras – SP	ANEEL	48,17	21,02	472
203	Lucélia – SP	ANEEL	50,90	21,45	290
204	Conchal – SP	ANEEL	47,13	22,30	570
205	Jaguariúna – SP	ANEEL	47,00	22,70	570
206	Monte Mor – SP	ANEEL	47,30	22,95	560
207	Tupã – SP	ANEEL	50,62	22,07	340
208	Salto Grande – SP	ANEEL	50,02	22,90	380
209	Indaiatuba – SP	ANEEL	47,18	23,10	570
210	Salto de Pirapora – SP	ANEEL	47,57	23,63	590
211	Itapetininga – SP	ANEEL	47,82	23,50	550
212	Itaporanga – SP	ANEEL	49,55	23,73	480
213	Miracatu – SP	ANEEL	47,37	24,25	18
214	Iporanga – SP	ANEEL	48,63	24,38	61
215	Riolândia – SP	DAEE-SP	49,68	19,97	400
216	Franca – SP	DAEE-SP	47,38	20,52	1010
217	Altinópolis – SP	DAEE-SP	47,30	20,83	720
218	Orlândia – SP	DAEE-SP	47,88	20,72	700
219	São João da Barra – SP	DAEE-SP	47,98	20,53	600
220	Igarapava – SP	DAEE-SP	47,75	20,03	560
221	Pedregulho – SP	DAEE-SP	47,48	20,25	1040
222	Batatais – SP	DAEE-SP	47,60	20,88	860
223	Ituverava – SP	DAEE-SP	47,90	20,22	590
224	Barretos – SP	DAEE-SP	48,57	20,57	518
225	Tabapuã – SP	DAEE-SP	48,92	20,98	540
226	Olímpia – SP	DAEE-SP	48,97	20,60	550
227	Guaíra – SP	DAEE-SP	48,50	20,20	490
228	Olímpia – SP	DAEE-SP	48,90	20,73	520
229	Bebedouro – SP	DAEE-SP	48,48	20,82	540
230	Cajobi – SP	DAEE-SP	48,80	20,85	600
231	Icem – SP	DAEE-SP	49,20	20,33	430
232	São João do Rio Preto – SP	DAEE-SP	49,38	20,82	470
233	Bálsamo – SP	DAEE-SP	49,58	20,73	530
234	Cosmorama – SP	DAEE-SP	49,78	20,48	540
235	Palestina – SP	DAEE-SP	49,43	20,38	540
236	Nipoã – SP	DAEE-SP	49,78	20,92	450
237	Urânia – SP	DAEE-SP	50,65	20,25	460
238	Jales – SP	DAEE-SP	50,55	20,27	480
239	Macedônia – SP	DAEE-SP	50,20	20,15	500
240	Salbertina – SP	DAEE-SP	50,73	20,03	410
241	Santa Fé do Sul – SP	DAEE-SP	50,92	20,22	410
242	Pereiras – SP	DAEE-SP	51,12	20,12	290
243	Andradina – SP	DAEE-SP	51,37	20,92	370
244	Mirandópolis- SP	DAEE-SP	51,02	20,92	390

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
245	Cravinhos – SP	DAEE-SP	47,73	21,35	810
246	Altinópolis – SP	DAEE-SP	47,38	21,02	970
247	Santa Rita do Passa Quatro – SP	DAEE-SP	47,53	21,73	680
248	São Simão – SP	DAEE-SP	47,43	21,37	580
249	Descalvado – SP	DAEE-SP	47,70	21,97	780
250	Casa Branca – SP	DAEE-SP	47,12	21,78	720
251	Araraquara – SP	DAEE-SP	48,50	21,85	440
252	Santa Délia – SP	DAEE-SP	48,77	21,27	570
253	Monte Alto – SP	DAEE-SP	48,50	21,27	720
254	Matão – SP	DAEE-SP	48,37	21,58	590
255	Ibitinga – SP	DAEE-SP	48,82	21,82	420
256	Jaboticabal – SP	DAEE-SP	48,18	21,18	490
257	Barbosa – SP	DAEE-SP	49,93	21,27	400
258	Lins – SP	DAEE-SP	49,68	21,70	480
259	Urupês – SP	DAEE-SP	49,30	21,18	420
260	Reginópolis – SP	DAEE-SP	49,23	21,88	380
261	Borborema – SP	DAEE-SP	49,13	21,70	390
262	Guaimbé – SP	DAEE-SP	49,90	21,92	440
263	Araçatuba – SP	DAEE-SP	50,47	21,05	320
264	Getulina – SP	DAEE-SP	50,12	21,75	430
265	Braúna – SP	DAEE-SP	50,33	21,57	470
266	Valparaíso – SP	DAEE-SP	50,87	21,25	390
267	Tupã – SP	DAEE-SP	50,53	21,92	480
268	Adamantina – SP	DAEE-SP	51,08	21,68	440
269	Presidente Venceslau – SP	DAEE-SP	51,83	21,88	400
270	Panorama – SP	DAEE-SP	51,85	21,37	290
271	Dracena – SP	DAEE-SP	51,52	21,47	415
272	Araras – SP	DAEE-SP	47,45	22,30	720
273	Santa Conceição de Palmeiras – SP	DAEE-SP	47,42	22,12	620
274	Piracicaba – SP	DAEE-SP	47,70	22,68	500
275	São Pedro – SP	DAEE-SP	47,92	22,53	600
276	Botucatu – SP	DAEE-SP	48,43	22,82	780
277	Gália – SP	DAEE-SP	49,52	22,37	570
278	Ourinhos – SP	DAEE-SP	49,83	22,98	460
279	Marília – SP	DAEE-SP	49,93	22,22	640
280	Santa Cruz do Rio Pardo – SP	DAEE-SP	49,53	22,95	620
281	Rancharia – SP	DAEE-SP	50,88	22,22	540
282	Paraguaçu – SP	DAEE-SP	50,57	22,42	480
283	Mirante do Paranapanema – SP	DAEE-SP	51,92	22,30	440
284	Teodoro Sampaio – SP	DAEE-SP	52,88	22,47	240
285	Itu – SP	DAEE-SP	47,33	23,35	660
286	Pilar do Sul – SP	DAEE-SP	47,65	23,83	710
287	São Miguel do Arcanjo – SP	DAEE-SP	48,00	23,87	650
288	Itapetininga – SP	DAEE-SP	47,90	23,55	580
289	Boituva – SP	DAEE-SP	47,67	23,28	630
290	Laranjal – SP	DAEE-SP	47,83	23,03	500
291	Juquitibá – SP	DAEE-SP	47,08	23,93	750
292	Conchas – SP	DAEE-SP	48,02	23,00	500

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
293	Angatuba – SP	DAEE-SP	48,30	23,55	670
294	Avaré – SP	DAEE-SP	48,92	23,10	780
295	Itapetininga – SP	DAEE-SP	48,13	23,77	680
296	Itapeva – SP	DAEE-SP	48,95	23,97	620
297	Buri - SP	DAEE-SP	48,67	23,93	595
298	Capão Bonito – SP	DAEE-SP	48,22	23,93	610
299	Xavantes – SP	DAEE-SP	49,77	23,05	480
300	Ipauçu – SP	DAEE-SP	49,57	23,02	620
301	Barão Antônio – SP	DAEE-SP	49,57	23,63	570
302	River do Sul – SP	DAEE-SP	49,43	23,83	580
303	Taquarituba – SP	DAEE-SP	49,23	23,53	600
304	Tejupa – SP	DAEE-SP	49,37	23,33	780
305	Taguaí – SP	DAEE-SP	49,42	23,45	560
306	Fartura – SP	DAEE-SP	49,52	23,38	520
307	Itabera – SP	DAEE-SP	49,13	23,87	610
308	São Miguel do Arcanjo – SP	DAEE-SP	47,95	24,00	660
309	Registro – SP	DAEE-SP	47,85	24,50	20
310	Juquiá – SP	DAEE-SP	47,65	24,18	40
311	Itariri – SP	DAEE-SP	47,18	24,32	70
312	Sete Barras – SP	DAEE-SP	47,92	24,40	10
313	Jacupiranga – SP	DAEE-SP	48,00	24,68	50
314	Iguapé – SP	DAEE-SP	47,57	24,70	3
315	Ribeira – SP	DAEE-SP	49,00	24,65	160
316	Apiáí – SP	DAEE-SP	48,85	24,43	890
317	Eldorado – SP	DAEE-SP	48,10	24,52	30
318	Itapeva – SP	DAEE-SP	48,72	24,02	670
319	Itararé – SP	DAEE-SP	49,33	24,12	640
320	Águas de Santa Barbara – SP	DAEE-SP	49,23	22,88	560
321	Agudos – SP	DAEE-SP	48,98	22,48	620
322	Alto Alegre – SP	DAEE-SP	50,17	21,58	500
323	Americana – SP	DAEE-SP	47,28	22,70	540
324	Américo de Campos – SP	DAEE-SP	49,77	20,30	450
325	Avaí – SP	DAEE-SP	49,33	22,17	500
326	Bady Bassitt – SP	DAEE-SP	49,45	20,92	520
327	Bastos – SP	DAEE-SP	50,73	21,92	440
328	Birigui – SP	DAEE-SP	50,37	21,33	430
329	Botucatu – SP	DAEE-SP	48,65	22,87	800
330	Buritizal – SP	DAEE-SP	47,72	20,18	840
331	Cananéia – SP	DAEE-SP	47,95	24,97	5
332	Cândido Rodrigues – SP	DAEE-SP	48,63	21,33	600
333	Catiguá – SP	DAEE-SP	49,07	21,05	480
334	Cerqueira César – SP	DAEE-SP	49,17	23,03	760
335	Cesário Lange – SP	DAEE-SP	47,95	23,23	600
336	Colina – SP	DAEE-SP	48,55	20,73	580
337	Coronel Macedo – SP	DAEE-SP	49,32	23,63	600
338	Cristais Paulista – SP	DAEE-SP	47,40	20,40	950
339	Dourado – SP	DAEE-SP	48,32	22,13	700
340	Echaporã – SP	DAEE-SP	50,22	22,43	680
341	Elias Fausto – SP	DAEE-SP	47,37	23,03	580

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
342	Garça – SP	DAEE-SP	49,65	22,20	680
343	Guarantã – SP	DAEE-SP	49,65	21,92	470
344	Guararapes – SP	DAEE-SP	50,68	21,35	410
345	Ibaté – SP	DAEE-SP	48,00	21,95	830
346	Ibitinga – SP	DAEE-SP	48,83	21,77	500
347	Iepê – SP	DAEE-SP	51,08	22,67	380
348	Indiana – SP	DAEE-SP	51,25	22,18	480
349	Itaí – SP	DAEE-SP	49,10	23,42	630
350	Itatinga – SP	DAEE-SP	48,70	23,00	750
351	Itirapina – SP	DAEE-SP	47,75	22,30	610
352	Itirapuã – SP	DAEE-SP	47,22	20,63	860
353	Jaborandi – SP	DAEE-SP	48,40	20,58	480
354	Jeriquara – SP	DAEE-SP	47,58	20,32	870
355	Luis Antônio – SP	DAEE-SP	47,90	21,45	580
356	Lutécia – SP	DAEE-SP	50,38	22,37	500
357	Mairinque – SP	DAEE-SP	47,25	23,43	810
358	Maracá – SP	DAEE-SP	50,60	22,67	460
359	Martinópolis – SP	DAEE-SP	51,17	22,25	430
360	Mineiros do Tietê – SP	DAEE-SP	48,45	22,42	680
361	Monte Castelo – SP	DAEE-SP	51,57	21,30	330
362	Nuporanga – SP	DAEE-SP	47,68	20,65	610
363	Óleo – SP	DAEE-SP	49,38	22,95	660
364	Pacaembu – SP	DAEE-SP	51,27	21,55	410
365	Pederneiras – SP	DAEE-SP	48,88	22,32	480
366	Pirassununga – SP	DAEE-SP	47,32	21,88	600
367	Pirajuí – SP	DAEE-SP	49,62	22,05	550
368	Pitangueiras – SP	DAEE-SP	48,33	20,98	610
369	Presidente Alves - SP	DAEE-SP	49,43	22,10	580
370	Presidente Bernardes – SP	DAEE-SP	51,48	21,83	340
371	Queirozes – SP	DAEE-SP	50,23	21,80	430
372	Quintanas – SP	DAEE-SP	50,30	22,07	600
373	Restingas – SP	DAEE-SP	47,48	20,60	890
374	Ribeirão Branco – SP	DAEE-SP	48,77	24,22	900
375	Rifaina – SP	DAEE-SP	47,43	20,08	620
376	Rio das Pedras – SP	DAEE-SP	47,62	22,87	615
377	Sales Oliveiras – SP	DAEE-SP	47,77	20,80	750
378	Salmourãos – SP	DAEE-SP	50,92	21,62	370
379	Sanvalina – SP	DAEE-SP	51,82	22,52	300
380	Santa Gertrudes – SP	DAEE-SP	47,52	22,48	620
381	Santa Lúcias – SP	DAEE-SP	48,05	21,67	640
382	Santo Antônio da Alegria - SP	DAEE-SP	47,15	21,10	820
383	São José da Bela Vista – SP	DAEE-SP	47,63	20,60	720
384	São Manuel – SP	DAEE-SP	48,57	22,73	710
385	São Miguel do Arcanjo – SP	DAEE-SP	48,00	23,87	650
386	São Pedro – SP	DAEE-SP	47,92	22,53	600
387	São Simão – SP	DAEE-SP	47,60	21,50	610
388	Sarutaia – SP	DAEE-SP	49,47	23,23	630
389	Serrana – SP	DAEE-SP	47,60	21,22	540
390	Sorocaba – SP	DAEE-SP	47,43	23,50	540

Quadro 2A, Cont.

Número	Localidade	Fonte	Longitude Oeste (°)	Latitude Sul (°)	Altitude (m)
391	Tanabi – SP	DAEE-SP	49,65	20,62	500
392	Tapiraí – SP	DAEE-SP	47,50	23,97	870
393	Timburí – SP	DAEE-SP	49,62	23,20	720
394	Auriflama – SP	DAEE-SP	50,55	20,70	450
395	José Bonifácio – SP	DAEE-SP	49,68	21,05	420
396	Itajobi – SP	DAEE-SP	49,05	21,32	460
397	Gastão Vidigal – SP	DAEE-SP	50,18	20,80	390
398	Monte Aprazível – SP	DAEE-SP	49,70	20,77	480
399	Nipoã – SP	DAEE-SP	49,78	20,92	460
400	Mirassol – SP	DAEE-SP	49,52	20,82	550
401	Presidente Epitácio – SP	DAEE-SP	52,10	21,77	300
402	Rosana – SP	DAEE-SP	53,07	22,58	240
403	Duartina – SP	DAEE-SP	49,42	22,42	520
404	Batia Negra – Paraguai	DMHP	58,10	20,10	97
405	Bela Vista – Paraguai	DMHP	56,52	22,13	319
406	Paso Barreto – Paraguai	DMHP	56,98	23,05	95
407	Curuguaty – Paraguai	DMHP	55,68	24,50	275
408	Ygatimi – Paraguai	DMHP	55,50	24,10	287
409	Saltos del Guara – Paraguai	DMHP	54,32	24,05	150
410	Puesto Silva – Paraguai	DMHP	54,67	24,63	223
411	San I. del Velasco – Bolívia	NCDC	61,00	16,40	370
412	Desconhecida – Bolívia	NCDC	60,75	17,83	309
413	Roboré – Bolívia	NCDC	59,80	18,40	300
414	Puerto Soares – Bolívia	NCDC	57,90	19,00	154

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica; SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Estado do Paraná; DAEE-SP - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo; DMHP - Direção de Meteorologia e Hidrologia do Paraguai; NCDC - National Climatic Data Center – Arizona State University (USA).