

CARLOS MÁRCIO DE AQUINO ELOI

**ENQUADRAMENTO DAS “ZONAS DE VIDA” DE HOLDRIDGE NA
CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE MINAS GERAIS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CARLOS MÁRCIO DE AQUINO ELOI

**ENQUADRAMENTO DAS “ZONAS DE VIDA” DE HOLDRIDGE NA
CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE MINAS GERAIS**

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

APROVADA: 22 de fevereiro de 2001.

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Conselheiro)

Prof. Aristides Ribeiro
(Conselheiro)

Prof. Sérgio Zolnier

Prof. José Maria Nogueira da Costa

Prof. Gilberto Chohaku Sedyama
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais.

À minha irmã.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição à minha formação profissional.

À FAPEMIG, pelo provento durante os primeiros 11 meses do curso.

Aos meus pais e à minha irmã, por todo incondicional apoio, incentivo e investimento para a minha continuação no curso de mestrado.

Ao professor Ph.D. Gilberto Sedyama, a minha gratidão e reconhecimento pela orientação dada, pelos ensinamentos transmitidos e por todo o incentivo que me direcionou até a conclusão deste trabalho.

Aos professores Dr. Carlos Pedro Boechat Soares e Aristides Ribeiro, pela atenção, pelos conselhos e pela colaboração.

Aos amigos docentes, discentes e funcionários do DEA.

Ao imprescindível e valioso apoio estatístico dos amigos Silvana Garcia, Gilson Silva e Professor Paulo Ceccon.

Ao amigo Franz Lopes da Silva, pela amizade e pelo apoio na reformatação e revisão lingüística do presente estudo.

Ao Núcleo de Meteorologia, Recursos Hídricos e Geoprocessamento da UEMA, pelo incondicional apoio e incentivo prestados.

Aos bons colegas e amigos meteorologistas Gunter, Ronaldo e Bergson, que fizeram o possível para a conclusão deste estudo, especialmente ao Gunter, pela minha contratação para o quadro de meteorologistas da UEMA.

BIOGRAFIA

CARLOS MÁRCIO DE AQUINO ELOI, filho de Carlos Alberto dos Santos Eloi e Cleodeth de Aquino Eloi, nasceu em Belém do Pará, no dia 8 de novembro de 1971.

Em 1991, ingressou na Universidade Federal do Pará, no curso de Bacharelado em Meteorologia.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Em 31 de agosto de 2000, assinou contrato com o Núcleo Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos do Maranhão, para exercício do cargo de meteorologista.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. O Clima	3
2.2. Variação climática	4
2.3. Elementos climáticos relevantes	4
2.4. Classificações climáticas.....	5
2.4.1. Importância	5
2.4.2. Discussão geral.....	5
2.4.3. Classificação climática de Köppen.....	6
2.4.4. Classificação climática de Thornthwaite	7
2.4.5. Classificação climática de Gaussen	8
2.5. Classificação climática por técnica multivariada	8
2.5.1. Análise dos componentes principais	8
2.5.2. Análise fatorial	9
2.5.3. Análise de agrupamento.....	9
2.5.3.1. Critérios de semelhança	10
2.6. Zoneamento ecológico de Holdridge.....	11
2.6.1. “Zonas de vida”.....	11
2.6.2.1. Regiões latitudinais e pisos altitudinais	14
2.6.2.2. Confirmação da região latitudinal	14
2.6.2.3. Algumas controvérsias sobre o modelo de Holdridge ...	14

	Página
2.6.3. Associação.....	17
2.6.4. Uso conjunto dos três níveis da classificação ecológica de Holdridge	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Região de Estudo.....	18
3.2. Variáveis utilizadas.....	22
3.3. Análise dos componentes principais	23
3.4. Análise fatorial.....	23
3.5. Análise de agrupamento	25
3.6. “Zonas de vida”	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Análise dos dados	28
4.1.1. Índice climático 1 (IC ₁)	30
4.1.2. Índice climático 2 (IC ₂)	31
4.2. Análise de agrupamento	32
4.2.1. Comparação com a classificação climática de Köppen.....	34
4.2.2. Comparação dos resultados com os grupos de clima definidos por Aspiazú et al. (1990)	34
4.3. “Zonas de vida”	34
4.3.1. Comparação entre as “zonas de vida” e a vegetação nativa definida pelo SEA-1980	36
4.3.2. Comparação entre as “zonas de vida” de Holdridge e a classificação climática de Minas Gerais	37
4.3.2. Multiplicação e soma entre as “zonas de vida” de Holdridge e a classificação climática de Minas Gerais	40
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÊNDICE A.....	48

RESUMO

ELOI, Carlos Márcio de Aquino, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2001. **Enquadramento das “Zonas de Vida” de Holdridge na classificação climática de Minas Gerais.** Orientador: Gilberto Chohaku Sedyama. Conselheiros: Carlos Pedro Boechat Soares e Aristides Ribeiro.

O clima é o fator ambiental que exerce maior influência na distribuição da vegetação. Esta distribuição está também condicionada a outros fatores, como os edáficos (relacionados com o tipo de solo), bióticos (relacionados com os microrganismos do solo) e fisiográficos (relacionados com o relevo). Dada a elevada importância do clima na distribuição vegetal, para que as atividades agrícolas e de reflorestamento alcancem melhores resultados, é imprescindível que a inter-relação clima-vegetação seja bem compreendida. O presente estudo procurou definir uma classificação climática para Minas Gerais por meio da análise dos componentes principais e de agrupamento e do enquadramento das “zonas de vida” de Holdridge. O trabalho consistiu das seguintes etapas: a) agrupamento das zonas de clima homogêneas; b) definição das “zonas de vida” por meio da metodologia proposta por HOLDRIDGE (1947); e c) enquadramento das zonas ecológicas à classificação climática do Estado, por meio da sobreposição (soma e produto) dos resultados das duas metodologias consideradas. Consideraram-se as médias anuais da temperatura do ar e do

total de precipitação; para uma capacidade de água disponível às plantas de 100 mm, foram consideradas as médias das evapotranspirações potencial e real e dos excedentes e das deficiências hídricas, extraídos das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia e de uma série mínima de 30 anos da Agência Nacional de Energia Elétrica para 302 localidades mineiras. As “zonas de vida” foram definidas dentro do diagrama de Holdridge, com as medidas das médias anuais da temperatura do ar e da precipitação total; foram confirmados ainda os pisos altitudinais e as regiões latitudinais do Estado, respectivamente por meio do diagrama de pisos altitudinais e do quadro das regiões latitudinais. Na classificação climática, os dados originais foram submetidos ao método estatístico dos componentes principais. Em seguida, estes componentes foram rotacionados por meio da rotação varimax normalizada, com a extração dos índices “climáticos” (IC), por meio da somatória do produto entre as variáveis e os respectivos pesos ($\geq 0,70$), com a similaridade dos ICs estimada por meio da distância euclidiana média. Após definidas as áreas climaticamente homogêneas, estas foram agrupadas com o recurso da otimização de Tocher. A classificação climática resultou em nove classes de clima, e a ecológica, em seis “zonas de vida” e quatro áreas de transição. Para expressar melhor os resultados encontrados, estes foram plotados no mapa do Estado, por meio do sistema de informações geográficas ArcView 3.

ABSTRACT

ELOI, Carlos Márcio de Aquino, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2001. **Fitting Holdridge's "Life Zones" into the climatic classification of Minas Gerais.** Adviser: Gilberto Chohaku Sedyama. Committee Members: Carlos Pedro Boechat Soares and Aristides Ribeiro.

Climate is the most important environmental factor for the distribution of vegetation around the world. This distribution is also conditioned to other factors, such as edaphic (related to soil type), biotic (related to soil microorganisms) and physiographic conditions (related to relief). Given the great importance of climate for plant distribution so that farming and reforestation activities obtain better results, it is indispensable that climate-plant interrelation be well understood. This study attempted to define a climatic classification for Minas Gerais by means of principal components analysis, as well as clustering and fitting Holdridge's "life zones". The work consisted of the following stages: a) clustering homogeneous climate zones; b) defining "life zones" by the methodology proposed by HOLDRIDGE (1947); and c) fitting ecological zones in the climatic classification of the state, by the superposition (sum and product) of the results of both methodologies. The annual average of air temperature and total precipitation were accounted for a soil water balance using 100 mm of water availability to the plants; for potential and actual evapotranspirations; and for the water surpluses and deficits, extracted from the Climatologic Normals of

the “Instituto Nacional de Meteorologia” and from a 30-year minimum series of the “Agência Nacional de Energia Elétrica” for 302 Minas Gerais localities. The “life zones” were defined according to the Holdridge diagram, with the annual average values of air temperature and total rainfall; the state’s altitude levels and latitudinal regions were also used, respectively, through the altitudinal level diagram and the latitudinal region table. For the climatic classification, the original data were submitted to the statistical method of principal components analysis. These components were then rotated by means of the normalized varimax rotation, by extracting “climatic” indexes (CI) using the sum of the product of the variables and respective weights (≥ 0.70), with the CI similarity being estimated through the average Euclidian distance. After the definition of climatically homogenous areas, these were grouped by the Tocher optimization method. The climatic classification resulted in nine climate classes and the ecological classification in six “life zones” and four transition areas. To better express the results found, these were plotted in the state map, using the Geographic Information System, ArcView 3.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, as classificações climáticas foram baseadas na idéia de que quase sempre a vegetação era capaz de representar ou integrar o complexo sistema de fatores e elementos que condicionam o clima de uma região. Essa hipótese pode ser verificada em classificações consideradas padrão, como a definida pelo método de Köppen (1918), o qual classificou o clima por meio da fitogeografia e considerou a vegetação como o único fator representativo da totalidade do clima.

Classificações como a de Köppen (1918) são consideradas ainda hoje satisfatórias para uma discussão geral sobre o clima da terra. No entanto, não se aplicam a situações específicas, pois não são capazes de satisfazer ao mesmo tempo as exigências de diferentes áreas especializadas, como por exemplo a silvicultura, agronomia, ecologia, hidrologia, etc.

O advento computacional marcou um avanço na classificação climática, ao permitir a consideração simultânea de um número de variáveis que facilite as análises dentro das diversas áreas específicas da ciência. Entretanto, o conhecimento das características ambientais de uma área também tem importância fundamental na viabilização de atividades florestais ou agrícolas, uma vez que estas características são indicadores do potencial do meio físico para a agricultura.

O potencial atribuído à vegetação para representar o clima local tem tornado confusa a diferenciação entre os vários sistemas destinados à

classificação do clima e da vegetação; os fins a que estão destinados é que os diferem. Dessa forma, o primeiro se dedica à ordenação dos dados climáticos, e o segundo, à ordenação da natureza ecológica.

Sabe-se que o clima é um fator com participação ativa em toda a vida da planta e que, devido a esta característica, é considerado pelas classificações climáticas e ecológicas o principal fator determinante do ciclo vegetal. Assim, acredita-se que uma classificação ideal deva reunir propriedades comuns às classificações climática e ecológica, visto que, para que se defina a aptidão de uma área para determinada cultura, faz-se necessário que primeiro sejam conhecidas as potencialidades climáticas e do solo dessa região.

O presente trabalho visou encontrar a relação entre a distribuição de vegetação e a variação climática, a serem definidas no Estado de Minas Gerais por meio do enquadramento das “zonas de vida” de Holdridge na sua classificação climática do Estado. É possível que o procedimento adotado possa proporcionar maior facilidade no planejamento agrícola, minimização de riscos e, sobretudo, possibilidade de melhor enquadramento ecológico para a atividade agrária desenvolvida no Estado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Clima

O clima pode ser representado por meio de elementos como temperatura, umidade, radiação solar e vento, exercendo, dessa forma, importância primária na distribuição da vegetação e determinando, em grande parte, se uma área está potencialmente apropriada para determinado vegetal (RIBEIRO et al., 1983). Considerando-se o clima como um fator primordial ou independente, outros fatores também importantes, como os de ordem edáfica (relacionada ao solo), biótica (microrganismos) e fisiográfica (relevo), geralmente irão exercer atuação dependente ou subordinada a ele (Holdridge, citado por CAMPOS, 1973).

O conhecimento dos fatores ambientais é reconhecidamente imprescindível para a utilização racional dos recursos naturais e viabilização de quaisquer atividades florestais ou agrícolas. Assim, para CAMARGO et al. (1974), conhecidos os limites dos parâmetros climáticos e ecológicos de uma região, podem-se obter condições para pleno êxito nas mais diversas atividades agrícolas. Segundo MOTA (1977), o clima é muito variável ao longo do globo terrestre, principalmente pela sua natureza temporal e espacialmente variável.

2.2. Variação climática

Sabe-se que a variabilidade climática de escala global decorre de flutuações na quantidade, intensidade e distribuição dos elementos do clima, principalmente a radiação solar, que apresenta variação periódica anual, resultante do movimento elíptico de translação da terra em torno do sol. Para RIBEIRO et al. (1983), a variação meteorológica resulta dos fatores que determinam o clima, como: os centros semipermanentes de alta e baixa pressão, os ventos, a latitude, a distribuição de terras e águas, a altitude, as barreiras montanhosas, as correntes oceânicas e as tormentas.

2.3. Elementos climáticos relevantes

Os elementos climáticos mais considerados durante as classificações do clima costumam ser a temperatura e a precipitação, por se tratar dos elementos mais importantes para efeito de classificação climática. Em razão disso, é aconselhável, para uma boa classificação, além das medidas destes elementos, suas freqüências máximas e mínimas, médias e totais (mensais e anuais), pois a expressão das características regionais unicamente por meio de médias pode permitir que a desconsideração dos extremos mascare os valores médios. Para GALVÃO (1967), as freqüências dos extremos representam os estados favoráveis ou desfavoráveis à vegetação.

O balanço hídrico do solo também exerce grande influência no crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo SANTOS et al. (1984), este balanço, além de informar os períodos de excesso ou deficiência de água no solo, ainda permite que, baseando-se nas grandezas dessas quantidades e na evapotranspiração potencial, sejam determinados os índices climáticos. Os autores afirmam ainda que a deficiência hídrica normalmente compromete os processos bioquímicos e fisiológicos da planta, retardando seu crescimento; já o excesso hídrico favorece o aparecimento de doenças e pragas, além de ocasionar escoamento superficial e percolação, os quais causam a erosão e a lixiviação de nutrientes do solo, respectivamente.

Dessa forma, acredita-se que, em face da importância do balanço hídrico para as atividades agrícolas de modo geral, durante as classificações

climáticas, seja de substancial importância que variáveis como a evapotranspiração real e os excedentes e deficiências hídricas sejam considerados.

2.4. Classificações climáticas

2.4.1. Importância

As classificações climáticas, de modo geral, têm como finalidade, em termos de temperatura, umidade e suas distribuições estacionais, definir os limites dos diferentes tipos climáticos que ocorrem na superfície do globo (OMETTO, 1981). O propósito de qualquer sistema de classificação é obter arranjo eficiente de informações de forma simplificada e generalizada, facilitando a interpretação dos resultados. Assim, com o recurso das estatísticas climáticas, podem ser descritos e delimitados um número substancialmente maior de tipos climáticos em termos quantitativos.

2.4.2. Discussão geral

A primeira classificação climática foi publicada em 1840, quando começaram a surgir as proposições de subdivisão climática baseada na latitude e na temperatura média anual, com as condições atmosféricas sujeitas às influências marítimas, continentais ou de barreiras orográficas (RIBEIRO et al., 1983). Em seguida, surgiram outras proposições, as quais se basearam na temperatura média anual e na variação de temperatura (MUNN, 1970).

Com o passar dos anos, o homem sentiu necessidade de submeter as classificações climáticas a um maior refinamento. Em 1918, foi desenvolvido o método de classificação climática de Köppen, o qual foi considerado padrão por muitos anos. Em 1948, Thornthwaite sugeriu um método baseado na distribuição geográfica de vegetais e solos.

As classificações de Köppen e Thornthwaite têm sido muito usadas por geógrafos e climatologistas em todo o mundo. Segundo RIBEIRO et al. (1983), grande parte do território brasileiro foi classificada por meio dos métodos de Köppen e Thornthwaite; o autor relata ainda que Bernardes, em 1951, e Serra,

em 1960, classificaram grande parte do Brasil por meio do método de Köppen. Em 1975, Golfari, ao proceder ao zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais, concluiu que não havia dúvidas da eficiência do sistema de Thornthwaite, nos campos agrícolas ou florestais. No entanto, esse autor salientou que o emprego do sistema se referiu ao estudo das analogias climáticas, para introdução de espécies florestais, visando estabelecer os períodos críticos do ano, sem considerar a diferenciação dos tipos climáticos.

Embora seja reconhecida a importância e eficiência de sistemas como os de Köppen, Thornthwaite e Gaussen, sabe-se que estes não são aplicáveis a situações específicas, por considerarem um número reduzido de variáveis, ficando limitados apenas a uma discussão geral sobre o clima da terra (ASPIAZÚ et al., 1990). Para estes autores, a limitação em termos da quantidade de variáveis se deve à máxima simplificação sofrida durante as formulações dos sistemas, para facilitar a sua interpretação.

O emprego direto de dados climatológicos só é possível por causa do advento dos recursos computacionais existentes nos dias de hoje. De acordo com ASPIAZÚ et al. (1990), essa realidade tem permitido o desenvolvimento de trabalhos cada vez mais objetivos, à medida que são abrangidos fenômenos mais complexos, e se torna maior o número de variáveis consideradas durante as classificações climáticas. Dessa forma, à medida que se pode considerar número maior de variáveis, tornou-se praticamente possível as classificações climáticas satisfazerem as especificidades exigidas por parte das várias áreas específicas da ciência, como silvicultura, agronomia, ecologia, hidrologia, etc.

2.4.3. Classificação climática de Köppen

Esta classificação foi idealizada por Wladimir Köppen, um biólogo de origem austríaca dedicado ao estudo das classificações climáticas, que admitiu a vegetação natural como a melhor expressão do clima, com base no mapa de vegetação mundial do fisiologista francês Alphonse de Candolle. Assim, segundo RIBEIRO et al. (1983), o vegetal foi considerado um instrumento meteorológico, integrando os vários fatores e elementos do clima. Atualmente o referido

sistema de classificação climática, além da vegetação, incorporou também a temperatura, a chuva e as características sazonais do clima.

Embora procure levar em conta a precipitação efetiva, ao considerar a chuva nas estações quente e fria, esse detalhe do sistema de Köppen tem sido considerado insatisfatório. Para WILSIE (1962), as muitas críticas dirigidas ao método se devem ao fato de ele apresentar amplas generalizações (falha na discriminação dos diferentes climas e consideráveis discrepâncias mediante elevadas altitudes). No entanto, embora seja limitado, muitos pesquisadores o consideram um bom sistema, em razão do esquema simples e maneável de representação dos tipos climáticos mundiais, por meio de engenhosa nomenclatura simbólica, tornando desnecessário o uso de termos descritivos para cada caso. Sabe-se ainda que a classificação de Köppen é a mais divulgada no Brasil, embora venha sendo muito criticada pela sua característica essencialmente descritiva e pela desconsideração da gênese dos climas (GALVÃO, 1967). Para RIBEIRO et al. (1983), este sistema, por não considerar o mecanismo de circulação atmosférica, fornece um quadro climático generalizado e inexpressivo, quando comparado às paisagens fitogeográficas.

2.4.4. Classificação climática de Thornthwaite

Thornthwaite (1948) observou limitações na classificação climática de Köppen quanto à falta de base racional para a seleção dos valores de temperaturas e chuvas para as diferentes zonas de clima. Assim, em 1948, este autor propôs superar essa dificuldade, por meio do seu sistema para a classificação climática, o qual, segundo RIBEIRO et al. (1983), superou o sistema de Köppen por apresentar dois novos conceitos (eficiência de temperatura e eficiência de precipitação) e, ainda, pela distinção do dobro de tipos climáticos.

Thornthwaite mencionou que, no seu método, a vegetação constitui o mecanismo físico responsável pelo transporte de água do solo para a atmosfera (evaporação) e que os limites climáticos são determinados de forma racional, por meio de comparação entre as medidas de precipitação e evapotranspiração potencial, em que o emprego dos valores das variáveis eliminou a subjetividade dos métodos precedentes.

2.4.5. Classificação climática de Gaussen

Segundo VIANELLO e ALVES (1991), na classificação de Gaussen (1955), o mês mais seco é considerado aquele em que a precipitação total, em milímetros, é menor ou igual ao dobro de sua temperatura média em graus Celsius. A referida classificação foi empregada no Brasil por Galvão (1967), com base apenas em dados meteorológicos e nos conhecimentos deste autor sobre o meio físico: relevo, direção dos ventos, etc. (RIBEIRO et al., 1983). Dessa forma, para o autor, puderam ser definidas no território brasileiro seis regiões climáticas (Hemierêmica: subdesértica quente; Xerotérica: mediterrânea; Xeroquimênica: tropical; Bixérica: transição entre tropical-mediterrâneo; Termaxérica: equatorial; Mesaxérica: temperada). Assim, podem-se distinguir entre as regiões encontradas diferentes modalidades quanto a duração e intensidade do período seco e, ainda, pelos valores característicos da temperatura e do regime destas e das chuvas (RIBEIRO et al., 1983).

2.5. Classificação climática por técnica multivariada

2.5.1. Análise dos componentes principais

De acordo com HERRERA et al. (1997), componente principal é a combinação linear de uma série de variáveis originais, que tem a capacidade de reter a maior quantidade de informações fornecidas por estas variáveis.

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), à medida que os componentes principais são formados, é comum haver diminuição na porcentagem da variância, que pode ser envolvida por estes.

A análise dos componentes principais prima estabelecer a existência de algum padrão de relacionamento entre as medições ou amostras processadas (ASPIAZÚ et al., 1990). Para estes autores, após realizada a referida análise, os dados podem, geralmente, ser reordenados ou reduzidos a um conjunto menor de fatores ou componentes a serem processados, como se fossem novas variáveis ou amostras.

Como exemplos do emprego da análise dos componentes principais como ferramenta estatística para o processamento multivariado de dados

podem ser citados: McBOYLE (1973), que desenvolveu na Austrália uma classificação considerada geral e útil, em termos descritivos e na avaliação de potencialidades; POWELL e MacIVER (1977), que elaboraram uma classificação destinada a facilitar o manejo e a exploração de florestas numa região do Canadá; e ASPIAZÚ et al. (1990), que desenvolveram uma metodologia aplicada à classificação climática do Estado de Minas Gerais.

2.5.2. Análise fatorial

Análise fatorial é um ramo da estatística com ampla aplicação na psicologia (RUFINO, 1986). Entretanto, vários trabalhos confirmaram que a referida análise é perfeitamente aplicável a outras áreas, entre as quais a meteorologia, embora a complexidade dos fenômenos climáticos represente alguma dificuldade para esta aplicabilidade.

O objetivo geral da análise fatorial é reduzir uma série de variáveis a um pequeno número de categorias ou fatores não-correlacionados e definidos somente pelas dimensões reais (RIBEIRO et al., 1983). Sabe-se ainda que, na maioria das vezes, as categorias ou os fatores resultantes costumam reter as informações mais importantes dos dados originais.

Steiner (1965), citado por McBOYLE (1973), fez uso da análise fatorial na climatologia para elaborar uma classificação climática racional baseada somente em fatores climáticos.

McBOYLE (1973), com o uso de somente elementos climáticos, empregou a análise fatorial para classificar o clima da Austrália.

POWELL e MacIVER (1977), com o uso da análise fatorial, procederam a uma classificação climática.

RIBEIRO et al. (1983) desenvolveram uma metodologia nova ao reunirem as análises fatorial e de agrupamento para a classificação climática.

2.5.3. Análise de agrupamento

Para ASPIAZÚ et al. (1990), a análise de agrupamento consiste numa forma simples de análise de correlação que permite dar maior peso às variáveis reconhecidamente mais importantes. Assim, para estes autores, esta

técnica tem por finalidade descobrir, mediante o cálculo de coeficientes de semelhança ou similaridade, agrupamentos entre m objetos, nos quais tenham sido feitas medições com n variáveis ou n_1 componentes principais, sendo $n_1 < n$. Assim, a semelhança entre os objetos costuma ser determinada por meio de coeficientes de correlação, de coeficientes baseados na presença ou ausência de atributos ou, ainda, por meio de funções de distância simples, como a distância euclidiana.

Como exemplo do variado emprego da análise de agrupamento podem ser citados: no agrupamento de sítios florestais, no que se refere à produtividade do eucalipto de acordo com as características químicas e físicas do solo, por CORREIA (1982); nos agrupamentos de estações climatológicas, por RIBEIRO et al. (1996) e HERRERA et al. (1997); no delineamento de zonas climáticas, por FOVELL e FOVELL (1993) e FOVELL (1997); e, ainda, no melhoramento genético, por CRUZ (1990).

2.5.3.1. Critérios de semelhança

a) Distância euclidiana

De acordo com Cruz e Regazzi (1997), citados por SILVA e NOVAIS (1998), ao se considerar X_{ij} a observação no i -ésimo objeto ($i=1,2,\dots,p$), em referência à j -ésima variável ($j=1,2,\dots,n$), a distância euclidiana entre os objetos i e i' pode ser definida por meio da expressão:

$$d_{ii'} = \left[\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Para os autores, essa medida de dissimilaridade apresenta restrições devido à alteração sofrida mediante mudanças na escala de medições com o número de características estudadas e à não-consideração do grau de correlação entre estas. Assim, foi recomendada, para contornar o problema de escala, a padronização dos dados e, para contornar a influência do número de características, o emprego da distância euclidiana média como medida de dissimilaridade.

b) Distância euclidiana média

De acordo com a descrição de SILVA e NOVAIS (1998), a distância euclidiana cresce à medida que cresce o número de variáveis. Assim, é aconselhável que se divida o valor da distância pela raiz quadrada do número de variáveis (p), obtendo-se a distância euclidiana média. Assim:

$$\Delta_{ii} = \frac{1}{\sqrt{p}} d^{ii}, \quad (2)$$

2.6. Zoneamento ecológico de Holdridge

Após vários anos de trabalhos florestais na região do Caribe e um estudo específico sobre a vegetação do Haiti, Holdridge manifestou interesse pelos sistemas de classificação dos climas e da vegetação (NOGUEIRA et al., 1987).

Em 1947, o renomado ecologista de origem norte-americana publicou um sistema de classificação de formações vegetais mundiais que se baseava apenas em dados climáticos. Com aprimoramentos feitos ao longo dos anos, este sistema tornou-se mais complexo em termos de composição e mais específico em termos de resultado. Mais que um sistema puramente climático, ele se tornou um sistema ecológico de classificação, por considerar, além de elementos climáticos (precipitação e temperatura do ar), fatores de ordem fisiográfica, edáfica e fitofisionômica, associados a um engenhoso diagrama para a definição das “zonas de vida” - unidades bioclimáticas (CAMPOS, 1973; MILANO et al., 1987). Para CAMPOS (1973), o sistema tem abrangência mundial, pelo fato de considerar a existência de áreas ecologicamente equivalentes, mesmo distanciadas geograficamente. Dessa forma, embora a vegetação natural possa diferir taxonomicamente entre essas áreas, isso pode não ocorrer com a sua fisionomia.

2.6.1. “Zonas de vida”

Segundo CAMPOS (1973), as “zonas de vida” correspondem às maiores unidades bioclimáticas do engenhoso diagrama criado por Holdridge,

referentes ao primeiro nível do sistema. Essas unidades são determinadas por meio das medidas de precipitação e biotemperatura e ficam compreendidas no interior dos hexágonos formadores do diagrama.

O fator climático biotemperatura representa um tratamento que diferencia o sistema de Holdridge de todos os demais no tratamento do nível energético do meio. Este autor, ao considerar que abaixo de 0 °C a atividade fisiológica cessa por parte da planta e que acima de 30 °C a taxa de respiração aumenta tanto que a fotossíntese líquida (equação 3) fica menor ou igual a 0, estabeleceu dois limites de temperatura. Assim, para ele, o limite inferior para a biotemperatura é igual a 0 °C, e o superior, a 30 °C; dessa forma, a média das temperaturas entre 0 e 30 °C corresponde à melhor maneira de relacionar o calor com a vegetação.

$$\text{Fotossíntese Líquida} = \text{fotossíntese total} - \text{respiração} - \text{fotorrespiração} \quad (3)$$

Na classificação das “zonas de vida” podem ser considerados os dispositivos que seguem a descrição de CAMPOS (1973), os quais respeitam o diagrama exposto na Figura 1:

- O diagrama de Holdridge é composto por vários elementos, entre eles as “zonas de vida”, definidas pelos hexágonos; as áreas de transição entre estas zonas, definidas pelos triângulos; a precipitação média anual, com valores variando de 62,5 mm até mais de 8.000 mm, em uma escala crescente da esquerda para a direita; a biotemperatura anual, definida pela média anual das temperaturas compreendidas entre 0 e 30 °C, posicionada em uma escala decrescente de baixo para cima; e a relação de evapotranspiração potencial, definida pela razão entre a evapotranspiração potencial anual e a precipitação anual (expressão da umidade local), em uma escala crescente da direita para esquerda. Além desses elementos, o diagrama apresenta ainda a escala referente à evapotranspiração total anual, que pode ser obtida por meio do produto entre a biotemperatura anual e o fator 58,93, e ainda uma linha pontilhada entre as linhas das biotemperaturas de 12 e 24 °C, denominada linha de geada. A ocorrência ou não de geada determina o nome da região latitudinal na faixa de biotemperatura em que ocorre a referida linha.

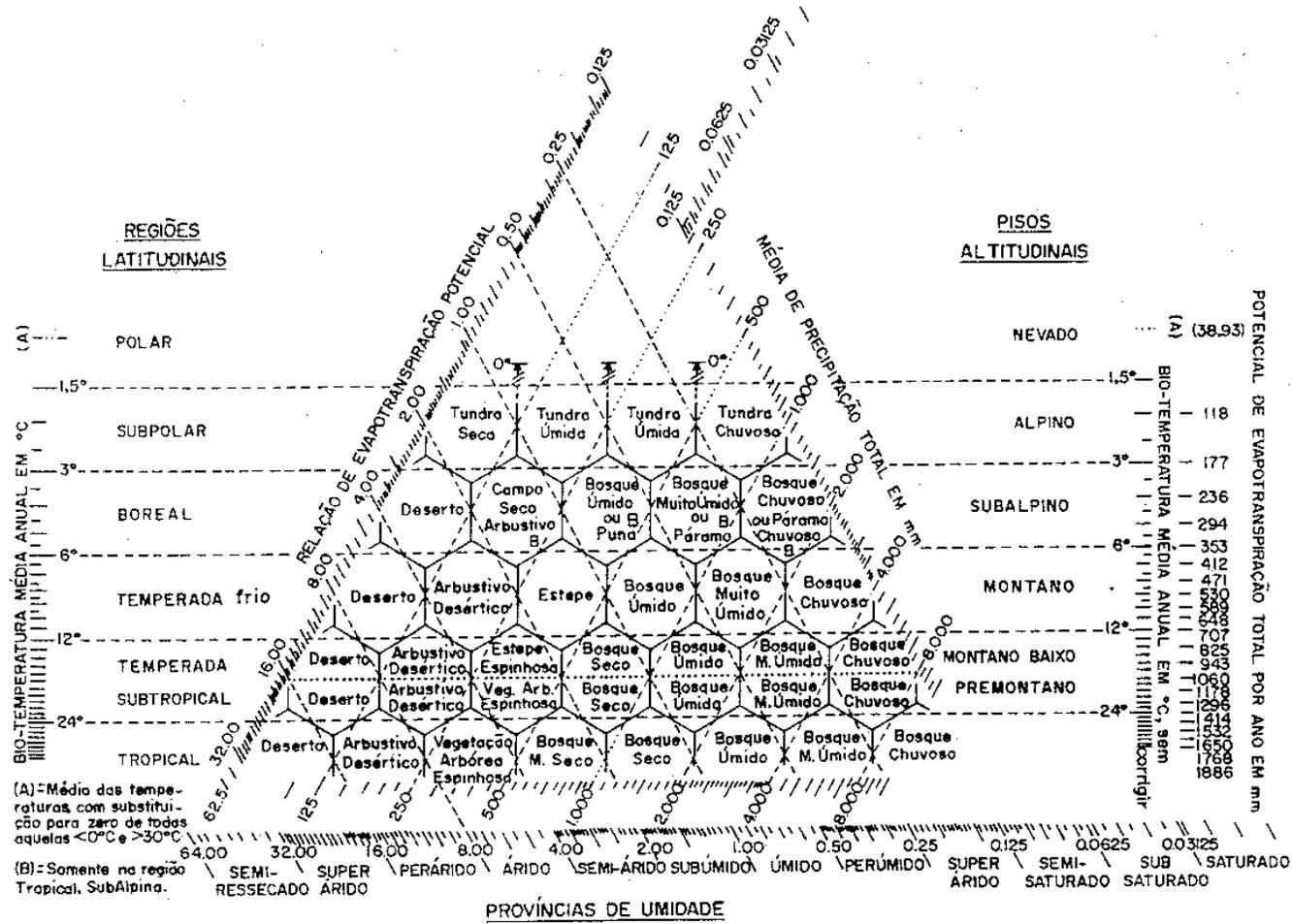


Figura 1 - Diagrama para classificação de “zonas de vida”, segundo Holdridge (1947).

2.6.2.1. Regiões latitudinais e pisos altitudinais

Para designar o nome completo de “zona de vida”, Holdridge definiu diversas regiões latitudinais e pisos altitudinais, em função da latitude e altitude do lugar, os quais estão dispostos à direita e à esquerda do triângulo. Complementarmente ao uso do diagrama da Figura 1, o autor propôs ainda outro esquema (Figura 2) para indicar, de modo aproximado, os pisos altitudinais em função da altitude e da biotemperatura corrigida para o nível médio do mar (considerando decréscimo de 6 °C a cada 1.000 metros de elevação).

2.6.2.2. Confirmação da região latitudinal

Utilizando a Figura 2, define-se, *a priori*, a região latitudinal da localidade em questão. No entanto, a confirmação da região latitudinal deve ser feita analisando o Quadro 1, que correlaciona a latitude da localidade com a verdadeira região latitudinal.

Podem ser citados como exemplos do emprego da metodologia de Holdridge para a determinação de “zonas de vida” dentro do território brasileiro os estudos de NOGUEIRA et al. (1987) e MILANO et al. (1987), que determinaram as “zonas de vida” para os estados de Santa Catarina e Paraná, respectivamente.

2.6.2.3. Algumas controvérsias sobre o modelo de Holdridge

Segundo SHIBATA e PÁES (1970), Holdridge admitiu que o sistema de sua autoria estaria sujeito a limitações quando aplicado para separar “zonas de vida” nas regiões subtropical e tropical. A partir dessas observações, o autor propôs uma modificação no cálculo da biotemperatura, já que, se fossem consideradas as temperaturas climáticas horárias, a separação entre duas “zonas de vida” observadas no campo não concordavam com o diagrama para as referidas regiões latitudinais.

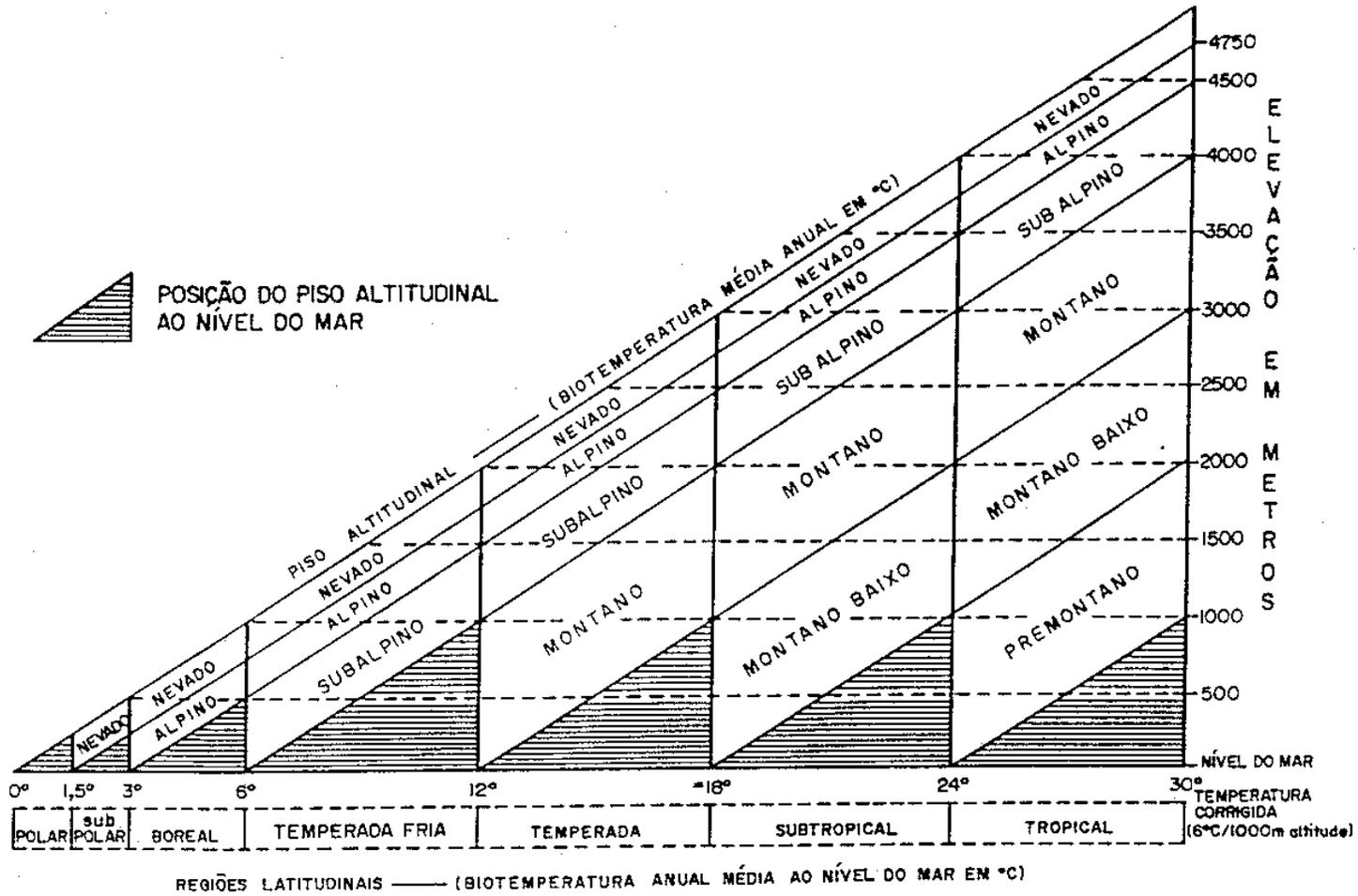


Figura 2 – Posição das regiões latitudinais e pisos altitudinais em relação ao nível médio do mar, segundo Holdridge (1947).

Quadro 1 - Extensões teóricas aproximadas das regiões de vegetação em graus de latitude

Regiões Latitudinais	Classes de Biotemperatura entre Linhas-Guia, em °C	Classes de Latitude
Polar	0-1,5	90°-67°22'
Subpolar	1,5-3,0	67°22'-63°45'
Boreal	3,0-6,0	63°45'-56°30'
Temperado frio	6,0-12,0	56°30'-42°
Temperado	12,0-17,0	42°-27°30'
Subtropical	17,0-24,0	27°30'-13°
Tropical	>24,0	13°-0°

De acordo com SHIBATA e PÁES (1970), no que se refere à aplicabilidade e aceitação do diagrama, verificou-se que a literatura mostrava-se à vezes controversa, tendo como principais causas a não-compreensão total do planteamento de Holdridge em relação ao aspecto tridimensional e ainda, conforme Albreville (1965), citado por esses autores, a não-aceitação das “zonas de vida” como unidade natural ecológica.

Holdridge (1966), citado por SHIBATA e PÁES (1970), respondeu à crítica de Albreville (1965) afirmando que as observações em uma mesma “zona de vida” de diversas outras formações vegetais referem-se a associações ou divisões de segundo nível; assim, para uma “zona de vida” existe somente uma associação climática decorrente de um solo e clima zonal, isto é, um clima com distribuição normal de chuva em relação à precipitação total e sem qualquer condição atmosférica especial. O nome de cada associação climática se encontra dentro de cada hexágono. As associações atmosféricas, provenientes de fatores modificadores adicionais como ventos fortes, variação pronunciada nas precipitações estacionais, etc., bem como as associações edáficas, que diferem fisionomicamente da climática devido a fatores como topografia, drenagem, solo, etc., podem ser encontradas em diversas ocorrências em cada “zona de vida”.

Outra controvérsia se deve à dificuldade de qualquer modelo idealizado para escala mundial quando aplicado para áreas menores, podendo ou não

coincidir com o modelo teórico. Dessa forma, Thompson (1966), citado por SHIBATA e PÁES (1970), ao testar o modelo de Holdridge em montanhas de latitudes médias no Colorado, concluiu que o estado atual da vegetação, comparado à formação, extrapolada pelo modelo, coincidia satisfatoriamente, por considerar que o modelo foi projetado para identificar formações vegetais em escala mundial e que, no caso citado, se restringiu a uma área com variação de 55 a 308 milhas quadradas.

2.6.3. Associação

As associações, segundo CAMPOS (1973), são unidades naturais, dentro das “zonas de vida”, onde os elementos como a vegetação, a atividade animal, o clima, a fisiografia, a formação geológica e o solo estão todos inter-relacionados em uma combinação reconhecida e única, possuindo aspecto de fisionomia típica.

2.6.4. Uso conjunto dos três níveis da classificação ecológica de Holdridge

Após definidas as “zonas de vida”, as associações e a sucessão e o uso da terra (uso atual da terra ou etapa de sucessão da comunidade natural que ocupa o sítio em dado momento), podem ser feitas comparações com qualquer outro lugar do globo e, dessa forma, ser identificadas áreas ecologicamente equivalentes em nível global (HOLDRIDGE, 1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Região de Estudo

Este trabalho fez uso de informações climatológicas procedentes do Estado de Minas Gerais, o qual está situado a sudeste do Brasil e possui uma área total de 587.172 km². O Estado é bastante variável em termos de topografia, com 57% de sua área com altitude superior a 600 m (GOLFARI, 1975). Minas Gerais possui 961 km de distância máxima no sentido norte-sul e 1.185 km no sentido leste-oeste e está compreendido entre 14°13'06" e 22°54'00" S de latitude e entre 39°52'06" e 51°02'48" W de longitude, segundo o IBGE (1949).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabeleceu que as normais-padrão devem ser calculadas para os períodos não inferiores a 30 anos, pois assim podem ser expressas as condições gerais de uma região, de modo que sejam estabilizadas as condições climatológicas. Assim, procurou-se adotar neste trabalho um mínimo de 30 anos de dados meteorológicos, referentes aos anos de 1961 a 1990 (INMET).

Acredita-se que para Minas Gerais a adoção de valores médios anuais mínimos de 30 anos, para uma cobertura total de 302 estações meteorológicas, de acordo com a Figura 3, possa permitir boa representação da climatologia mineira (Quadro 1A).

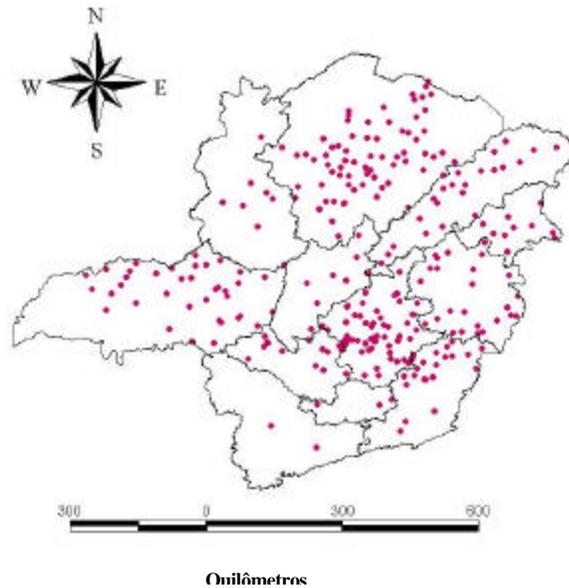


Figura 3 - Estações meteorológicas.

Admite-se, ainda, que uma classificação climática se torne mais representativa quando considerados ao menos os valores extremos de temperatura e precipitação, que, para o Estado, correspondem à médias mensais dos meses de fevereiro (em média mais quente), julho (em média mais frio e menos chuvoso) e janeiro (mais chuvoso).

De acordo com as Normas Climatológicas do INMET (1961 a 1990) (32 estações meteorológicas), conforme a Figura 4, Minas Gerais tem as temperaturas médias anuais do ar em torno de 18 a 24,6 °C e atinge os valores máximos por volta de fevereiro, com até 33,9 °C médios, e mínimos geralmente em julho, com até 7,0 °C médios.

O Estado é também bastante variável em termos pluviométricos, pois, segundo o INMET (1961 a 1990) (32 estações meteorológicas), conforme a Figura 5, durante o período seco, em média, o total acumulado mensal de precipitação mínima ocorre por volta do mês de julho, com até 1,9 mm mensais, enquanto no mês de janeiro (geralmente o mais chuvoso) o total mensal é de até 310,6 milímetros mensais.

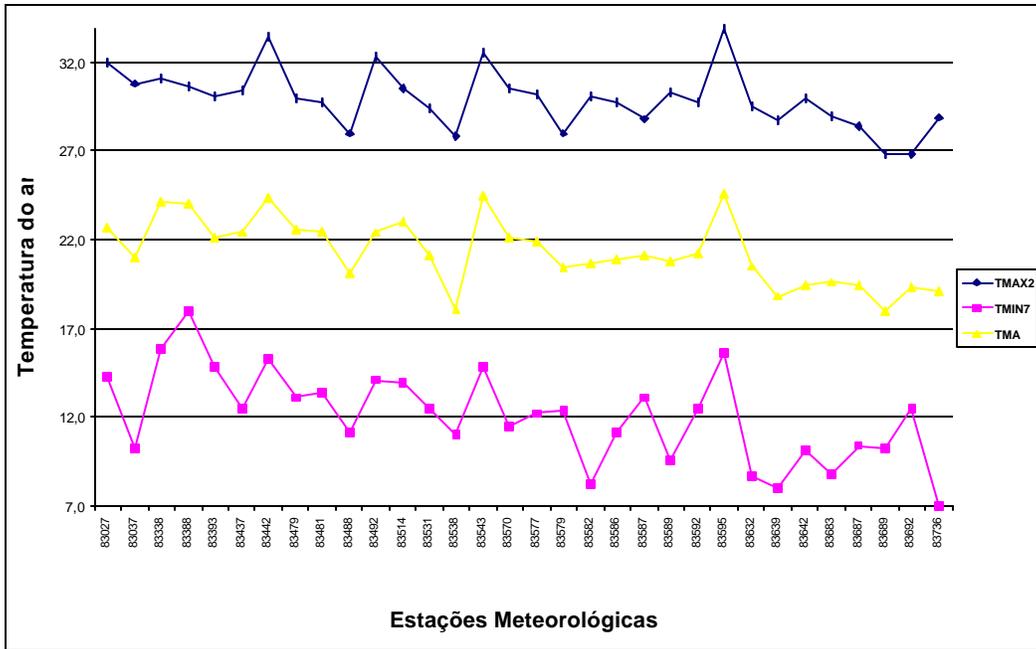


Figura 4 - Temperaturas extremas do Estado de Minas Gerais, segundo Normas Climatológicas (1961-1990).

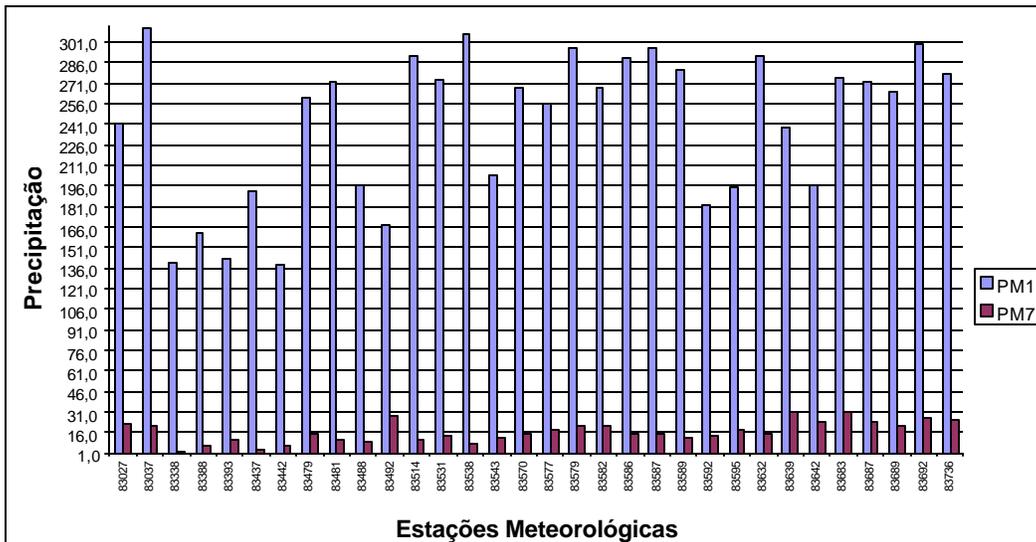


Figura 5 - Total acumulado das precipitações médias dos meses mais e menos chuvosos.

No Estado de Minas Gerais, de acordo com a classificação climática de Köppen (ANTUNES, 1980), foram identificadas quatro regiões climáticas diferentes, conforme a Figura 6. Conforme SEA (1980), no Estado há quatro classes de vegetação natural: caatinga, campo rupestre de altitude, cerrado e campo cerrado e floresta atlântica (Figura 7).



A_w - Clima tropical chuvoso (clima de savana), megatérmico com inverno seco. Temperatura do mês mais frio superior a 18 °C e precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm.

BS_w - Clima semi-árido, tipo estepe, com chuva no verão. A precipitação anual é normalmente inferior a 75 mm e inferior ao dobro da temperatura média anual mais catorze: $P_a < 2(T_a + 14)$.

CW_a - Clima temperado suave (mesotérmico), chuvoso com inverno seco. Temperatura média do mês mais frio entre 3 °C e 18 °C e a do mês mais quente superior a 22 °C.

CW_b - Difere do anterior por ser a temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C (verão fresco).

Figura 6 - Classificação climática do Estado de Minas Gerais segundo Köppen.

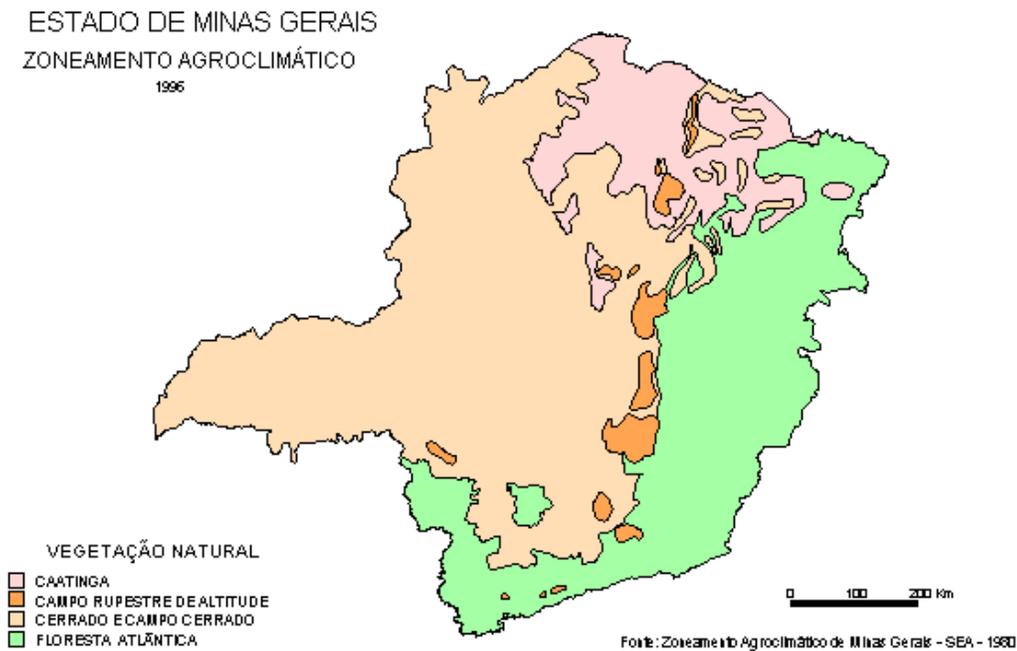


Figura 7 - Classificação da vegetação natural de Minas Gerais.

3.2. Variáveis utilizadas

Usaram-se dados correspondentes a seis variáveis climáticas de elevado potencial, para representação, em termos gerais, das características da climatologia local. Estas variáveis foram extraídas de balanços hídricos, segundo THORNTHWAITE E MATHER (1955), considerando a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, de um total de 302 estações pluviométricas e meteorológicas, pertencentes à ANEEL e ao INMET, respectivamente.

Acredita-se que a consideração, neste trabalho, de um CAD de 100 mm, para as evapotranspirações potencial e real e os excedentes e deficiências hídricos, possa ter permitido boa representatividade, em termos “gerais”, da climatologia mineira.

Os parâmetros utilizados estão relacionados a seguir:

- TMA - Temperatura média anual (°C)
- TM2 - Temperatura máxima média do mês de fevereiro (°C)
- Tm7 - Temperatura mínima média do mês de julho (°C)

- PTA - Total anual médio de precipitação (mm)
- PM1 - Total médio da precipitação mensal de janeiro (mm)
- PM7 - Total médio de precipitação mensal de julho (mm)
- LAT - Latitude (°)
- LONG - Longitude (°)
- ETP - Evapotranspiração potencial - THORNTHWAITE (1948) (mm)
- ETR - Evapotranspiração real - THORNTHWAITE e MATHER (1955) (mm)
- EXC - Excedente hídrico (mm) - THORNTHWAITE e MATHER (1955) (mm)
- DEF - Deficiência hídrica (mm) - THORNTHWAITE e MATHER (1955) (mm)

3.3. Análise dos componentes principais

A análise dos componentes principais foi aplicada no presente trabalho por meio do programa “Statistic for Windows”, respeitando os passos citados por ASPIAZÚ et al. (1990):

1. Estabelecimento de algum padrão de relacionamento entre as medições ou amostras processadas, por meio de uma matriz de correlação entre as variáveis.
2. Reordenação ou redução dos dados a um conjunto menor de fatores ou componentes.
3. Processamento dos dados ou fatores como novas variáveis ou amostras, com a resolução final na forma de uma transformação exata e ortogonal dos dados originais.

3.4. Análise fatorial

A análise fatorial foi aplicada por meio do programa “Statistic for Windows”, que respeita as descrições de POWELL e MacIVER (1977), de acordo com os seguintes passos:

1. Obtenção da matriz de correlação das variáveis iniciais.
2. Extração das raízes e dos vetores característicos, ou “fator peso”, da matriz de correlação.
3. Rotação da matriz de fatores para obtenção da solução final.

O primeiro passo, segundo POWELL e MacIVER (1977), envolve o cálculo de medidas apropriadas de associação entre um conjunto de variáveis, utilizando o produto-momento do coeficiente de correlação entre as variáveis.

O segundo passo consiste em determinar a possibilidade de reduzir a quantidade de dados, baseando-se nas inter-relações destes, mediante a elaboração de um conjunto de novas variáveis, que podem ser consideradas como transformações matemáticas exatas dos dados originais.

Neste trabalho fez-se uso de fatores ortogonais pré-definidos (componentes principais).

Para finalização da análise fatorial, procedeu-se a uma rotação dos componentes principais por meio da rotação varimax (Normalizada), que, conforme McBOYLE (1973), corresponde à rotação ortogonal e oblíqua, a qual fornece resultados mais satisfatórios em termos de estudos climatológicos.

O resultado final da análise fatorial corresponde a uma matriz, denominada matriz de fatores, em que as linhas têm correspondência com os parâmetros utilizados, dispostos na mesma ordem de entrada. As colunas são formadas por coeficientes de regressão ou pesos e correspondem aos fatores retidos da análise. Assim, cada parâmetro tem um coeficiente correspondente em cada coluna da referida matriz. Este coeficiente é o peso que determinado parâmetro tem sobre um fator.

No presente trabalho fez-se uso somente dos coeficientes de peso iguais ou superiores a 0,7, os quais correspondem aos mais significativos para a representação da variância sustentada pelo fator considerado.

Cada composição linear de parâmetro e seu respectivo peso, para cada fator, definiu um índice. O número de índices determinados equivaleu ao número de fatores retidos. Por meio da citada composição linear, calcularam-se os índices para cada estação.

Uma vez definidos, os índices climáticos foram plotados em um mapa perimétrico de Minas Gerais, por meio do sistema de informações geográficas ArcView 3, em que a interpolação por aproximação numérica respeitou os graus de latitude e longitude considerados.

Assim, ao final da citada plotagem, os mapas isarítmicos (isopletas) formados puderam descrever o comportamento dos índices “climáticos” ao longo do Estado de Minas Gerais.

3.5. Análise de agrupamento

Os índices climáticos definidos por meio dos componentes principais e da análise fatorial foram submetidos à análise de agrupamento, para detecção de regiões homogêneas.

Para formação dos agrupamentos utilizaram-se como medida de similaridade as distâncias euclidianas médias, seguida pela otimização de Tocher, por meio do programa estatístico SAEG 8.0.

Após definidos os grupos de clima, estes foram plotados por meio do sistema de informações geográficas ArcView 3 em mapas do Estado de Minas Gerais, nos quais os limites entre os grupos representam regiões climatologicamente homogêneas.

Em razão da dificuldade relacionada à capacidade de processamento dos dados por parte do programa estatístico, não foi possível proceder à análise discriminante para confirmação da homogeneidade dos grupos formados pelo método de Tocher. No entanto, acredita-se no método, por consistir de uma otimização para determinação de grupos homogêneos.

3.6. “Zonas de vida”

As “zonas de vida” foram definidas no diagrama de Holdridge, por meio dos valores da temperatura média anual do ar com os do total anual de precipitação, conforme o Quadro 2. A Figura 8 mostra os perfis da precipitação total e temperatura médias anuais do Estado de Minas Gerais. Acredita-se que, ao norte e ao sul de Minas, a consideração das médias anuais de temperatura do ar subestime ou superestime as biotemperaturas médias anuais (médias anuais extraídas das médias diárias das temperaturas do ar entre 0 e 30 °C).

Após definidas as “zonas de vida”, foram verificados ainda os pisos altitudinais e as regiões latitudinais. Os pisos altitudinais foram confirmados ao ser relacionada a altitude do local aos novos valores de temperatura, obtidos por meio da elevação destes até o nível médio do mar (com o decréscimo de 6 °C a cada 1.000 metros de elevação). Para confirmação da região latitudinal, respeitaram-se as classes de temperatura e latitude que determinam cada região.

Quadro 2 - Intervalos de temperatura e precipitação do diagrama de “zonas de vida” e suas respectivas “zonas de vida”

Precipitação Total Anual (mm)	Temperatura Média Anual (°C)	Zona de Vida
62,5-125	1,5-3,0	Tundra Seca
62,5-125	3,0-6,0	Deserto
62,5-125	6,0-12,0	Deserto
62,5-125	12,0-24,0	Deserto
62,5-125	≥24,0	Deserto
125-250	1,5-3,0	Tundra Úmida
125-250	3,0-6,0	Campo Seco Arbustivo B
125-250	6,0-12,0	Arbustivo Desértico
125-250	12,0-24,0	Arbustivo Desértico
125-250	≥24,0	Arbustivo Desértico
250-500	1,5-3,0	Tundra Úmida
250-500	3,0-6,0	Bosque Úmido ou B Puna
250-500	6,0-12,0	Estepe
250-500	12,0-24,0	Até 18 °C Estepe Espinhoso ≥18°C Veg.Arb.Espinhosa
250-500	≥24,0	Vegetação Arbórea Espinhosa
500-1000	1,5-3,0	Tundra Chuvosa
500-1000	3,0-6,0	Bosque Muito Úmido ou B Páramo
500-1000	6,0-12,0	Bosque Úmido
500-1000	12,0-24,0	Bosque Seco
500-1000	≥24,0	Bosque M. Seco
1000-2000	1,5-3,0	-
1000-2000	3,0-6,0	Bosque Chuvoso ou Páramo Chuvoso B
1000-2000	6,0-12,0	Bosque Muito Úmido
1000-2000	12,0-24,0	Bosque Úmido
1000-2000	≥24,0	Bosque Seco
2000-4000	1,5-3,0	-
2000-4000	3,0-6,0	-
2000-4000	6,0-12,0	Bosque Chuvoso
2000-4000	12,0-24,0	Bosque M. Úmido
2000-4000	≥24,0	Bosque Úmido
4000-8000	1,5-3,0	-
4000-8000	3,0-6,0	-
4000-8000	6,0-12,0	-
4000-8000	12,0-24,0	Bosque Chuvoso
4000-8000	≥24,0	Bosque M. Úmido
≥8000	1,5-3,0	-
≥8000	3,0-6,0	-
≥8000	6,0-12,0	-
≥8000	12,0-24,0	-
≥8000	≥24,0	Bosque Chuvoso

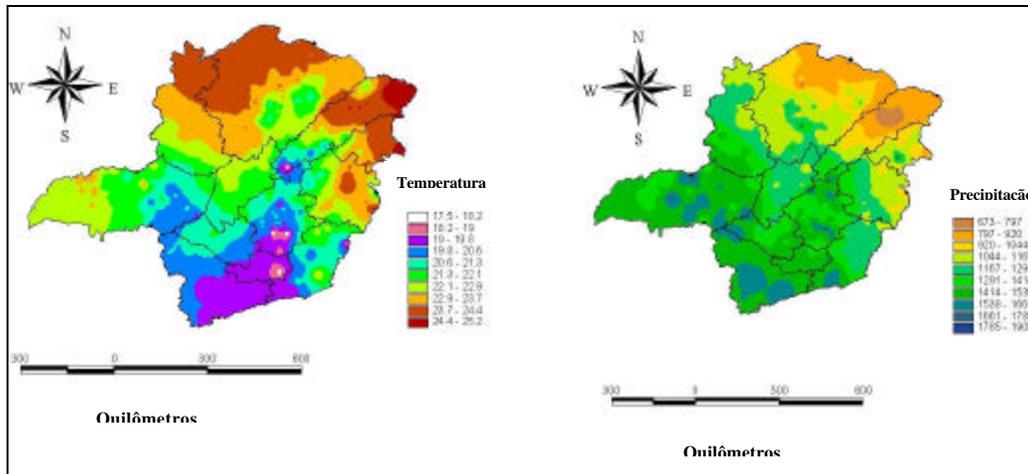


Figura 8 - Médias anuais da temperatura do ar e precipitação total anual.

Em seguida, por meio do ArcView 3, os grupos de “zonas de vida” foram plotados no mapa de Minas Gerais, e o enquadramento das “zonas de vida” aos grupos climáticos foi feito por meio da soma e do produto dos resultados das duas metodologias consideradas; assim, foi obtido o ambiente ecológico da classificação climática de Minas Gerais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de uma classificação climática estão a todo momento subordinados à qualidade do banco de dados utilizado. Assim, na maioria das vezes, torna-se recomendável a adoção de um período não inferior a 30 anos por parte das séries de médias, como também que haja boa homogeneidade na distribuição espacial entre as estações meteorológicas.

Ao se considerar um limite entre as temperaturas de 0 e 30 °C (biotemperatura), pode-se verificar que para Minas Gerais, mediante fatores como quantidade, qualidade, distribuição espacial dos dados, etc., é praticamente impossível calcular a média diária das temperaturas, de acordo com os limites estabelecidos para as biotemperaturas, em todas as 302 estações meteorológicas. Assim, neste trabalho, as médias anuais de temperatura e biotemperatura do ar foram tratadas como idênticas, embora se admita haver possibilidade de extrapolações ao norte e ao sul do Estado.

4.1. Análise dos dados

Os componentes principais representam uma matriz, denominada matriz de fatores, onde as linhas obtêm correspondência com os parâmetros utilizados, dispostos na mesma ordem de entrada. As colunas são compostas por coeficientes de regressão ou pesos e correspondem aos fatores retidos da análise. Dessa forma, cada parâmetro apresenta um coeficiente

correspondente em cada coluna da referida matriz. Este coeficiente é a expressão do peso (contribuição) dos parâmetros na formação dos fatores.

No Quadro 3 são apresentados os resultados dos componentes principais, constituídos pelos dois componentes principais (fatores) que ficaram retidos. As porcentagens de variância dos dados originais, sustentadas individualmente pelos fatores retidos, são apresentadas na última linha do Quadro 3. Juntas, essas porcentagens totalizam 93,9% de explicação da variância encontrada nos componentes principais. O fator 2 apresenta porcentagem de variância menor que o fator 1. Os coeficientes iguais ou superiores ao valor absoluto de 0,70 foram usados para formar, dentro de cada fator, uma combinação linear, ou índice climático, por sustentarem a maior proporção de variância das variáveis dentro dos fatores retidos.

Quadro 3 - Resultado da rotação varimax dos componentes principais

Símbolo	Nome	Fator 1	Fator 2
		Componente principal rotacionado	Componente principal rotacionado
TMA	Temperatura média anual do ar	-0,87246	0,451202
PTA	Precipitação total média anual	0,939445	0,195447
ETP	Evapotranspiração potencial	-0,88293	0,428384
ETR	Evapotranspiração real	0,008373	0,988162
DEF	Deficiência hídrica	-0,95364	-0,0933
EXC	Excedente hídrico	0,940822	-0,09094
% da variância		0,702989	0,236456

As composições lineares que deram origem aos dois índices climáticos, relacionados por estação no Quadro 3B, são as seguintes:

$$IC_1 = -0,87246x (TMA) + 0,939445x (PRP) - 0,88293x (ETP) - 0,95364x (DEF_{100}) + 0,940822x (EXC_{100})$$

$$IC_2 = 0,988162 \times ETR_{100}$$

4.1.1. Índice climático 1 (IC₁)

O fator 1 deu origem ao índice IC₁, o qual foi formado pelo maior número de parâmetros, representando a maioria das variáveis climáticas consideradas no trabalho. Os parâmetros componentes da equação originária do IC₁ foram os seguintes: temperatura média anual do ar (TMA), precipitação total anual (PTA), evapotranspiração potencial (ETP), deficiência hídrica (DEF₁₀₀) e excedente hídrico (EXC₁₀₀). O resultado está no mapa de Minas Gerais sob a forma de isolinhas.

Por meio do índice climático 1, de acordo com a Figura 9, as variáveis climáticas que o constituíram tendem a crescer em direção a mesorregião sul e suas adjacências, no sudeste do Estado e Triângulo Mineiro, também em direção aos setores norte, nordeste e leste de Minas Gerais. Ao sul do Estado isto ocorre porque, segundo o Quadro 3, a temperatura média anual representa a variável com menor peso na formação do fator 1, ou seja, (- 0,87), já que em termos gerais este setor representa para Minas Gerais a região mais fria, onde geralmente ocorrem as menores temperaturas. Existe ainda uma faixa no centro de Minas onde o índice climático 1 alcança seus menores valores; essa área se estende de leste a oeste do Estado e permite que em todos os setores mineiros os índices decresçam em direção ao centro de Minas Gerais.

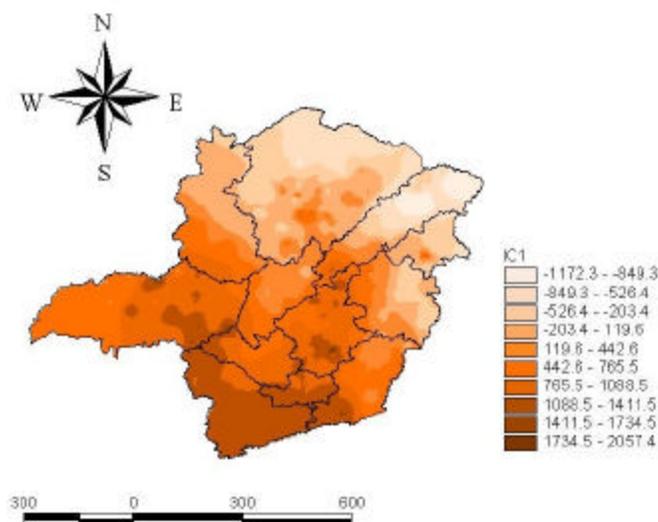


Figura 9 - Índice climático 1.

4.1.2. Índice climático 2 (IC₂)

No fator 1, a evapotranspiração real (ETR_{100}) teve peso de apenas 0,008, sendo necessário um segundo fator para resumir a sua informação relativa. Dessa forma, a contribuição da evapotranspiração real ($ETR = \text{precipitação} + \text{variação da água armazenada no solo}$), para formação do fator 2, teve peso igual a 0,99.

No IC_2 , conforme a Figura 10, os maiores índices estão em pontos isolados nos setores a leste do Estado e no Triângulo Mineiro (do noroeste até as proximidades do sul dessa mesorregião). Os menores valores de IC_2 ocorrem nos setores centro-sul e norte (onde ocorrem em média as maiores temperaturas) e nordeste de Minas Gerais. No centro-oeste da região norte de Minas (Júlio Bocaina: -16,25 graus de latitude e - 42,87 de longitude) ocorrem as menores evapotranspirações reais, o que acontece porque, em nível estadual, existe baixa altitude e baixo perfil do vento (diretamente proporcional à altura, com contribuição da taxa de evapotranspiração de $\approx 14\%$); o regime pluviométrico é bem distribuído ao longo do ano; existe boa nebulosidade, com radiação difusa prevalecendo em relação à direta (contribuição de $\approx 80\%$ para a taxa de evapotranspiração); os índices de umidade relativa do ar são eleva-

dos; e a umidade relativa do ar e o fluxo de calor no solo participam com $\approx 6\%$ para elevar o nível de evapotranspiração. Acredita-se ainda que nessa região ocorra cobertura vegetal pouco densa; assim, a contribuição para elevação do nível da ETR é pequena por parte da taxa de transpiração das plantas.

4.2. Análise de agrupamento

A Figura 11 mostra o mapa dos nove grupos climáticos apresentados no Quadro 4, provenientes dos dois índices climáticos encontrados no Estado de Minas Gerais. O agrupamento formado por meio do método de Tocher está disposto no Quadro 3A.

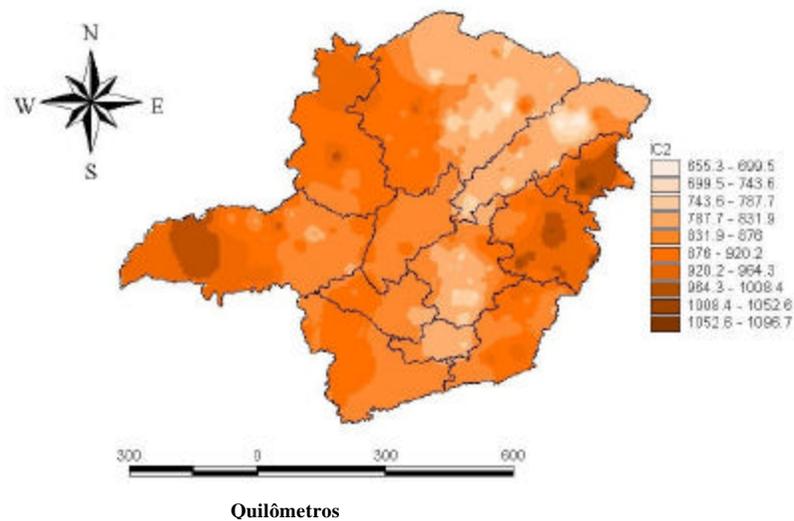


Figura 10 - Índice climático 2.

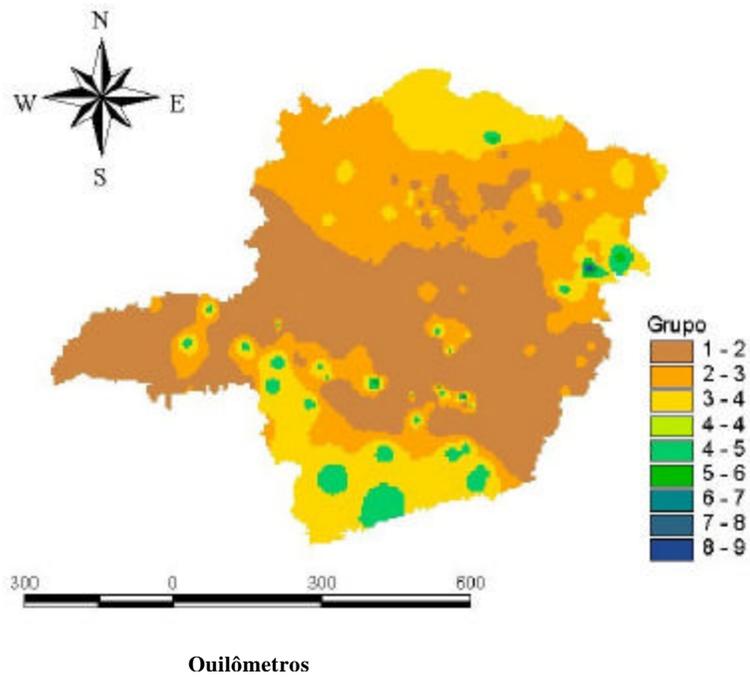


Figura 11 - Classificação de regiões climáticas homogêneas.

Quadro 4 - Agrupamento de Tocher

Grupo	Clima Ocorrência
1	107
2	61
3	66
4	32
5	28
6	3
7	3
8	1
9	1

4.2.1. Comparação com a classificação climática de Köppen

O método de Köppen definiu quatro climas no Estado: Aw - clima tropical chuvoso (clima de savana); BSw - clima semi-árido; Cwa - clima temperado suave (mesotérmico); e Cwd. O agrupamento climático definido neste trabalho apresenta nove zonas climaticamente homogêneas. Dessa forma, admite-se que na grande área homogênea (Aw) haja, aproximadamente, sete microclimas diferentes.

4.2.2. Comparação dos resultados com os grupos de clima definidos por Aspiazú et al. (1990)

Em 1990, Aspiazú definiu 10 grupos climáticos homogêneos para Minas Gerais, por meio de 15 variáveis, sendo eles: temperatura máxima de janeiro e julho, temperatura máxima média anual, temperatura mínima de janeiro e julho, temperatura mínima média anual, temperatura média de janeiro e julho, temperatura média anual, umidade relativa média do ar de janeiro e julho, umidade relativa média anual, precipitação total de janeiro e julho e precipitação total anual.

Este trabalho, comparado ao de Aspiazú, diferiu quanto ao emprego de médias anuais da temperatura do ar, precipitação acumulada, evapotranspiração potencial e, para um CAD de 100 mm, das evapotranspirações reais e de excedentes e deficiências hídricas; outra diferença metodológica consistiu do agrupamento de Tocher.

Os resultados estatísticos mostraram que a análise de Aspiazú, para as 15 variáveis consideradas, pode explicar 83,5% das porcentagens de variância dos dados originais, enquanto as seis variáveis consideradas no presente trabalho tiveram cerca de 93,9% de explicação do percentual de variância.

4.3. “Zonas de vida”

A metodologia de “zonas de vida” de Holdridge (1947) definiu, dentro de Minas Gerais, 10 áreas ecologicamente homogêneas. O Estado é totalmente

revestido por bosques: 41% são bosques secos e úmidos premontanos subtropicais e aproximadamente 26,5% são formados por áreas de transição, ou seja, bosque seco premontano subtropical (transição), bosque úmido premontano subtropical (transição), bosque seco ao nível do mar subtropical (transição) e bosque muito seco ao nível do mar subtropical (transição); no Estado também existem 14,2% de bosques seco ao nível do mar subtropical, úmido ao nível do mar subtropical, úmido montano baixo subtropical e muito seco ao nível do mar subtropical.

Na definição das “zonas de vida”, verificou-se que o diagrama de pisos altitudinais admite a posição ao nível do mar até a 1.000 m de altitude. Dessa forma, acredita-se que essa consideração se deva à escala global adotada pelo método de Holdridge.

Em relação ao quadro de regiões latitudinais para Minas Gerais, observou-se que este Estado pertence em sua totalidade à latitude subtropical. Esta consideração talvez se deva ao aspecto ecológico adotado pelo autor, já que em sua maioria, ao se considerarem as latitudes geográficas, o Estado se enquadraria nas latitudes tropicais.

Outros estados brasileiros que tiveram as “zonas de vida” definidas por meio do sistema de Holdridge foram Santa Catarina, formado pelas florestas úmida temperada, úmida subtropical, muito úmida temperada e muito úmida temperada com transição para úmida temperada (NOGUEIRA et al., 1987), e Paraná, formado pelas florestas úmida tropical premontana, úmida subtropical premontana, úmida temperada, muito úmida subtropical e áreas de transição entre as florestas úmida temperada e seca temperada, úmida temperada e muito úmida temperada e úmida subtropical e muito úmida subtropical (MILANO et al., 1987).

Em Minas Gerais, foram encontradas 10 “zonas de vida”, conforme a Figura 12. As zonas junto à respectiva coordenada da estação estão dispostas no Quadro 3A e respeitam a legenda do Quadro 5.

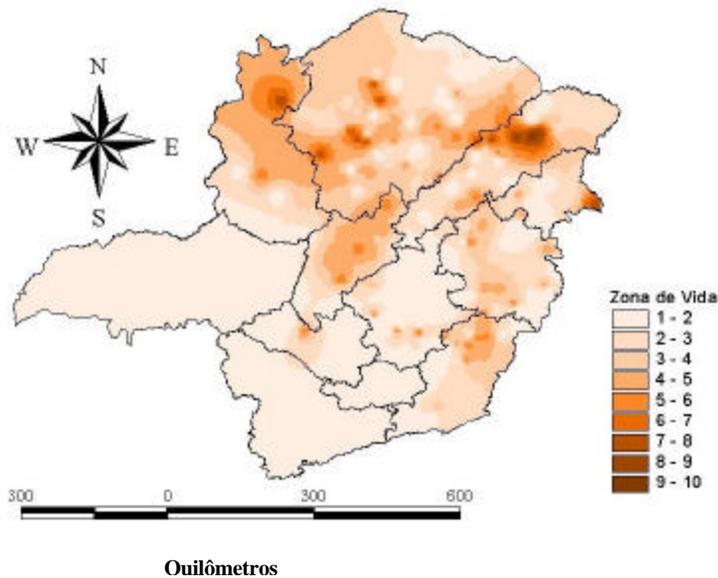


Figura 12 – “Zonas de vida”.

Quadro 5 – “Zonas de vida”

Grupo	Ocorrências	“Zonas de Vida”
1	28	Bosque seco premontano subtropical
2	151	Bosque úmido premontano subtropical
3	33	Bosque seco ao nível do mar subtropical
4	5	Bosque úmido ao nível do mar subtropical
5	47	Bosque seco premontano subtropical (transição)
6	19	Bosque úmido premontano subtropical (transição)
7	3	Bosque úmido montano baixo subtropical
8	12	Bosque seco ao nível do mar subtropical (transição)
9	2	Bosque muito seco ao nível do mar subtropical
10	1	Bosque muito seco ao nível do mar subtropical (transição)

4.3.1. Comparação entre as “zonas de vida” e a vegetação nativa definida pelo SEA-1980

Conforme a Figura 13, a classificação de Holdridge é mais abrangente do que a da SEA-1980, pois dividiu Minas Gerais em 10 “zonas de vida”, e a da

SEA-1980 (Figura 7) identificou apenas quatro formações vegetais em todo o Estado: caatinga, campo rupestre de altitude, floresta atlântica e cerrado e campo cerrado. Nota-se também que, no Triângulo Mineiro, ocorre boa identidade entre o bosque seco premontano subtropical definido pelo sistema de Holdridge e o cerrado e campo cerrado definido pelo SEA em 1980.

4.3.2. Comparação entre as “zonas de vida” de Holdridge e a classificação climática de Minas Gerais

De acordo com a Figura 14, as classificações climática e de “zonas de vida” não apresentaram boa coincidência quando comparadas em suas determinações dentro do Estado de Minas Gerais no presente trabalho. Percebe-se que as “zonas de vida” definiram uma grande área homogênea - bosques seco e úmido premontanos subtropicais no Triângulo Mineiro e Sul de Minas - e que essas classes de vegetação decorrem de cinco classes de clima, o que pode ser explicado pela teoria de tolerâncias de RADOSEVICH e OSTEYOUNG (1987), a qual foi definida por agricultores, geógrafos e climatologistas para considerar a distribuição de espécies de plantas por meio dos seguintes componentes:

- 1- Toda espécie de planta é capaz de existir e se reproduzir, com êxito, somente dentro de uma faixa definida de fatores ambientais.
- 2- Em ordem geral de importância, os fatores ambientais (Quadro 6) são: climáticos, edáficos e bióticos.
- 3- Faixas de tolerância podem ser amplas para alguns fatores e estreitas para outros, podendo mudar sua relativa importância com o estágio fenológico, o tamanho e a idade da espécie.
- 4- As faixas não podem ser determinadas a partir de um exame de aspectos morfológicos; em vez disso, estes são relacionados a aspectos fisiológicos que somente podem ser medidos experimentalmente.

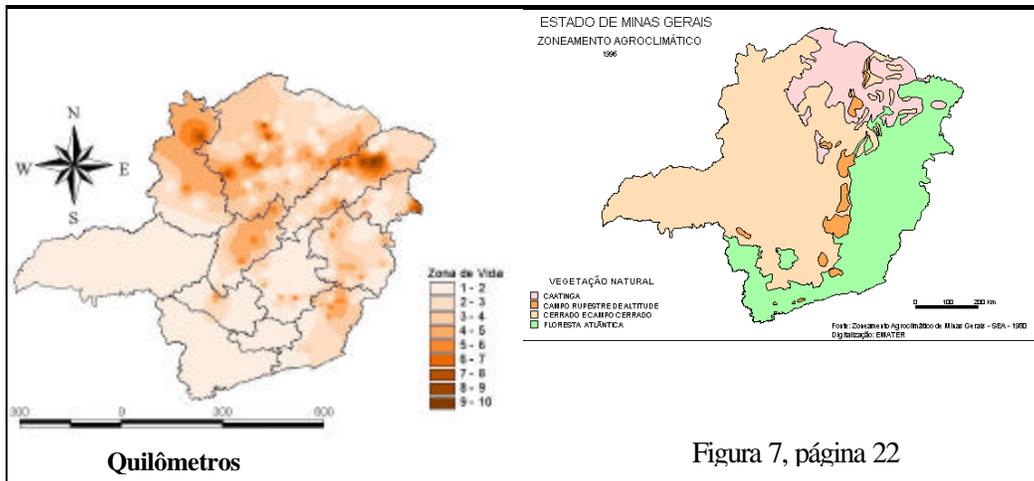


Figura 7, página 22

Figura 13 – “Zona de vida” e vegetação nativa.

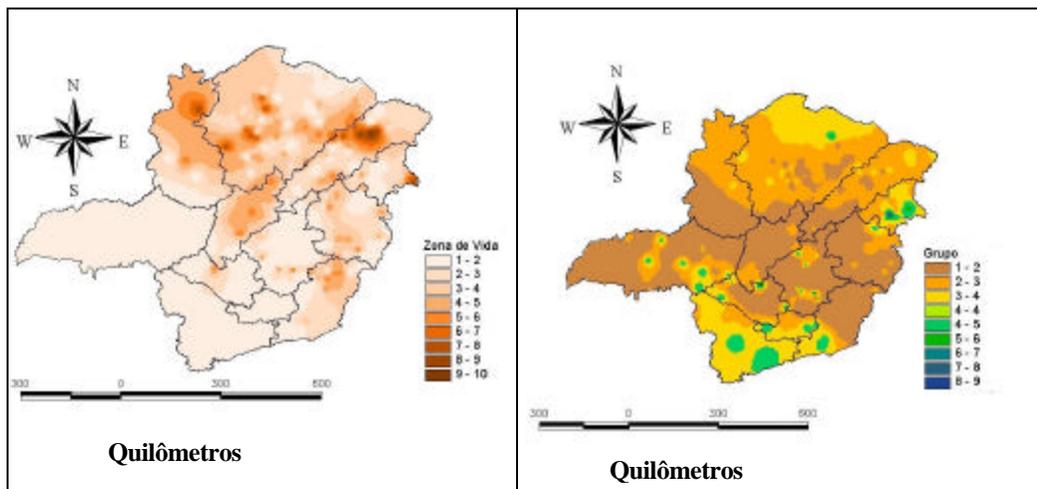


Figura 14 - Mapa de “zonas de vida” e de agrupamentos climáticos.

Quadro 6 - Fatores do ambiente considerados importantes para sobrevivência, crescimento e distribuição das plantas

Fatores	Aspectos importantes	Componente
Fatores Climáticos		
Luz	Intensidade Qualidade Duração ou fotoperíodo	Recurso ou Condição
Temperatura	Grau Flutuação Duração	Condição
Precipitação	Quantidade Frequência Distribuição sazonal	Recurso
Umidade	Grau Duração	Recurso ou Condição
Vento	Velocidade Duração	Condição
Gases	Oxigênio Dióxido de Carbono Poluentes (dióxido de enxofre, halogênios, poluição atmosférica, etc.)	Recurso Condição
Fatores Edáficos		
Origem e classificação do solo		Condição
Topografia, declive e exposição do solo		Condição
Propriedades físicas do solo	Estrutura Textura Aeração Umidade Temperatura Declive	Condição Condição Condição Recurso Condição Condição
Propriedades químicas do solo	pH Minerais Compostos orgânicos Capacidade de troca da base, etc.	Condição Recurso Recurso ou Condição
Propriedades bióticas do solo	Matéria orgânica Plantas Animais	Condição Condição Condição
Fatores Bióticos		
Humanos	Desmatamento Drenagem Fogo Cultivo e outros tratamentos culturais (fertilização, poda, eliminação de ervas daninhas, preparação, irrigação, reprodução vegetativa, etc.)	Recurso ou Condição
Insetos	Desfolhação Alimentação de caule e raiz Transmissão de doença Polinização, etc.	Condição Condição Condição Condição
Plantas	Competição (luz, água, minerais, espaço) Parasitismo Simbiose, etc.	Recurso ou Condição
Animais	Pastagem por animais, roedores, pássaros, etc. Dano mecânico	Condição Condição

- 5- As faixas de tolerância podem sofrer alteração no processo de seleção natural; contudo, este processo é tão lento que a mudança de ambiente é tipicamente acompanhada pela migração da planta, em vez de uma mudança na tolerância das plantas.
- 6- A distribuição relativa de espécie com as faixas de tolerância similares para fatores físicos é determinada finalmente pelo resultado da competição (ou outras interações bióticas) entre as espécies.

4.3.2. Multiplicação e soma entre as “zonas de vida” de Holdridge e a classificação climática de Minas Gerais

O resultado entre o produto e a soma dos mapas de “zonas de vida” e agrupamento climático, de acordo com a Figura 15, redundou em grande complexidade, que dificulta muito a compreensão de como as plantas interagem e reagem mediante as variações climáticas definidas dentro do Estado de Minas Gerais, por meio de seis variáveis climáticas. Acredita-se que isso se deva ao fato de as “zonas de vida” admitirem várias formações vegetais associadas a apenas um mesmo solo e clima zonal, em que o clima apenas tem a distribuição normal de biotemperatura anual e a chuva, em relação à precipitação total, não considera qualquer condição atmosférica proveniente de fatores modificadores adicionais, como ventos fortes, variação pronunciada nas precipitações estacionais, etc., e, ainda devido às associações edáficas.

É possível que o problema relativo ‘as “zonas de vida” tenha solução quando forem consideradas a associação e sucessão e o uso da terra, referentes respectivamente ao segundo e terceiro níveis do sistema ecológico de Holdridge. Possivelmente, haveria melhora na compreensão da relação entre o clima e a vegetação do Estado e, no que se refere à classificação climática, consideração dos perfis do vento e das médias mensais das seis variáveis consideradas e da umidade relativa do ar referente aos meses mais quente, frio, chuvoso e seco do Estado. As observações ficam como sugestões para um próximo trabalho.

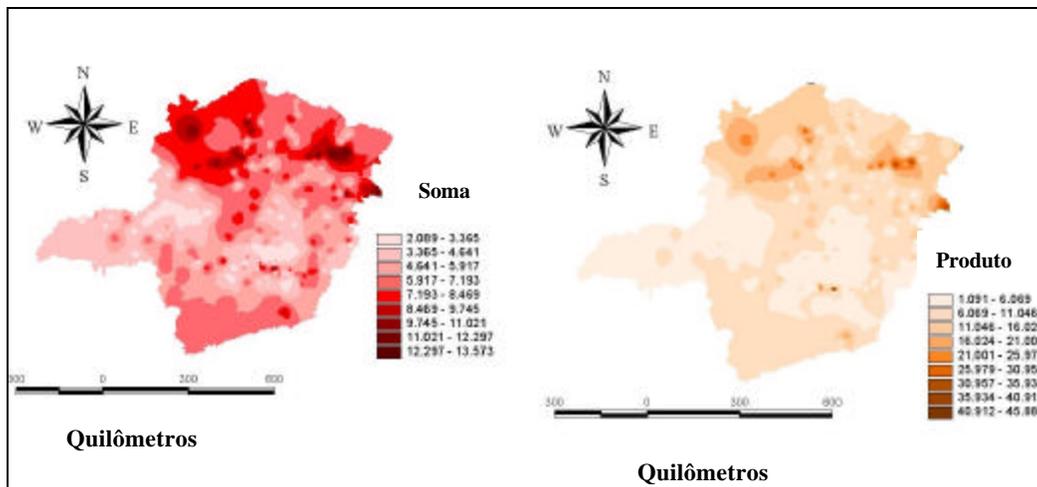


Figura 15 - Enquadramento climático das “zonas de vida”.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O conhecimento dos princípios ecológicos que regem o crescimento e a distribuição de plantas é essencial para o controle (manejo) da vegetação, pois é por meio do estudo e da aplicação dos conceitos ecológicos que os problemas da regeneração florestal são resolvidos. Assim, este trabalho procurou analisar a relação entre a distribuição das plantas e as diferentes classes de climas que ocorrem no Estado de Minas Gerais. Dessa forma, definiu-se a classificação climática do Estado por meio da análise dos componentes principais e de agrupamento e do enquadramento das “zonas de vida” de Holdridge.

O trabalho consistiu das seguintes etapas: a) agrupamento das zonas de clima homogêneas para seis variáveis climáticas; b) definição das “zonas de vida” por meio da metodologia de HOLDRIDGE (1947); e c) enquadramento das zonas ecológicas na classificação climática do Estado, por meio da sobreposição (soma e produto) dos resultados encontrados.

As “zonas de vida” foram mais abrangentes na definição da vegetação que cobre o Estado de Minas Gerais do que outras classificações para a vegetação mineira, como a do SEA (1980). No entanto, estas zonas não foram capazes de explicar satisfatoriamente a relação entre a distribuição vegetal e os microclimas definidos em Minas Gerais. Assim, conclui-se que a relação entre a distribuição vegetal e a variação climática não pode ser expressa unicamente por meio das “zonas de vida”. Para isso, é necessária a definição da associação e sucessão e do uso da terra pelos outros níveis do sistema de

Holdridge, em que são considerados os aspectos bióticos, edáficos e fitofisiográficos, constituindo portanto uma classificação ecológica. Dessa forma, embora o clima constitua o mais importante fator de determinação das distribuições vegetais, segundo RADOSEVICH e OSTEOYOUNG (1987), a sobrevivência, o crescimento e a distribuição das plantas são funções do meio ambiente ao qual elas estão expostas, os quais são regidos não somente por fatores climáticos, mas também por fatores edáficos e bióticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do cerrado em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.6, p.52-63, 1980.
- ASPIAZÚ, C.; RIBEIRO, G.A.; VIANELLO, R.L. Análise dos componentes principais aplicada na classificação climática do estado de Minas. Teste Metodológico. **Revista Árvore**, v.14, n.1, p.1-15, 1990.
- CAMPOS, J.C. Considerações sobre o sistema de classificação ecológica proposto por Holdridge. **Revista Ceres**, v.20, n.208, p.87-96, 1973.
- CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; PEDRO JR.; M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo, São Paulo: CATI, 1974. v.1, p.109-149.
- CORREIA, J.R. **Uso de técnicas multivariadas no estudo das inter-relações de características do solo e a produtividade do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 106p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990. 188p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.

- FOVELL, R.G.; FOVELL, M.Y.C. Climate zones of the conterminous United States defined using cluster analysis. **J. Climate**, v.6, p.2103-2135, 1993.
- FOVELL, R.G. Consensus clustering of U.S. temperature and precipitation data. **J. Climate**, v.10, p.1405-1427, 1997.
- GALVÃO, M.V. Regiões Bioclimáticas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v.29, n.1, p.3-36, 1967.
- GOLFARI, L., **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte, Centro de pesquisa florestal da região do cerrado, 1975. 116p. (Série Técnica N° 10).
- HERRERA, O.M.; LEOPOLDO, P.R.; KROLL, L.B. Agrupamento de estações climatológicas localizadas no estado de São Paulo. **Eng. Agric.**, v.16, n.3, p.34-42, 1997.
- HOLDRIDGE, L.R. Determination of world plant formations from simple climatic data. **Science**: New York, v.105, n.2727, p.367-368. 1947.
- HOLDRIDGE, L.R. **Ecologia**: basadas em zonas de vida. San José: IICA, 1982. 216p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse estatística de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IBGE, 1949. 188p.
- McBOYLE, G.R. **Climate in review**. Houghton Mifflin Co., Boston, Mass, USA, 1973. 547p.
- 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**, v.17, n.1-2, p.65-72. 1987.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Brasília, 1961-1990. 84p.
- MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. 3.ed. São Paulo, Nobel, 1977. 376p.
- MUNN, R.E. **Biometeorological methods**. New York, Academic Press, 1970. 336p.
- NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S.; SOARES, R.V. Zonas de vida para o Estado de Santa Catarina segundo a classificação das formações vegetais de Holdridge. **Revista Floresta**, v.17, n.1-2, p.103-112, 1987.

- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.
- 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)
- RADOSEVICH, S. R.; OSTEYOUNG, K. Principles governing plant-environment interactios. In: WALSTAD, J.D.; KUCH, P.J. (Eds.) **Forest vegetation mangement for conifer production**, New York: Johm Wiley & Sons, 1987, p.105-156.
- RATISBONA, L.R. The climate of Brazil. In: SCHWERDTFEGER, W. (Ed.) **World survey of climatology, climates of central and South America. Elsevier Sc. Publ. Comp.**, v.12, p.219-269, 1976.
- RIBEIRO, G.A.; ASPIAZÚ, C.; VIANELLO, R.G.; VALENTE, O.F. **Uma metodologia de classificação climática empregando análise fatorial e de agrupamento**. Viçosa, MG: 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, MG: UFV, 1986. 70p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- SANTOS, O.C.O.; SEDIYAMA, G.C.; VIANELLO, R.L.; COELHO, D.T. **Análise dos componentes do balanço hídrico para Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 62p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- SEA - Classificação de vegetação natural de Minas Gerais. 1980. (<http://www.agridata.mg.gov.br>).
- SEPLAN e CNPq. **Meteorologia e climatologia**. Brasília, 1982. 60p. (Ação programada em ciência e tecnologia, 24)
- SHIBATA, S.; PÁES, G. **Algumas considerações sobre o critério de biotemperatura de Holdridge**. Turrialba, CR: IICA, 1970. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de LA OEA, 1970.
- SILVA, G.P.; NOVAIS, R.F. **Análise de agrupamento**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 19p. Qualificação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

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 the weather and climate**. New York and London: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1943. 545p.

WILSIE, C.P. **Crop adaptation and distribution**. S. Francisco, W.H. Freeman and Company, 1962. 448p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV, Imp. Univ. 1991. 449p.

APÊNDICE A

Quadro 1A - Latitudes e longitudes das estações meteorológicas

Local	Estação	Latitude	Longitude
Aimorés	83595	-19,48	-41,07
Araçuaí	83442	-16,87	-42,07
Araxá	83579	-19,57	-46,93
Bambuí	83582	-20,00	-45,98
Barbacena	83689	-21,25	-43,77
Belo Horizonte	83587	-19,93	-43,93
C. Mato Dentro	83589	-19,03	-43,43
Caparaó	83639	-20,52	-41,87
Capinópolis	83514	-18,68	-49,57
Caratinga	83592	-19,80	-42,15
Cataguases	83027	-21,38	-42,68
Coronel Pacheco	83037	-21,58	-43,25
Diamantina	83538	-18,25	-43,60
Espinosa	83338	-14,92	-42,85
Governador Valadares	83543	-18,85	-41,93
Ibirité	83632	-20,02	-44,05
Itamarandiba	83488	-17,85	-42,85
João Pinheiro	83481	-17,70	-46,17
Juiz de Fora	83692	-21,77	-43,35
Lavras	83687	-21,23	-45,00
Machado	83683	-21,67	-45,92
Monte Azul	83388	-15,08	-42,75
Montes Claros	83437	-16,72	-43,87
Paracatu	83479	-17,22	-46,87
Patos de Minas	83531	-18,60	-46,52
Pedra Azul	83393	-16,00	-41,28
Pompéu	83570	-19,22	-45,00
São Lourenço	83736	-22,10	-45,02
Sete Lagoas	83586	-19,47	-44,25
Teófilo Otoni	83492	-17,85	-41,52
Uberaba	83577	-19,75	-47,92
Viçosa	83642	-20,75	-42,85
Açude do Estreito - Espinosa	1442019	-14,82	-42,80
Mato Verde – Mato Verde	1542000	-15,38	-42,87
Monte Azul – Monte Azul	1542001	-15,13	-42,92

Serranópolis – Porteirinha	1542006	-15,80	-42,88
Barreiro do Jaíba – Janaúba	1543001	-15,62	-43,58
Colônia Jaíba – Manga	1543002	-15,34	-43,68
Engenho – Monte Azul	1543003	-15,18	-43,07
Gameleira – Monte Azul	1543004	-15,08	-43,12

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
Gorutuba – Porteirinha	1543005	-15,83	-43,20
Pai Pedro – Porteirinha	1543007	-15,52	-43,05
Riacho dos Machados – Riacho dos Machados	1543010	-15,98	-43,05
Tamboril – São João da Ponte	1543011	-15,95	-43,83
Janaúba – Janaúba	1543013	-15,80	-43,32
Campo Redondo – Varzelândia	1544000	-15,63	-44,00
Januária – Januária	1544006	-15,48	-44,37
Lontra – São João da Ponte	1544009	-15,90	-44,30
Pedras de Maria da Cruz – Januária	1544010	-15,60	-44,40
São Francisco – São Francisco	1544012	-15,95	-44,87
São Francisco – São Francisco	1544013	-15,95	-44,87
São João da Ponte – São João da Ponte	1544014	-15,93	-44,02
Pedras de Maria da Cruz – Januária	1544017	-15,60	-44,40
Januária – Januária	1544031	-15,40	-44,37
Arinos – Arinos	1546000	-15,92	-46,11
Salto da Divisa 5820013 – Salto da Divisa	1639015	-16,00	-39,97
Jacinto – Jacinto	1640000	-16,13	-40,28
Almenara (Vigia) – Almenara	1640002	-16,18	-40,72
Itinga – Itinga	1641000	-16,60	-41,77
Itaobim – Itaobim	1641001	-16,57	-41,50
Jequitinhonha – Jequitinhonha	1641002	-16,43	-41,00
São Pedro do Jequitinhonha – Jequitinhonha	1641004	-16,52	-41,33
Medina – Medina	1641011	-16,22	-41,50
Araçuaí – Araçuaí	1642001	-16,87	-42,08
Coronel Murta – Coronel Murta	1642002	-16,63	-42,22
Fazenda Cancela – Grão Mogol	1642003	-16,32	-42,70
Grão Mogol 83439 – Grão Mogol	1642004	-16,57	-42,90
Grão Mogol – Grão Mogol	1642005	-16,57	-42,90
Julio da Bocaina – Grão Mogol	1642006	-16,25	-42,87
Porto Mandacaru – Grão Mogol	1642007	-16,68	-42,50
Rubelita – Rubelita	1642008	-16,42	-42,28
Açude Vacaria – Salinas	1642010	-16,23	-42,52

Berilo – Berilo	1642012	-16,95	-42,50
Pega Virgem da Lapa	1642013	-16,87	-42,33
Barroçã – Grão Mogol	1643001	-16,40	-43,25
Burarama – Francisco Sá	1643002	-16,32	-43,72
Canabrava – Francisco Sá	1643003	-16,32	-43,42
Catuni Santo André – Grão Mogol	1643004	-16,23	-43,28
Francisco Sá – Francisco Sá	1643005	-16,48	-43,50
Juramento – Juramento	1643007	-16,83	-43,60
Miralta Morrinhos – Montes Claros	1643008	-16,58	-43,95
Montes Claros – Montes Claros	1643010	-16,73	-43,87
Pires de Albuquerque – Bocaiuva	1643013	-16,93	-43,72
Santa Rosa de Lima – Montes Claros	1643015	-16,30	-43,95

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
Montes Claros – Montes Claros	1643018	-16,73	-43,87
Alvação – Coração de Jesus	1644000	-16,43	-44,28
Brasília de Minas – Brasília de Minas	1644002	-16,20	-44,43
Campo Azul – Brasília de Minas	1644004	-16,48	-44,80
Campo Santo dos Buritis – Montes Claros	1644005	-16,65	-44,02
Cantagalo – Coração de Jesus	1644006	-16,53	-44,05
Coração de Jesus – Coração de Jesus	1644007	-16,70	-44,37
Fernão Dias – Brasília de Minas	1644009	-16,38	-44,45
Fazenda Brejinho – Montes Claros	1644010	-16,87	-44,10
Ibiai – Ibiai	1644012	-16,87	-44,92
Icarai – São Francisco	1644013	-16,12	-44,70
Luzilândia – Brasília de Minas	1644015	-16,10	-44,58
São Geraldo – Coração de Jesus	1644019	-16,68	-44,55
São João da Lagoa – Coração de Jesus	1644020	-16,87	-44,37
São João do Pacuí – Coração de Jesus	1644022	-16,53	-44,53
São Joaquim – Coração de Jesus	1644023	-16,62	-44,70
Ubaí – Ubaí	1644024	-16,28	-44,82
Vista Alegre – Claro dos Poções	1644025	-16,97	-44,27
São Romão – São Romão	1645000	-16,37	-45,07
Santo Inácio – Santo Inácio	1645002	-16,28	-45,40
Barra do Escuro – São Romão	1645003	-16,27	-45,23
Vila Urucuia – São Francisco	1645005	-16,13	-45,70
Porto Alegre – Santa Fé de Minas	1645007	-16,91	-45,38
Porto dos Poções – Bonfinópolis de Minas	1646000	-16,83	-46,32
Minas Novas – Minas Novas	1742000	-17,23	-42,63
Porto Santana – Araçuaí	1742001	-17,15	-42,70
Alfredo Graça – Araçuaí	1742002	-17,03	-42,12

Carbonita – Carbonita	1742008	-17,55	-42,98
Capelinha – Capelinha	1742014	-17,70	-42,52
Bocaiúva – Bocaiúva	1743000	-17,12	-43,82
Vila Terra Branca Jusante – Bocaiúva	1743002	-17,32	-43,20
Guaiçuí – Várzea da Palma	1744000	-17,20	-44,82
Jequitaí – Jequitai	1744001	-17,23	-44,47
Fazenda Jatobá – Jequitai	1744002	-17,20	-44,67
Pirapora Barreiro – Pirapora	1744006	-17,36	-44,95
Jequitai – Jequitai	1744008	-17,25	-44,48
Várzea da Palma – Várzea da Palma	1744009	-17,60	-44,71
Lassance – Lassance	1744010	-17,89	-44,58
Buenópolis – Buenópolis	1744012	-17,87	-44,18
Buritizeiros – Buritizeiros	1744014	-17,35	-44,96
Caatinga – João Pinheiro	1745000	-17,15	-45,88
Cachoeira do Paredão – Buritizeiros	1745001	-17,13	-45,43
Porto da Extrema – João Pinheiro	1746001	-17,03	-46,01
Santa Rosa – Paracatu	1746002	-17,28	-46,47
Vila Matias Montante – Vila Matias	1841001	-18,55	-41,92
Campanário – Campanário	1841003	-18,25	-41,75
Itambacuri – Itambacuri	1841014	-18,02	-41,70
Governador Valadares 83543 – Governador Valadares	1841015	-18,85	-41,93
São João Evangelista INMET – São João Evangelista	1842000	-18,53	-42,77
Peçanha – Peçanha	1842002	-18,53	-42,62

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
São Pedro do Suaçuí – São Pedro do Suaçuí	1842004	-18,33	-42,63
São José do Jacuri – São José do Jacuri	1842006	-18,27	-42,67
Guanhães – Guanhães	1842007	-18,80	-42,95
Santa Maria do Suaçuí – Santa Maria do Suaçuí	1842008	-18,23	-42,42
Usina Paraúna – Presidente Juscelino	1843000	-18,64	-43,97
Serro – Serro	1843001	-18,60	-43,38
Gouvea – Gouvea	1843002	-18,43	-43,73
Mendanha Montante – Diamantina	1843003	-18,10	-43,50
Curvelo – Curvelo	1844000	-18,77	-44,43
Santo Hipólito – Santo Hipólito	1844001	-18,31	-44,22
Ponte do Licínio – Curvelo	1844003	-18,68	-44,68
Curvelo 83536 – Curvelo	1844015	-18,77	-44,43
Barra do Paraopeba – Morada Nova de Minas	1845000	-18,82	-45,20
Fazenda São Félix – São Gonçalo do Abaeté	1845002	-18,46	-45,65
Major Porto – Patos de Minas	1846003	-18,71	-46,04
Ipanema – Ipanema	1941000	-19,80	-41,72
Resplendor Jusante – Resplendor	1941004	-19,32	-41,25

Assari Montante – Pocrame	1941006	-19,58	-41,45
Cachoeira da Neblina – Ipanema	1941007	-19,83	-41,83
São Sebastião da Encruzilhada – Aimorés	1941010	-19,47	-41,18
Santo Antônio do Manhuaçu – Caratinga	1941011	-19,67	-41,83
Alto Rio Novo – Pancas	1941012	-19,08	-41,03
Cachoeira Escura – Belo Oriente	1942001	-19,38	-42,37
Bom Jesus do Galho – Bom Jesus do Galho	1942002	-19,82	-42,32
Coronel Fabriciano – Coronel Fabriciano	1942003	-19,53	-42,62
Antônio Dias – Antônio Dias	1942005	-19,65	-42,87
Vermelho Velho – Raul Soares	1942006	-19,98	-42,33
Dom Cavati – Dom Cavati	1942008	-19,40	-42,10
Mineração Morro Velho – Nova Lima	1943000	-19,98	-43,85
Rio Piracicaba – Rio Piracicaba	1943001	-19,93	-43,17
Conceição do Mato Dentro – Conceição do Mato Dentro	1943002	-19,07	-43,47
Ferros – Ferros	1943003	-19,23	-43,03
Jaboticatubas – Jaboticatubas	1943004	-19,52	-43,75
Nova Era – Nova Era	1943005	-19,77	-43,05
Sabará – Sabará	1943006	-19,89	-43,82
Santa Bárbara – Santa Bárbara	1943007	-19,97	-43,40
Santa Maria de Itabira – Santa Maria de Itabira	1943008	-19,45	-43,12
Vespasiano – Vespasiano	1943009	-19,69	-43,92
Caeté – Caeté	1943010	-19,90	-43,67
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943011	-19,92	-43,90
Lagoa Santa – Lagoa Santa	1943012	-19,63	-43,90
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943021	-19,92	-43,90
Caixa de Areia – Belo Horizonte	1943022	-19,95	-43,91
Taquaracu – Taquaracu	1943023	-19,66	-43,69
José de Melo – José de Melo	1943024	-19,69	-43,59
Morro do Pilar – Morro do Pilar	1943025	-19,20	-43,37
Usina Peti – São Gonçalo do Rio Acima	1943027	-19,88	-43,38
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943028	-19,93	-43,95
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943029	-19,92	-43,90
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943030	-19,92	-43,90
Instituto Agronômico – Belo Horizonte	1943031	-19,92	-43,90
Vau da Lagoa – Santana do Riacho	1943035	-19,38	-43,83

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
Itabira 83590 – Itabira	1943061	-19,62	-43,22
Prudente de Moraes A – Prudente de Moraes	1944000	-19,48	-44,15
Ponte Nova do Paraopeba – Betim	1944004	-19,95	-44,30
Betim – Betim	1944005	-19,97	-44,20
Fazenda Escola – Florestal Florestal	1944007	-19,88	-44,41
Pedro Leopoldo – Pedro Leopoldo	1944009	-19,62	-44,03
Horto Florestal – Paraopeba	1944010	-19,27	-44,40

Jaguaruna Jusante – Onça do Pitangui	1944011	-19,76	-44,80
Prudente de Moraes B – Prudente de Moraes	1944014	-19,48	-44,15
Prudente de Moraes C – Prudente de Moraes	1944015	-19,48	-44,15
Sete Lagoas – Sete Lagoas	1944016	-19,47	-44,25
Caetanópolis – Caetanópolis	1944018	-19,29	-44,41
Fábrica de Tecidos Sto. Antônio – Sete Lagoas	1944019	-19,47	-44,25
Pirapama – Pirapama	1944020	-19,02	-44,05
Velho da Taipa – Pitangui	1944021	-19,69	-44,93
Fazenda da Mata – Fortuna	1944022	-19,60	-44,42
Companhia Ind. Belo Horizonte – Pedro Leopoldo	1944023	-19,62	-44,05
Fazenda Vargem Bonita – Jequitibá	1944024	-19,23	-44,10
Barro Preto – Mateus Leme	1944026	-19,96	-44,45
Juatuba – Mateus Leme	1944027	-19,96	-44,33
Pitangui INMET – Pitangui	1944033	-19,67	-44,90
Mateus Leme – Mateus Leme	1944048	-19,99	-44,42
Araujos – Araujos	1945000	-19,95	-45,17
Barra do Funchal – Serra da Saudade	1945002	-19,40	-45,88
Estação Álvaro da Silveira – Bom Despacho	1945004	-19,75	-45,12
Tapirai Jusante – Tapirai	1946000	-19,88	-46,03
Dores do Manhumirim – Manhuaçu	2041008	-20,12	-41,75
Jequeri – Jequeri	2042001	-20,45	-42,65
Manhuaçu – Manhuaçu	2042002	-20,25	-42,03
Viçosa – Viçosa	2042004	-20,75	-42,88
Raul Soares Montante – Raul Soares	2042008	-20,10	-42,43
Ponte Nova Rio Piranga – Ponte Nova	2042009	-20,40	-42,90
Abre Campo – Abre Campo	2042010	-20,30	-42,47
Rio Casca – Rio Casca	2042011	-20,22	-42,65
Seriquite – Viçosa	2042015	-20,73	-42,88
São Miguel do Anta – São Miguel do Anta	2042016	-20,70	-42,72
Matipó – Matipó	2042017	-20,28	-42,33
Lagoa Grande MMV – Nova Lima	2043002	-20,17	-43,97
Passagem de Mariana – Mariana	2043003	-20,38	-43,43
Rio do Peixe MMV – Nova Lima	2043004	-20,12	-43,93
Conselheiro Lafaiete – Conselheiro Lafaiete	2043005	-20,67	-43,78
Vargem do Tejucal – Ouro Preto	2043007	-20,33	-43,55
Monsenhor Horta – Mariana	2043008	-20,35	-43,28
Acaiaca Jusante – Acaiaca	2043009	-20,35	-43,13
Piranga – Piranga	2043010	-20,68	-43,28
Fazenda Paraíso – Mariana	2043011	-20,42	-43,20
Congonhas Montante – Congonhas	2043013	-20,52	-43,83
Porto Firme – Porto Firme	2043014	-20,67	-43,08
Colégio Caraça – Santa Bárbara	2043022	-20,22	-43,57
Conceição do Rio Acima – Santa Bárbara	2043023	-20,07	-43,58
Usina da Brecha – Guaraciaba	2043025	-20,52	-43,02
Braz Pires – Braz Pires	2043026	-20,85	-43,23

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
Fazenda Ocidente – Barra Longa	2043027	-20,27	-43,10
Itaúna Montante – Itaúna	2044002	-20,07	-44,57
Carmo do Cajuru – Carmo do Cajuru	2044003	-20,19	-44,79
Carmo da Mata – Carmo da Mata	2044005	-20,56	-44,87
Divinópolis – Divinópolis	2044006	-20,14	-44,89
Entre Rios de Minas – Entre Rios de Minas	2044007	-20,66	-44,07
Melo Franco – Brumadinho	2044008	-20,20	-44,12
Fazenda Campo Grande – Passatempo	2044009	-20,63	-44,43
Ibirité – Ibirité	2044012	-20,04	-44,04
Fazenda Benedito – Chaves Itatiaiuçu	2044016	-20,17	-44,52
Fazenda Água Limpa – Mateus Leme	2044017	-20,02	-44,50
Fazenda Vista Alegre – Mateus Leme	2044019	-20,05	-44,45
Calambau – Itaúna	2044020	-20,07	-44,49
BambuÍ – Bambuí	2045001	-20,03	-45,97
Iguatama – Iguatama	2045002	-20,18	-45,70
Lamounier – Lamounier	2045005	-20,47	-45,04
Fazenda Ajudas – Bambuí	2046007	-20,10	-46,06
Vargem Bonita Vargem Bonita	2046013	-20,33	-46,37
Desterro do Melo – Desterro do Melo	2143003	-21,15	-43,52
Carlos Chagas – Carlos Chagas	1740000	-17,68	-40,75
Nanuque Montante – Nanuque	1740001	-17,82	-40,35
Fazenda Cajubi – Nanuque	1740002	-17,92	-40,30
Umburatiba – Umburatiba	1740014	-17,23	-40,58
Fazenda Diaçui – Teófilo Otoni	1741003	-17,52	-41,23
Ladainha (EFBM) – Ladainha	1741006	-17,65	-41,73
Pedro Versiani – Teófilo Otoni	1741007	-17,87	-41,30
Novo Cruzeiro (EFBM) – Novo Cruzeiro	1741008	-17,47	-41,88
Francisco Sá (EFBM) – Carlos Chagas	1741009	-17,72	-41,13
Vargem Grande – Mantena	1841006	-18,68	-41,20
Fidelândia – Ataleia	1841007	-18,20	-41,25
Patos de Minas (INMET) – Patos de Minas	1846000	-18,60	-46,52
Carmo do Paranaíba – Carmo do Paranaíba	1846001	-18,98	-46,82
Charqueada do Patrocínio – Patrocínio	1846002	-18,92	-46,95
Santana de Patos – Patos de Minas	1846007	-18,83	-46,55
Rocinha – Patos de Minas	1846019	-18,37	-46,92
Monte Carmelo – Monte Carmelo	1847000	-18,72	-47,50
Estrela do Sul – Estrela do Sul	1847001	-18,75	-47,68
Abadia dos Dourados – Abadia dos Dourados	1847003	-18,48	-47,40
Estação Douradoquara – Douradoquara	1847005	-18,27	-47,40
Cascalho Rico – Cascalho Rico	1847007	-18,53	-47,88
Coromandel – Coromandel	1847008	-18,47	-47,20
Patrocínio – Patrocínio	1847009	-18,95	-47,00
Iraí de Minas – Iraí de Minas	1847010	-19,98	-47,47
Coromandel – Coromandel	1847012	-18,47	-47,20
Cascalho Rico – Cascalho Rico	1847013	-18,53	-47,88

Monte Alegre de Minas – Monte Alegre de Minas	1848000	-18,87	-48,87
Tupaciguara – Tupaciguara	1848002	-18,58	-48,70
Ponte Melo Viana – Tupaciguara	1848003	-18,43	-48,58
Fazenda Cachoeira – Tupaciguara	1848004	-18,70	-48,78
Araguari 83482 – Araguari	1848018	-18,63	-48,18
Ituiutaba – Ituiutaba	1849000	-18,95	-49,45
Ponte Rio Piedade – Monte Alegre de Minas	1849003	-18,55	-49,17

Continua...

Quadro 1A, Cont.

Local	Estação	Latitude	Longitude
Barreiro do Araxá (INMET) – Araxá	1946001	-19,60	-46,90
Campos Altos – Campos Altos	1946003	-19,68	-46,17
Ibia – Ibia	1946004	-19,48	-46,52
Salitre – Patrocínio	1946005	-19,08	-46,78
Fazenda São Mateus – Ibia	1946007	-19,52	-46,55
Santa Juliana – Santa Juliana	1947001	-19,30	-47,53
Porto Monjolinho – Indianópolis	1947005	-19,03	-47,97
Ponte João Cândido – Patrocínio	1947006	-19,15	-47,20
Fazenda Paraíso – Prata	1948005	-19,23	-48,58
Fazenda Buriti do Prata – Prata	1949002	-19,37	-49,18
Ponte do Prata – Utuiutaba	1949006	-19,03	-49,07
Desemboque – Sacramento	2047037	-20,02	-47,05

Quadro 2A - Índices climáticos 1 e 2, por estação meteorológica

Estação	IC1	IC2
83595	-283,867	1065,239
83442	-836,697	831,2419
83579	1236,221	861,1324
83582	899,6498	909,4415
83689	1197,968	778,9583
83587	991,2501	848,8393
83589	1067,893	888,5079
83639	944,3699	822,5266
83514	767,8539	972,788
83592	404,4782	915,6539
83027	252,1855	951,6189
83037	1141,82	952,4264
83538	1133,031	732,9961

83338	-900,38	740,9239
83543	-340,352	1012,309
83632	1021,392	850,8991
83488	330,5047	739,0403
83481	700,0659	856,9672
83692	1480,329	841,1798
83687	1240,255	848,965
83683	1330,898	884,9484
83388	-740,045	795,2411
83437	27,02348	826,3671
83479	672,8762	905,464
83531	964,5252	833,1763
83393	-304,182	811,5419
83570	345,5966	898,8138

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
83736	1318,318	871,9713
83586	696,8008	825,1878
83492	-18,9819	914,7517
83577	1060,508	945,3473
83642	662,9599	817,0028
1442019	-769,972	828,4751
1542000	-582,38	823,4354
1542001	-579,248	774,5214
1542006	175,1746	759,9954
1543001	-666,79	845,7679
1543002	-820,816	812,8621
1543003	-741,92	835,6886
1543004	-750,595	845,175
1543005	-284,827	799,7195
1543007	-499,08	818,5934
1543010	-86,7783	734,7973
1543011	-457,819	849,6217
1543013	-759,44	781,3397
1544000	-517,633	802,3876
1544006	-910,605	755,3511
1544009	-195,679	894,9784
1544010	-971,274	723,8287
1544012	-422,454	892,8044
1544013	-335,849	904,3659

1544014	-154,702	846,9537
1544017	-582,087	861,0844
1544031	-563,385	815,9254
1546000	-56,1704	963,0627
1639015	-1109,5	791,7154
1640000	-1040,67	797,5456
1640002	-954,227	831,8348
1641000	-1172,93	667,4046
1641001	-1123,58	693,6897
1641002	-718,557	892,3103
1641004	-1170,12	661,8709
1641011	-398,735	835,1946
1642001	-812,459	812,1704
1642002	-886,72	801,9923
1642003	163,7323	825,0165
1642004	300,0783	809,2059
1642005	157,6489	782,1303
1642006	-65,7752	648,4319
1642007	-804,7	826,9928
1642008	-776,159	778,2764

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
1642010	29,85929	954,6633
1642012	-374,219	865,1359
1642013	-782,164	824,0283
1643001	376,2791	744,9754
1643002	-330,208	822,9413
1643003	15,02432	773,5332
1643004	69,12161	837,4673
1643005	33,31274	770,4699
1643007	-98,2904	770,4699
1643008	246,8721	757,525
1643010	-205,37	780,8456
1643013	562,7025	839,1472
1643015	247,4096	845,6691
1643018	342,2507	818,7911
1644000	-171,261	835,1946
1644002	-393,392	870,4719
1644004	17,42722	918,3978

1644005	269,7898	737,663
1644006	144,7066	730,4494
1644007	35,90164	893,3973
1644009	572,92	961,284
1644010	884,7079	823,2378
1644012	-95,6987	898,5357
1644013	-8,01861	965,5331
1644015	-157,046	878,2784
1644019	-15,0477	925,9078
1644020	1104,034	929,2676
1644022	-543,806	856,3412
1644023	-71,6241	913,7534
1644024	427,9607	974,8218
1644025	729,2762	788,5533
1645000	-445,866	855,6495
1645002	-356,578	902,1919
1645003	-282,682	901,5002
1645005	-282,369	934,406
1645007	-265,619	871,1637
1646000	-176,718	904,9588
1742000	-250,6	754,6593
1742001	-298,732	872,9423
1742002	-796,177	787,9604
1742008	-162,458	835,6886
1742014	401,7999	794,6799
1743000	-139,905	840,6294
1743002	-19,5185	818,0005

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
1744000	-401,279	865,5311
1744001	-209,137	864,0489
1744002	-204,128	881,737
1744006	-132,811	905,0576
1744008	-138,438	915,038
1744009	605,3828	918,5954
1744010	112,0489	878,9701
1744012	285,4434	851,4004
1744014	-222,239	854,4637
1745000	74,61442	891,8162

1745001	-7,87028	907,3304
1746001	-63,3995	900,9073
1746002	270,379	985,0987
1841001	-225,194	989,6443
1841003	-477,833	914,0499
1841014	-295,871	931,3427
1841015	-105,832	946,6592
1842000	683,2016	871,5589
1842002	434,2489	834,8981
1842004	203,8902	900,8085
1842006	863,6307	920,967
1842007	753,7678	829,562
1842008	179,0554	942,1137
1843000	467,6453	841,6176
1843001	1284,441	805,3521
1843002	869,8776	759,8966
1843003	807,1662	817,8029
1844000	224,6212	848,0407
1844001	-164,664	855,6495
1844003	361,9526	835,8863
1844015	257,1925	845,2738
1845000	91,90292	859,5033
1845002	707,8231	898,931
1846003	639,4421	895,176
1941000	343,595	985,1975
1941004	-288,03	939,248
1941006	-374,692	920,8682
1941007	420,6602	922,3504
1941010	-514,157	925,7102
1941011	183,3885	989,1502
1941012	-149,44	843,8904
1942001	-37,1878	971,8574
1942002	53,41276	878,9701
1942003	450,5012	1022,155

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
1942005	610,7482	950,3154
1942006	185,1237	906,1446
1942008	157,4391	954,9598

1943000	1146,304	832,6253
1943001	723,6438	873,5352
1943002	1161,193	880,65
1943003	437,7442	910,1961
1943004	638,1653	818,0005
1943005	571,309	863,3572
1943006	847,6325	829,562
1943007	820,6499	822,2496
1943008	820,1827	899,3263
1943009	524,3463	813,6526
1943010	956,6055	767,1102
1943011	1199,769	795,174
1943012	843,1908	768,296
1943021	955,6113	771,3593
1943022	1895,395	778,6717
1943023	741,5961	797,3479
1943024	994,3031	806,2414
1943025	1056,786	904,0694
1943027	982,6867	838,5543
1943028	964,1336	768,9877
1943029	982,1804	770,3711
1943030	954,3381	770,2723
1943031	954,6472	767,9995
1943035	1221,554	763,9481
1943061	1095,851	812,6645
1944000	735,6241	809,2059
1944004	852,0775	845,0762
1944005	687,9464	781,4385
1944007	826,9411	827,3881
1944009	569,8363	807,1308
1944010	646,9404	828,3762
1944011	462,9192	893,1008
1944014	570,3647	781,4385
1944015	542,5908	778,3752
1944016	738,8121	800,3124
1944018	475,7971	827,3881
1944019	627,0558	808,5142
1944020	1458,556	891,3222
1944021	591,0861	869,879
1944022	980,6732	845,4714
1944023	760,8275	765,5291

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
1944024	498,8408	840,1354
1944026	1143,086	846,1632
1944027	1103,069	863,456
1944033	915,9105	855,3531
1944048	998,6131	827,1904
1945000	478,1105	838,3567
1945002	945,1528	888,5553
1945004	529,3668	838,6531
1946000	1182,163	900,9073
2041008	-36,6792	850,9063
2042001	295,7069	893,7926
2042002	578,3705	841,42
2042004	702,8802	839,3448
2042008	174,0806	963,6556
2042009	199,5674	912,2712
2042010	339,38	855,7483
2042011	390,8351	960,3947
2042015	561,6732	871,4601
2042016	390,3871	890,6304
2042017	427,568	876,5985
2043002	1475,717	712,0696
2043003	1513,896	811,5775
2043004	1439,126	762,6635
2043005	860,7383	753,8688
2043007	984,2947	769,2841
2043008	1084,179	846,756
2043009	648,2001	943,8924
2043010	709,4744	865,1359
2043011	693,4882	910,4925
2043013	960,6679	816,0242
2043014	858,5753	885,8873
2043022	2201,401	721,4571
2043023	1009,333	800,4112
2043025	626,4853	907,1327
2043026	609,7704	866,5193
2043027	441,2409	923,7339
2044002	924,5804	844,6809
2044003	873,9672	841,7164
2044005	858,2271	820,2733

2044006	682,2278	861,3808
2044007	951,4863	807,526
2044008	754,2909	820,1745
2044009	1270,925	815,036
2044012	1719,108	781,8338

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
2044016	1257,026	835,3922
2044017	1043,259	847,4478
2044019	1089,956	838,9496
2044020	1014,408	812,9609
2045001	889,6819	901,3026
2045002	464,876	891,9151
2045005	1027,44	847,7442
2046007	857,5672	861,5785
2046013	1272,646	913,7534
2143003	1249,629	850,3134
1740000	-518,283	999,8223
1740001	-872,02	838,8508
1740002	-713,23	954,6633
1740014	-257,559	1020,475
1741003	-429,478	976,3041
1741006	26,66151	974,1301
1741007	921,1122	1102,888
1741008	-29,7029	743,7896
1741009	-359,955	1022,352
1841006	-69,9393	939,1492
1841007	-460,803	943,2007
1846000	948,3823	829,562
1846001	1020,277	796,6562
1846002	1332,326	845,7679
1846007	962,8982	890,1364
1846019	1114,09	835,3922
1847000	817,8069	833,8111
1847001	732,6474	991,5218
1847003	774,5298	819,0875
1847005	420,6311	912,1724
1847007	1643,584	933,7143
1847008	1036,441	871,6577

1847009	1047,819	775,9048
1847010	669,5906	841,5188
1847012	647,2284	763,0587
1847013	729,4641	845,3726
1848000	739,8041	923,141
1848002	583,6752	847,843
1848003	425,9322	906,5399
1848004	513,5498	880,5512
1848018	1291,872	827,8822
1849000	481,3636	995,4744
1849003	422,8985	994,4863
1946001	1517,096	829,8585

Continua...

Quadro 2A, Cont.

Estação	IC1	IC2
1946003	1610,311	784,2054
1946004	898,0125	854,6613
1946005	1012,483	857,8235
1946007	743,8455	854,4637
1947001	1417,796	848,0407
1947005	710,2689	875,1163
1947006	819,8332	921,9552
1948005	1336,696	940,9279
1949002	506,119	996,265
1949006	401,727	1003,182
2047037	1435,099	868,0015

Quadro 3A - Agrupamentos climático e de zonas de vida

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-14,82	-42,80	3	4
-14,92	-42,85	1	4
-15,08	-42,75	3	4
-15,08	-43,12	3	4
-15,13	-42,92	1	4
-15,18	-43,07	3	4
-15,34	-43,68	3	4
-15,38	-42,87	1	4

-15,40	-44,37	3	4
-15,48	-44,37	3	4
-15,52	-43,05	3	6
-15,60	-44,40	8	4
-15,60	-44,40	3	4
-15,62	-43,58	3	4
-15,63	-44,00	1	4
-15,80	-42,88	5	2
-15,80	-43,32	3	4
-15,83	-43,20	1	3
-15,90	-44,30	8	3
-15,92	-46,11	8	3
-15,93	-44,02	5	3
-15,95	-43,83	3	3
-15,95	-44,87	3	3
-15,95	-44,87	3	3
-15,98	-43,05	1	3

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-16,00	-41,28	1	3
-16,00	-39,97	3	4
-16,10	-44,58	5	3
-16,12	-44,70	3	3
-16,13	-40,28	3	3
-16,13	-45,70	3	4
-16,18	-40,72	3	4
-16,20	-44,43	1	3
-16,22	-41,50	1	3
-16,23	-42,52	5	2
-16,23	-43,28	5	3
-16,25	-42,87	1	3
-16,27	-45,23	3	3
-16,28	-44,82	4	2
-16,28	-45,40	3	3
-16,30	-43,95	5	2
-16,32	-42,70	5	2
-16,32	-43,72	1	3
-16,32	-43,42	5	3
-16,37	-45,07	3	3

-16,38	-44,45	4	1
-16,40	-43,25	6	2
-16,42	-42,28	5	4
-16,43	-41,00	3	3
-16,43	-44,28	5	4
-16,48	-43,50	5	3
-16,48	-44,80	8	3
-16,52	-41,33	9	4
-16,53	-44,05	5	2
-16,53	-44,53	3	4
-16,57	-41,50	10	2
-16,57	-42,90	6	2
-16,57	-42,90	5	4
-16,58	-43,95	5	2
-16,60	-41,77	9	4
-16,62	-44,70	8	3
-16,63	-42,22	8	4
-16,65	-44,02	6	2
-16,68	-42,50	8	3
-16,68	-44,55	8	4
-16,70	-44,37	5	2
-16,72	-43,87	5	3
-16,73	-43,87	1	2
-16,73	-43,87	6	3

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-16,83	-43,60	1	3
-16,83	-46,32	5	3
-16,87	-42,07	3	1
-16,87	-42,08	8	1
-16,87	-42,33	3	3
-16,87	-44,10	2	4
-16,87	-44,92	5	4
-16,87	-44,37	2	4
-16,91	-45,38	8	3
-16,93	-43,72	2	1
-16,95	-42,50	1	3
-16,97	-44,27	2	1
-17,03	-42,12	1	3

-17,03	-46,01	5	4
-17,12	-43,82	5	3
-17,13	-45,43	5	3
-17,15	-42,70	5	2
-17,15	-45,88	5	3
-17,20	-44,82	1	3
-17,20	-44,67	5	3
-17,22	-46,87	2	1
-17,23	-42,63	1	3
-17,23	-44,47	5	3
-17,23	-40,58	3	3
-17,25	-44,48	5	3
-17,28	-46,47	6	2
-17,32	-43,20	5	3
-17,35	-44,96	5	3
-17,36	-44,95	5	3
-17,47	-41,88	1	3
-17,52	-41,23	1	3
-17,55	-42,98	1	3
-17,60	-44,71	2	1
-17,65	-41,73	5	3
-17,68	-40,75	3	6
-17,70	-46,17	2	1
-17,70	-42,52	6	2
-17,72	-41,13	3	3
-17,82	-40,35	8	4
-17,85	-42,85	5	2
-17,85	-41,52	1	3
-17,87	-44,18	6	2
-17,87	-41,30	2	9
-17,89	-44,58	5	2

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-17,92	-40,30	8	4
-18,02	-41,70	5	3
-18,10	-43,50	2	1
-18,20	-41,25	1	3
-18,23	-42,42	5	2
-18,25	-43,60	3	3

-18,25	-41,75	1	5
-18,27	-42,67	2	1
-18,27	-47,40	2	2
-18,31	-44,22	5	3
-18,33	-42,63	5	2
-18,37	-46,92	2	1
-18,43	-43,73	2	1
-18,43	-48,58	2	2
-18,46	-45,65	2	1
-18,47	-47,20	2	1
-18,47	-47,20	2	1
-18,48	-47,40	2	1
-18,53	-42,77	2	1
-18,53	-42,62	6	1
-18,53	-47,88	2	2
-18,53	-47,88	2	7
-18,55	-41,92	1	2
-18,55	-49,17	2	3
-18,58	-48,70	2	1
-18,60	-46,52	2	1
-18,60	-43,38	2	1
-18,60	-46,52	2	5
-18,63	-48,18	2	5
-18,64	-43,97	2	2
-18,68	-49,57	2	1
-18,68	-44,68	6	2
-18,68	-41,20	5	3
-18,70	-48,78	2	2
-18,71	-46,04	2	1
-18,72	-47,50	2	1
-18,75	-47,68	2	1
-18,77	-44,43	5	2
-18,77	-44,43	6	2
-18,80	-42,95	2	1
-18,82	-45,20	5	2
-18,83	-46,55	2	1
-18,85	-41,93	3	3
-18,85	-41,93	5	3

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-18,87	-48,87	2	1
-18,92	-46,95	2	5
-18,95	-47,00	2	1
-18,95	-49,45	2	2
-18,98	-46,82	2	1
-19,02	-44,05	2	5
-19,03	-43,43	2	1
-19,03	-47,97	2	1
-19,03	-49,07	2	2
-19,07	-43,47	2	5
-19,08	-41,03	1	1
-19,08	-46,78	2	3
-19,15	-47,20	2	1
-19,20	-43,37	2	1
-19,22	-45,00	6	2
-19,23	-43,03	2	2
-19,23	-44,10	2	2
-19,23	-48,58	2	5
-19,27	-44,40	2	1
-19,29	-44,41	6	2
-19,30	-47,53	2	5
-19,32	-41,25	5	3
-19,37	-49,18	2	2
-19,38	-42,37	5	3
-19,38	-43,83	2	5
-19,40	-42,10	5	1
-19,40	-45,88	2	2
-19,45	-43,12	2	1
-19,47	-44,25	2	1
-19,47	-41,18	1	1
-19,47	-44,25	2	1
-19,47	-44,25	2	6
-19,48	-41,07	3	1
-19,48	-44,15	2	1
-19,48	-44,15	2	1
-19,48	-44,15	2	2
-19,48	-46,52	2	3
-19,52	-43,75	2	1
-19,52	-46,55	2	1
-19,53	-42,62	2	2
-19,57	-46,93	2	5

-19,58	-41,45	1	3
-19,60	-44,42	2	1
-19,60	-46,90	2	5

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-19,62	-43,22	2	1
-19,62	-44,03	2	1
-19,62	-44,05	2	1
-19,63	-43,90	2	1
-19,65	-42,87	2	1
-19,66	-43,69	2	1
-19,67	-41,83	6	1
-19,67	-44,90	2	2
-19,68	-46,17	2	5
-19,69	-43,92	2	1
-19,69	-43,59	2	1
-19,69	-44,93	2	2
-19,75	-47,92	2	1
-19,75	-45,12	2	2
-19,76	-44,80	2	2
-19,77	-43,05	2	1
-19,80	-42,15	2	2
-19,80	-41,72	2	2
-19,82	-42,32	5	2
-19,83	-41,83	2	2
-19,88	-43,38	2	1
-19,88	-44,41	7	1
-19,88	-46,03	2	5
-19,89	-43,82	2	1
-19,90	-43,67	2	1
-19,92	-43,90	2	1
-19,92	-43,90	2	1
-19,92	-43,90	2	1
-19,92	-43,90	2	5
-19,93	-43,93	2	1
-19,93	-43,17	2	1
-19,93	-43,95	2	1
-19,95	-43,91	2	1

-19,95	-44,30	2	2
-19,95	-45,17	2	7
-19,96	-44,45	2	1
-19,96	-44,33	2	1
-19,97	-43,40	2	1
-19,97	-44,20	2	1
-19,98	-42,33	5	1
-19,98	-43,85	2	1
-19,98	-47,47	2	2
-19,99	-44,42	2	1

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-20,00	-45,98	2	1
-20,02	-44,05	2	1
-20,02	-44,50	2	1
-20,02	-47,05	2	5
-20,03	-45,97	2	1
-20,04	-44,04	2	7
-20,05	-44,45	2	1
-20,07	-43,58	2	1
-20,07	-44,57	2	1
-20,07	-44,49	2	1
-20,10	-42,43	5	1
-20,10	-46,06	2	2
-20,12	-41,75	1	3
-20,12	-43,93	2	5
-20,14	-44,89	2	1
-20,17	-43,97	7	5
-20,17	-44,52	2	5
-20,18	-45,70	6	2
-20,19	-44,79	2	1
-20,20	-44,12	2	1
-20,22	-42,65	2	2
-20,22	-43,57	7	8
-20,25	-42,03	2	1
-20,27	-43,10	6	2
-20,28	-42,33	6	2
-20,30	-42,47	6	2
-20,33	-43,55	2	1

-20,33	-46,37	2	5
-20,35	-43,28	2	1
-20,35	-43,13	2	1
-20,38	-43,43	2	5
-20,40	-42,90	5	2
-20,42	-43,20	2	1
-20,45	-42,65	6	2
-20,47	-45,04	2	1
-20,52	-41,87	4	1
-20,52	-43,83	2	1
-20,52	-43,02	2	1
-20,56	-44,87	2	1
-20,63	-44,43	2	5
-20,66	-44,07	2	1
-20,67	-43,78	2	1
-20,67	-43,08	2	1
-20,68	-43,28	2	1

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Latitude	Longitude	"Zona de Vida"	Grupos
-20,70	-42,72	6	2
-20,73	-42,88	2	1
-20,75	-42,85	4	1
-20,75	-42,88	2	1
-20,85	-43,23	2	1
-21,15	-43,52	2	5
-21,23	-45,00	2	5
-21,25	-43,77	2	5
-21,38	-42,68	3	2
-21,58	-43,25	4	5
-21,67	-45,92	2	5
-21,77	-43,35	2	5
-22,10	-45,02	2	5

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)