

DENISE TEIXEIRA COELHO RUFINO

ZONEAMENTO ECOLÓGICO PARA O CULTIVO DA SERINGUEIRA
NO ESTADO DE MINAS GERAIS

BIBLIOTECA
DEPTO. ENG. AGRÍCOLA

1005
R. 2

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Meteorologia
Agrícola, para Obtenção do Título
de "Magister Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JANEIRO - 1986

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

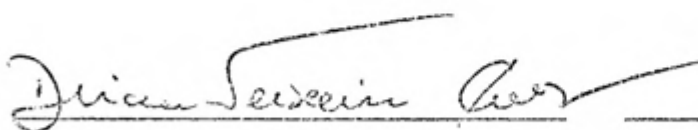
T	Rufino, Denise Teixeira.Coelho.
R926z	Zoneamento ecológico para o cultivo de seringuei-
1986	ra no estado de Minas Gerais. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1986. 70p. ilustr.
	Tese (M.S.) - UFV
	1. Climatologia agrícola. 2. Climatologia florestal. 3. Seringueira - Zoneamento ecológico - Minas Gerais. 4. Seringueira - Cultura - Minas Gerais. 5. Seringueira - Doenças e pragas - Fatores ambientais. 6. "Mal-das-folhas" - Fatores ambientais. I. Univer- sidade Federal de Viçosa. II. Título.
	CDD - 18.ed. 630.2516
	CDD - 19.ed. 630.2516

DENISE TEIXEIRA COELHO RUFINO

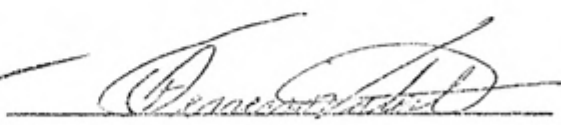
ZONEAMENTO ECOLÓGICO PARA O CULTIVO DA SERINGUEIRA
NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Meteorologia
Agrícola, para Obtenção do Título
de "Magister Scientiae".

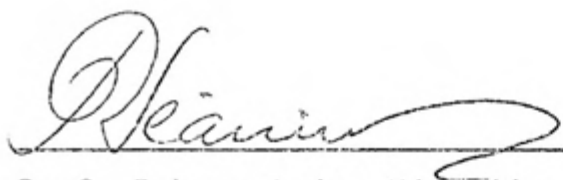
APROVADA: 6 de novembro de 1985



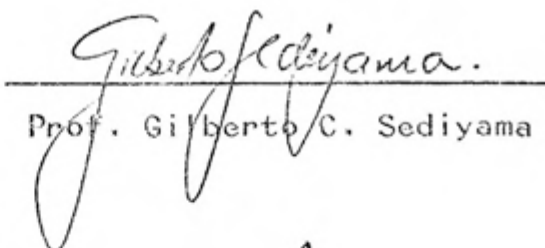
Prof. Dirceu Teixeira Coelho



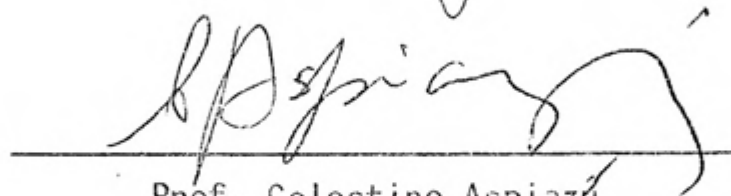
Prof. Osvaldo F. Valente



Prof. Rubens Leite Vianello



Prof. Gilberto C. Sedyama



Prof. Celestino Aspiazu
(Orientador)

A minha mãe

A meu marido e

A meus filhos

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pelo que contribuiu para minha formação profissional.

A minha família, pelo apoio constante.

Ao Prof. Celestino Aspiazú, pela orientação e incentivo.

Aos Professores membros da banca de defesa, pela contribuição e orientação.

A todos os professores do curso de Meteorologia Agrícola, em especial a Dirceu Teixeira Coelho, Rubens Leite Vianello e Gilberto C. Sedyama.

A todos os colegas de curso, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade e ajuda.

A Rachel e Marli, pela amizade e colaboração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

DENISE TEIXEIRA COELHO RUFINO, filha de Eduardo Teixeira Coelho e Isaura Paiva Coelho, nasceu em Itumirim, Minas Gerais, a 25 de abril de 1955.

Concluiu os cursos Primário e Ginásial em Itumirim - MG, e o Curso Colegial, em Viçosa - MG.

Graduou-se em Engenharia Florestal, em 1977, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 1982, iniciou o curso de Pós-graduação em Meteorologia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa.

Durante os cursos de Graduação e Pós-graduação, exerceu o Magistério em colégios de 1º e 2º graus em Viçosa.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
EXTRATO	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. O Estado de Minas Gerais	5
2.1.1. Clima	5
2.1.2. Solos	6
2.2. A Seringueira	7
2.3. Histórico da Borracha no Brasil	8
2.4. Pesquisas Climatológicas com a Seringueira no Brasil	9
2.5. Aptidão Climática para a Seringueira	11
2.5.1. Fator Térmico	12
2.5.2. Fator Hídrico	13
2.5.3. Umidade Relativa do Ar	14
2.6. Exigências Edáficas da Seringueira	15

	Página
2.7. O "Mal-das-Folhas"	16
2.8. Histórico do "Mal-das-Folhas"	17
2.9. Exigências Climáticas do <u>Microcycclus ulei</u> ...	18
2.10. Controle do "Mal-das-Folhas"	20
2.11. Análise Fatorial	21
2.12. Análise de Agrupamento	22
2.13. Algoritmo de Fisher	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Parâmetros Utilizados	26
3.2. Interpolação por Aproximação Numérica	28
3.3. Análise Fatorial	32
3.4. Análise de Agrupamento	34
3.5. Algoritmo de Fisher	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Análise dos Dados	37
4.1.1. Análise Fatorial	37
4.1.1.1. Índice I_1	39
4.1.1.2. Índice I_2	40
4.1.1.3. Índice I_3	40
4.1.1.4. Índice I_4	44
4.1.1.5. Índice I_5	44
4.1.2. Análise de Agrupamento	44
4.1.3. Algoritmo de Fisher	44
5. RESUMO E CONCLUSÕES	61
BIBLIOGRAFIA	65

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Parâmetros Utilizados	27
2 Localidades e Períodos de Observações Climáticas Correspondentes	29
3 Resultado da Análise Fatorial para Cada Parâme- tro Utilizado e Seus Respective Pesos	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Distribuição Espacial das Localidades em Estudo	31
2 Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_1 ...	41
3 Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_2 ...	42
4 Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_3 ...	43
5 Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_4 ...	45
6 Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_5 ...	46
7 Divisão do Mapa do Índice I_1 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento	47
8 Divisão do Mapa do Índice I_2 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento	48
9 Divisão do Mapa do Índice I_3 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento	49

10	Divisão do Mapa do Índice I_4 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento	50
11	Divisão do Mapa do Índice I_5 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento	51
12	Divisão do Estado em 18 Grupos, Resultantes da Sobreposição das Figuras 8, 9, 10, 11 e 12	52
13	Teste de Significância da Divisão em Grupos Através do Algoritmo de Fisher	53
14	Divisão do Estado em Quatro Grupos, Resultantes do Algoritmo de Fisher	56
15	Classes de Aptidão para a Cultura da Seringueira no Estado de Minas Gerais	57
16	Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais para a Cultura da Seringueira - Minas Gerais (31)	59
17	Aptidão Climática para a Cultura da Seringueira. ORTOLANI <u>et alii</u> (34)	60

EXTRATO

RUFINO, Denise Teixeira Coelho, M.S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 1986. Zoneamento Ecológico para o Cultivo da Seringueira no Estado de Minas Gerais. Professor Orientador: Celestino Aspiazú. Professores Conselheiros: Dirceu Teixeira Coelho e Osvaldo Ferreira Valente.

Zoneamentos para o cultivo da seringueira no Estado de Minas Gerais já foram elaborados, mas há necessidade de atualizá-los, considerando a incidência do fungo causador do "mal-das-folhas" e a utilização de dados e métodos mais modernos. Este estudo teve como objetivo a atualização e o aperfeiçoamento dos zoneamentos existentes.

Os dados climáticos utilizados foram retirados das Normais Climatológicas publicadas pelo Ministério da Agricultura e dos arquivos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e os dados de solos foram extraídos do Mapa de Solos do Brasil.

Os dados ausentes das séries incompletas foram estimados através do método de interpolação por aproximação

numérica e, depois da série completa, foram submetidos a uma análise fatorial. O resultado dessa análise englobou os 29 parâmetros utilizados e seus respectivos coeficientes em cinco fatores, cuja combinação (entre os parâmetros e os coeficientes) resultou em um índice para cada fator e para cada localidade em estudo. Os valores de cada índice foram submetidos, a seguir, a um processo de interpolação que determinou valores para 100 células distribuídas uniformemente em toda a área. Esses valores das 100 células sofreram uma análise de agrupamento que dividiu cada rede de células em dois grupos, resultando em cinco redes subdivididas em dois grupos cada. A sobreposição dessas cinco redes resultou em um mapa dividido em 18 grupos distintos, que foram, posteriormente, submetidos a uma nova análise de agrupamentos por meio do algoritmo de Fisher, que agrupou os 18 grupos em quatro subgrupos, os quais, após as conclusões finais, determinaram quatro classes de aptidão para o plantio da seringueira no Estado de Minas Gerais.

1. INTRODUÇÃO

O zoneamento ecológico é de extrema importância no planejamento do cultivo de determinada espécie.

Uma espécie pode desenvolver-se bem, fora de sua região de origem, em local onde as características do ambiente são semelhantes ou até mesmo onde as características são sensivelmente diferentes (41). Os conhecimentos ecológicos atuais oferecem condições para que se tenha êxito quase completo nos zoneamentos de explorações agropecuárias economicamente rentáveis.

Os zoneamentos ecológicos são indicadores do potencial do meio físico e podem ser considerados como fatores estáticos em termos de gerações. O fato de uma espécie não existir em determinada área não significa, necessariamente, que essa área não seja apta para a referida espécie. Entretanto, se a espécie for explorada intensamente numa área, a aptidão dessa área para a referida espécie é evidente.

Mesmo considerados estáticos em termos de gerações, os zoneamentos ecológicos podem e devem ser atualizados,

visando ao aperfeiçoamento, com a aquisição de dados mais completos ou com a utilização de métodos mais modernos e so fisticados.

Quando se avalia o potencial agrícola de uma região para determinada cultura, consideram-se as potencialidades do clima e do solo da região. Dessa forma, avalia-se a aptição climática e edáfica da região para a cultura considerada (20).

Quando se prepara um zoneamento para determinada cultura, as condições climáticas são muito importantes, visto exercerem ação permanente na vida dos vegetais.

As condições de solo são também de grande importância, quando se deseja fazer um zoneamento ecológico. Mas, tal importância torna-se reduzida, em comparação com a das condições climáticas, pelo fato de aquelas condições serem modificadas por práticas de melhoramento do solo e influenciadas, em parte, pelo próprio clima.

Segundo RIBEIRO (40), citando Golfari e Caeser, a experiência mundial mostra que, na fase inicial da introdução, bem como na de experimentação de espécies florestais, as condições climáticas são mais determinantes do que as edáficas.

A não-indicação de uma área para o cultivo de determinada espécie não quer dizer que essa área seja absolutamente inapta para a cultura, uma vez que haverá sempre possibilidade de se conseguirem ajustamentos com variedades selecionadas mais adaptáveis, ou, então, com o uso de técnicas agrícolas mais eficientes.

A borracha natural é um dos poucos produtos primários que parece ter sua garantia assegurada no mercado futuro, tanto nacional quanto internacional. Atualmente, o abastecimento do mercado interno depende de importações bastante significativas, visto ser o consumo visivelmente maior do que a produção nacional.

O Brasil, por intermédio do PROBOR III (terceira parte do programa que incentiva o cultivo da borracha no Brasil), tem como metas garantir a auto-suficiência em borracha, a partir de 1992, e, ainda, gerar excedentes exportáveis.

O que limita muito a exploração da seringueira no Brasil e em quase todos os outros países das Américas do Sul e Central é a presença da moléstia conhecida como "mal-das-folhas", ou "queima sul-americana", da seringueira, causada pelo fungo Microcyclus ulei (P. Henn) V. Arx. O "mal-das-folhas" é, nas condições atuais, um fator limitante à expansão da heveicultura e tem sido pouco considerado por ocasião da tomada de decisões quanto à escolha de áreas para plantio.

A seringueira é normalmente cultivada nas regiões úmidas ou superúmidas das zonas tropicais, o que propicia o desenvolvimento do fungo causador do "mal-das-folhas".

Dada a idéia errônea de que a seringueira exige condições de superumidade para se desenvolver e produzir bem, ela vem sendo plantada, de modo geral, nas áreas mais úmidas do País, o que acarreta sérios problemas fitossanitários às culturas. Por causa dessa idéia, considerava-se que no Estado de Minas Gerais não fosse possível seu desenvolvimento, o que não é verdade. Grande parte desse Estado apresenta condições muito favoráveis ao desenvolvimento e à produção da seringueira e, ao mesmo tempo, desfavoráveis à incidência da moléstia (51).

Somente nos últimos anos é que a heveicultura vem sendo timidamente implantada em áreas brasileiras onde as condições climáticas são desfavoráveis à manifestação da referida moléstia.

A seringueira é planta sul-americana, de origem amazônica, região onde ainda existem seringais nativos em plena

produção. O custo de exploração desses seringais nativos é muito elevado. Com base nesse alto custo de exploração, os seringais nativos estão sendo substituídos por cultivos racionais, em áreas não tradicionais (5).

O Estado de Minas Gerais entrou, recentemente, no programa nacional de plantio da seringueira. Em razão disso, foi feito um zoneamento prévio (31). Mais recentemente, ORTOLANI et alii (34) traçaram mapas de aptidão climática para a cultura da seringueira em Minas Gerais. Há, porém, necessidade de que sejam aperfeiçoados, fazendo-se novo zoneamento no Estado, determinando-se as regiões onde a exploração da seringueira é possível e utilizando-se de métodos mais modernos e avançados tecnologicamente.

O presente trabalho visa, então, aperfeiçoar os zoneamentos já existentes, usando técnicas especiais como a análise fatorial e a análise de agrupamento, conhecida como "cluster analysis", e considerando a incidência do "mal-das-folhas" que, mesmo não sendo uma variável no estabelecimento do zoneamento ecológico da cultura, é um fator que deve ser estudado pela sua interação com o clima.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Estado de Minas Gerais

2.1.1. Clima

Minas Gerais é um Estado com 587.172 km² de área. Há nele grande variedade de climas, em razão, principalmente, de suas dimensões, topografia e localização geográfica.

Grande parte do Estado apresenta clima tropical, caracterizado pelo inverno relativamente frio e seco (51).

Em todo o Estado, as chuvas são periódicas, com verões chuvosos, podendo, no inverno, ter ou não déficit hídrico. Não há geadas em grande parte de Minas Gerais. Essas ocorrem, mais freqüentemente, no Sul do Estado.

A maior parte da região Norte do Estado apresenta clima do tipo Aw, clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen. O mês mais frio tem temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm. Clima do tipo Cwa,

caracterizado por inverno seco e verão chuvoso com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e do mês mais quente, superior a 22°C , onde a precipitação do mês mais seco é inferior à décima parte da precipitação do mês mais chuvoso, é encontrado principalmente nas regiões Sul e Leste e apenas em pequenas áreas do Norte do Estado. Parte ainda menor do Estado possui clima do tipo Cwb, que difere do anterior apenas por possuir a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C (6).

2.1.2. Solos

O Estado de Minas Gerais possui vários tipos de solos, sendo que a maioria é do tipo latossolo (31), bem drenado, de coloração variável entre o vermelho-escuro e o amarelo (16).

Encontram-se, ainda, segundo EMBRAPA (16, 17, 18), no Estado de Minas Gerais, além do latossolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-escuro, os solos tipo: podzólico, terra roxa estruturada similar, brunizem avermelhado, planossolo, cambissolo, vertissolo, laterita hidromórfica, gley pouco úmido e gley úmido, solos orgânicos, solos aluviais e solos litólicos, apresentando, ainda, áreas com areias quartzosas e afloramentos de rocha.

As regiões Sul, Alto São Francisco e Campos das Vertentes apresentam predominância de latossolos, podzólicos, cambissolos, terra roxa estruturada similar e solos litólicos (18).

A região do Alto Paranaíba apresenta principalmente latossolo e cambissolo, possuindo pequenas áreas com podzólicos e solos litólicos (17).

A região do Triângulo Mineiro apresenta predominância de latossolos, possuindo ainda solos dos tipos podzólicos,

terra roxa estruturada, cambissolos e solos litólicos (6).

2.2. A Seringueira

A seringueira é uma árvore da família das euforbiáceas, gênero Hevea, com diversas espécies, sendo mais conhecidas as seguintes, H. brasiliensis, H. benthamiana, H. microphylla, H. guianensis, H. pauciflora, H. camargoana e H. camporum (8).

A H. brasiliensis, em virtude de sua grande produção, é considerada, no Brasil, como a de maior importância econômica (39).

A seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) é planta decídua que troca de folhas todos os anos, sendo a perda de suas folhas estimulada por períodos de deficiências hídricas (11). A caducidade da seringueira não parece estar ligada ao abaixamento de temperatura no inverno, pois, em sua região de origem, tal fator é desprezível e a deficiência hídrica é fenômeno que ocorre normalmente em seu habitat.

BARRET (4), em 1928, dizia que a estação seca proporciona à seringueira a oportunidade de trocar de folhas.

Os folíolos da seringueira, somente quando novos, são vulneráveis ao ataque do "mal-das-folhas", doença causada pelo fungo Microcyclus ulei, e o tecido do caule, quando é muito novo, também pode ser atacado e destruído pelo fungo (36).

Somente depois dos 10 (37) ou 12 (14) dias de idade é que as folhas da seringueira se tornam resistentes à molestia citada.

2.3. Histórico da Borracha no Brasil

O gênero Hevea é de origem sul-americana e sua espécie mais importante, economicamente, a Hevea brasiliensis Muell. Arg., originou-se na Amazônia, onde ainda existe em estado nativo (39).

Em 1803, o Brasil iniciou o seu mercado internacional da borracha, exportando borracha para a França (8).

De 1870 a 1910, o Brasil viveu sua época áurea, impulsionado pelo comércio da borracha, pois era, praticamente, o único produtor do mundo e atendia a até 98% da demanda mundial.

A Ásia, que iniciou, em 1895, em Molocca, Malásia (8), o cultivo racional da seringueira, foi, aos poucos, tomando o mercado internacional que pertencia unicamente ao Brasil.

No início dos anos 40, o Brasil achava-se em situação difícil, com seus armazéns lotados, sem nenhuma chance de exportar e sem condições de uso no País.

Com a Segunda Grande Guerra Mundial, o Brasil teve a oportunidade de se desfazer da borracha estocada e também de continuar a extrair o látex de seus seringais nativos, exportando principalmente para os Estados Unidos, que a usavam para a fabricação de materiais bélicos.

Com o término da Segunda Grande Guerra Mundial, a Ásia retomou o comércio internacional da borracha natural. Mais uma vez, o Brasil encontrava-se em situação difícil, com seus armazéns lotados, nos anos 50.

Surgiu, então, a Indústria Automobilística Nacional e esgotou toda a borracha estocada. Como, por um lado, a borracha natural extraída de seringais nativos era cara e não se possuíam cultivos racionais de seringueiras, pois todas as tentativas haviam fracassado com o ataque do "mal-das-

-folhas", e, por outro lado, o petróleo era barato no mercado mundial, o Brasil optou pela utilização da borracha sintética, sendo a seringueira novamente deixada de lado.

Com o aumento do preço do petróleo a partir de 1973, o Brasil voltou a consumir borracha natural, precisando, então, importar grandes quantidades da Ásia.

Somente nos últimos anos é que o Brasil vem-se preocupando com o cultivo racional da seringueira, através de programas especiais de incentivos e crédito e intensificando as pesquisas (39), dada a sua potencialidade em termos de grandes áreas ecologicamente viáveis ao plantio da hévea (8).

2.4. Pesquisas Climatológicas com a Seringueira no Brasil

As pesquisas com a seringueira no Brasil datam dos anos de 1930, quando, em Fordlândia e Belterra, no rio Tapajós, tentou-se implantar um seringal de cultivo, copiando o que os ingleses fizeram, com sucesso, no Extremo Oriente (48).

Entretanto, são poucas as pesquisas realizadas sobre a climatologia aplicada à cultura da seringueira no Brasil (51).

Pesquisadores especializados realizaram estudos para a determinação das regiões climaticamente favoráveis à seringueira, preparando uma carta climática para o Brasil, com base no balanço hídrico de Thornthwaite e Mather, dentro das seguintes limitações:

1. deficiência hídrica máxima de 150 mm;
2. 900 mm de evapotranspiração anual mínima.

Dessa forma, o Brasil ficou dividido em três regiões distintas (53):

- a. regiões impróprias, por apresentarem deficiências hídricas excessivas, acima de 150 mm;
- b. regiões impróprias, por apresentarem deficiência térmica ou evapotranspiração inferior a 900 mm;
- c. regiões climaticamente adequadas para a vegetação e o cultivo da seringueira, sem limitações hídricas nem térmicas.

Grande parte do Estado de Minas Gerais enquadra-se na região climaticamente adequada ao cultivo da seringueira.

Outros estudos climáticos foram feitos por CAMARGO (10, 11) e por CAMARGO et alii (12) sobre o comportamento da seringueira em várias regiões do Brasil e da associação seringueira/"mal-da-folhas" nas condições ecológicas do Planalto Paulista.

Os primeiros trabalhos de Camargo baseiam-se em pesquisas climáticas comparativas entre as regiões de origem da seringueira, regiões de cultura comercial e das regiões cuja aptidão climática para a seringueira se deseja conhecer (51). O trabalho de Camargo realizado juntamente com Cardoso e Schmidt estuda a associação seringueira/"mal-das-folhas", na região do Planalto Paulista, concluindo que em tais condições a seringueira desenvolve-se muito bem e que o ataque da moléstia não causa danos graves.

Atualmente, é grande o número de pesquisas climatológicas com a seringueira que se encontram em fase de desenvolvimento.

ALMEIDA et alii (2) realizaram um estudo com vistas ao zoneamento climático para a seringueira no Sudoeste da Bahia, baseado em parâmetros climatológicos - pluviosidade média, temperaturas do ar médias e extremas (médias das mínimas e máximas) e umidade relativa média. Estabeleceram classes de uso potencial para o cultivo, resultantes da

combinação entre esses parâmetros e as exigências do complexo seringueira/"mal-das-folhas". Utilizaram o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather de 1955, adotando 125 mm como capacidade de retenção de água no solo. Dessa forma, o Sudoeste da Bahia foi dividido em sete faixas climáticas, segundo o que três são apropriadas ao cultivo da seringueira com riscos de ocorrência do "mal-das-folhas", crescentes no sentido Norte-Sul; uma faixa restrita e três faixas de marginal a inapta.

2.5. Aptidão Climática para a Seringueira

Para se ter um bom desenvolvimento da heveicultura, é necessário conciliar os fatores do ambiente com as exigências específicas da seringueira, de modo que se consiga a manifestação total de sua capacidade produtora. Os fatores ecológicos são, portanto, de grande importância na implantação de seringais de cultivo. Sendo o clima uma das determinantes ecológicas, torna-se clara a necessidade do conhecimento das exigências climáticas da seringueira (50).

A ocorrência natural da Hevea estende-se por toda a região Amazônica (46), estando praticamente limitada entre as latitudes de 3°N e 15°S (50), onde os climas predominantes são dos tipos megatérmico úmido e megatérmico superúmido (33). O que caracteriza esses dois tipos de clima é a existência de estação seca pouco pronunciada e a ausência de estação seca, sendo que, segundo a classificação de Köppen, pertencem aos tipos Am e Af, respectivamente (51).

As áreas de cultivo comercial da seringueira situam-se entre as latitudes de 22°N na China até 25°S no litoral Paulista, o que torna evidente a sua adaptação a vários tipos de clima (33), suportando muito bem as estações moderadamente secas e frias do inverno subtropical (51), como se

observa nos seringais do Estado de São Paulo, que já enfrentaram grandes geadas e prolongados períodos de seca, resistindo muito bem a ambos (46).

Vários fatores climáticos podem condicionar a aptidão de uma região para determinada cultura. São, sem dúvida, mais importantes aqueles ligados aos fatores térmicos e hídricos (51).

2.5.1. Fator Térmico

O fator térmico refere-se à quantidade de energia disponível na região para garantir o desenvolvimento normal das plantas. Refere-se também às temperaturas mínimas a que está sujeita a área, possibilitando a formação de geadas que podem comprometer a cultura.

Os dados de evapotranspiração real (ER), obtidos no balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather de 1955, dão boa indicação do fator térmico de uma região.

Para a seringueira, CAMARGO (10) indicou a isolinha de 900 mm anuais como correspondente ao valor mínimo de ER acumulada necessária para a planta desenvolver-se bem (10, 51), com base no fato de que em Campinas, com cerca de 660 m de altitude e onde o valor da ER atinge aproximadamente 970 mm, a seringueira desenvolve-se satisfatoriamente. Entretanto, na região da Capital de São Paulo, com altitude de 770 m e ER em torno de 850 mm, a seringueira não se desenvolve satisfatoriamente, apesar de não haver falta de umidade nem ocorrência de geadas prejudiciais. Assim sendo, tomou-se a média aproximada de 900 mm como o limite de suficiência para o desenvolvimento da seringueira (11, 51). Esse limite de 900 m anuais de ER acumulada concorda plenamente com o critério baseado na temperatura média anual. Felisberto Camargo, em 1958, afirmava que as seringueiras produzem mais

látex nas zonas de temperatura média anual superior a 20°C . Por outro lado, Sitzler, em 1946, citado por CAMARGO (11), situava a isoterma de 20°C praticamente na mesma posição da isolinha correspondente aos 900 mm de ER acumulada.

No que diz respeito às geadas, as plantas de seringueira resistem muito bem a elas (33, 51), haja vista os seringueais do Planalto Paulista, que já enfrentaram várias e severíssimas geadas, como as de 1919, 1942, 1943 e 1955, e resistiram muito bem (51).

SILVA (47) assevera que a temperatura média anual ideal para o desenvolvimento da seringueira é de 24 a 28°C .

2.5.2. Fator Hídrico

Os simples totais pluviométricos anuais não dão resultados reais quando se estuda o fator hídrico, na ecologia agrícola. É necessário levar em conta a sua distribuição ao longo do ano e saber se, de acordo com a evapotranspiração potencial da região, há ou não deficiência hídrica. Entretanto, convém mencionar que Dijkaman e Bouychou, citados por PINHEIRO (37), acreditam ser 1.500 mm anuais o limite mínimo de precipitação para o bom desenvolvimento da seringueira, em regiões onde a chuva é distribuída com regularidade em todos os 12 meses do ano. SILVA (47) cita 1.300 mm como esse limite mínimo. Em regiões onde há um período de seca determinado, o limite passa a ser de 1.800 a 2.000 mm anuais.

O limite máximo suportado pela seringueira ainda não foi determinado. Há apenas dados de que com 6.000 mm anuais, ela cresce e produz muito bem.

O limite máximo de deficiência hídrica anual acima do qual a seringueira não produziria economicamente (33) foi fixado, inicialmente, em 150 mm. A razão desse limite é que

o habitat natural da seringueira situa-se em regiões onde os balanços hídricos acusam déficits hídricos quase sempre inferiores a 150 mm anuais.

Esse limite de 150 mm não é totalmente real, haja vista os grandes testemunhos de seringais que se desenvolveram e produzem muito bem em regiões com deficiência superior a esse limite. Como exemplos podemos citar os grandes seringais do Vietnã, Tailândia e Samatra, onde são obtidas ótimas produções, apesar da existência de quatro a seis meses secos (32, 52). No Brasil, podemos citar os seringais do Norte e Noroeste do Estado de São Paulo, que mesmo em anos anormalmente secos como os de 1948, 1961, 1963 e 1969, obtiveram bons níveis de produção.

Nessas condições de deficiência hídrica superior a 150 mm, a estação seca tem grande influência fenológica e epidemiológica na seringueira. A existência de estação seca tem ainda um significado primordial para o cultivo da seringueira, pois interfere na curva de crescimento foliar e determina a queda e a renovação das folhas (33).

Foi constatado, também, que algumas áreas de distribuição natural da seringueira apresentam deficiências hídricas bem acentuadas, podendo assim dizer-se que déficits de até 240 mm anuais não poderão ser encarados como limitações ao desenvolvimento da seringueira (50).

2.5.3. Umidade Relativa do Ar

Embora a umidade relativa (UR) seja uma variável dependente da temperatura e da pressão de vapor d'água, em determinadas regiões pode indicar o potencial para as enfermidades das plantas.

ORTOLANI et alii (33) consideraram, em seu trabalho, somente a UR do mês mais seco, que representa o período

fenológico mais crítico da seringueira, correspondente ao final da senescência e início da renovação foliar.

Segundo MAIA (28), o nível de umidade atmosférica das regiões consideradas boas para o cultivo da seringueira está sempre acima de 80%, idealmente entre 85 e 90%.

2.6. Exigências Edáficas da Seringueira

Poucos são os cultivos arbóreos que apresentam baixas demandas específicas com relação ao solo. A seringueira é um desses cultivos que, satisfeitas as exigências físicas (profundidade, drenagem livre, boa retenção de umidade, aeração adequada), pode desenvolver-se e produzir bem na maioria dos solos situados até uma altitude de aproximadamente 600 m (28, 47). Assim sendo, para bom desenvolvimento, a seringueira necessita de solos profundos, porosos, permeáveis, bem drenados e arejados (31, 50), com textura argilosa ou franco-argilosa e de boa capacidade de retenção de umidade (31). Desta forma, solos que tenham pedras e cascalhos, arenosos, pouco profundos, com camadas impermeáveis (47), bem como aqueles que, em razão de seu alto teor de argila, são pouco arejados e sujeitos a encharcamento, não são recomendáveis à heveicultura (31).

A fertilidade, como já foi dito, não é um fator limitante ao cultivo da seringueira. Segundo Alvim e colaboradores, citados por SILVA (47), isso se deve à baixa capacidade fotossintética da seringueira e à elevada capacidade respiratória de suas raízes, o que torna grande a capacidade de extração de minerais do solo (44).

Geralmente, os solos explorados com a seringueira nos principais países produtores são oxissols (latossolos), havendo evidências, entretanto, de que essa cultura acha-se implantada também em outros tipos de solos, mas em menor escala.

Embora se tenha encontrado seringueira vegetando em solos cujo pH variava de 3,5 a 7,5, há indicações na literatura de que ela se desenvolve melhor em solos ligeiramente ácidos (44, 47). Os solos da Malásia, ocupados com seringueira, possuem baixa reserva químico-mineralógica, apresentando, em geral, acidez acentuada e baixos teores de bases trocáveis (44). Em Pindamonhangaba e Caraguatatuba, onde existem seringais experimentais, os solos também são ácidos, o que comprova a preferência da seringueira por solos ácidos.

Os solos do tipo podzólico e os lateríticos são considerados, na literatura, como inadequados ao cultivo da seringueira (35).

2.7. O "Mal-das-Folhas"

A "queima das folhas", ou "mal-das-folhas" (agente causal: Microcyclus ulei (P. Henn) V. Arx ou Dothidellaulei P. Henn) (13, 36), é originária da região Amazônica, habitat natural da seringueira. Até agora, o "mal-das-folhas" é observado no continente americano, desde o México até São Paulo, não tendo atingido ainda o Oriente, onde se encontram os maiores maços de seringueira do mundo.

O maior dano causado pelo fungo consiste na queda prematura das folhas, quando o ataque é intenso. Estima-se que uma perda de 75% da folhagem resultará numa queda de 30 a 50% na produção e que, em condições favoráveis ao fungo, a planta poderá perder totalmente as folhas. Essas perdas sucessivas das folhas resultam em morte lenta e posterior perda da planta. Nas folhas de clones tolerantes a essa doença, as lesões podem desenvolver-se sem causar-lhes a queda (36).

O estabelecimento da enfermidade em surtos epidêmicos, segundo ROSSETTI (43) e ALBUQUERQUE (1), é dependente de três fatores: susceptibilidade do hospedeiro, potencial de inóculo e clima favorável.

A susceptibilidade do hospedeiro é problema facilmente contornável, graças à existência de variedades resistentes à moléstia.

Quanto ao potencial de inóculo, isto envolve tanto o número de plantas existentes na região quanto a densidade de inóculo na cultura (52). Em seringueiras adultos, a fonte de inóculo são as folhas maduras ou as folhas velhas caídas ao solo, de onde são liberados os ascosporos para serem transportados pelo vento para as folhas jovens (1).

A maior densidade de esporos no ar ocorre quando a temperatura está mais elevada e a umidade relativa mais baixa. Esse fato pode ser explicado pela facilidade de deslocamento dos esporos, o que não ocorre durante a noite nem nas primeiras horas do dia, quando as superfícies das folhas estão molhadas de orvalho, com os esporos fixados nelas.

As condições de clima mais favoráveis são chuvas frequentes, umidade relativa alta e temperatura elevada.

A precipitação total não é fator considerável, mas as chuvas frequentes, mesmo com baixa intensidade, são mais importantes, visto dessa maneira ser mantida a umidade relativa elevada.

2.8. Histórico do "Mal-das-Folhas"

O "mal-das-folhas" é a principal doença da cultura da seringueira. A doença foi reconhecida de importância econômica em 1910; desde então, ela é considerada como fator limitante ao cultivo da seringueira em muitos locais, pois milhares de hectares de seringueiras cultivados têm sido

destruídos pela referida moléstia em diferentes regiões do Hemisfério Ocidental. Durante os anos das décadas de 1930 e 1940, os ataques severos da moléstia desestimularam o cultivo da seringueira na América Central e na Bacia Amazônica (49).

Em 1952, considerando-se que a enfermidade não ocorreria no Estado, foi iniciado o plantio da seringueira na Bahia, com bases mais racionais. Mesmo assim, o "mal-das-folhas" conseguiu estabelecer-se e causar danos consideráveis.

Em 1959, o cultivo da seringueira foi iniciado no Estado de São Paulo. Mesmo tendo sido tomadas várias medidas de segurança, a enfermidade atingiu os plantios do litoral, ocasionando prejuízos grandes. No Planalto Paulista, a doença também se estabeleceu, mas não causou danos graves, a não ser em pequena área do Vale do Rio Paraíba, onde as condições climáticas são mais favoráveis ao desenvolvimento da moléstia.

E assim, em vários Estados do País e em outras localidades do mundo ocidental, a doença se estabeleceu, causando sérios danos aos seringueis de cultivo. Como exemplos de localidades onde já foi constatada a doença têm-se Trinidad, Colômbia, Panamá, Costa Rica, Nicarágua, Honduras, Guatemala e México. No Brasil, além da Bahia e São Paulo, têm-se os Estados da Região Norte e o Estado do Mato Grosso (49).

Nos países orientais ainda não foi constatada a referida doença. Acredita-se que o Oceano Atlântico seja a principal barreira que tem evitado que o "mal-das-folhas" alcance aqueles seringueis (49).

2.9. Exigências Climáticas do Microcyclus ulei

O "mal-das-folhas" da seringueira, causado pelo fungo Microcyclus ulei, pode, em condições climáticas favoráveis,

provocar danos tão graves a ponto de exigir a cultura de clones resistentes ao mal, nem sempre suficientemente produtivos. Essas condições favoráveis são:

- Umidade relativa: segundo Langford, citado por SUDHEVEA (51) e CAMARGO et alii (12), os esporos do fungo só encontram condições para germinar e infeccionar as seringueiras, quando a umidade relativa do ar se mantém elevada, acima de 95%, por mais de 10 horas consecutivas e com frequência superior a 12 noites por mês.

- Temperatura do ar: ALBUQUERQUE (1) indica que a temperatura ótima para o desenvolvimento do fungo está entre 24 e 28°C. CAMARGO (10) afirma que os dados experimentais indicam que a baixa temperatura hiberna, com médias inferiores a 20°C, interrompem o ciclo da enfermidade e evitam a manifestação epidêmica. Tollenaar, citado por SUDHEVEA (51), indica que a epifítia do fungo, muito elevada nas regiões equatoriais úmidas e quentes, reduz-se bastante nas tropicais e subtropicais, menos quentes, embora úmidas.

- Orvalho: a duração de orvalho é muito importante na manifestação do "mal-das-folhas". CAMARGO et alii (12) concluíram que, para as condições do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, o "mal-das-folhas" ocorre somente em baixadas, onde a duração de orvalho ou água livre nas folhas é mais prolongada, acima de oito horas diárias. Rocha e Vasconcelos, citados por ORTOLANI et alii (33), consideram que a duração de molhamento, no Sul da Bahia, onde foram constatados efeitos semelhantes aos do Vale do Paraíba, é o período em que a umidade relativa é igual ou superior a 95%.

- Precipitação: a precipitação regular durante todos os meses do ano, mesmo com pequena intensidade, favorece a manifestação do fungo. Chuvas torrenciais não são favoráveis à incidência do "mal-das-folhas", pois lavam os esporos das

folhas, impedindo que germinem (14).

- Ventos: os ventos facilitam a dispersão dos esporos. Dados experimentais mostram que a maior concentração de esporos no ar encontra-se a 1,0 metro de altura do solo e que esse valor é quatro vezes maior do que a 10 metros de altura (1).

2.10. Controle do "Mal-das-Folhas"

O "mal-das-folhas" tem sido estudado, com persistência, na tentativa de se conseguirem métodos seguros de controlar seu ataque. Os métodos mais usados atualmente são:

- Controle químico: tem-se usado, em muitos seringais, a aplicação de fungicidas de proteção e/ou sistêmicos. Existem, no mercado, fungicidas que controlam satisfatoriamente a enfermidade (42). O maior obstáculo, entretanto, consiste na dificuldade de se jogar esse fungicida na folhagem adulta, que chega a ter a altura de 20 a 25 metros (30).

- Enxertia de copa: têm-se utilizado copas de espécies resistentes à doença, porém menos produtivas para enxertar em espécies produtivas, porém não resistentes, na expectativa de se conseguirem seringais resistentes ao "mal-das-folhas" e que produzam satisfatoriamente.

- Melhoramento: vários clones mais resistentes à moléstia têm sido desenvolvidos para serem cultivados em locais onde o clima é favorável à incidência da doença.

- Escape: tem-se observado que o "mal-das-folhas" não causa danos severos aos seringais, quando esses estão localizados em determinadas condições (19). O plantio às margens de rios largos é uma dessas condições. Bastos e Diniz, citados por CONDURÚ NETO (14), constataram que a ventilação proporcionada às plantas até 1.000 metros da margem dos rios impede a permanência dos esporos nas folhas. Essa mesma ventilação

impede que a temperatura atinja o ponto de orvalho à noite, evitando, dessa maneira, a germinação dos esporos do fungo. Esse mecanismo de escape pode ser comprovado com certos seringais de São Paulo e da Bahia e outros situados nas proximidades dos rios Guamá (Belém-PA) e Tapajós (Belterra, Santarém), que se apresentam sem problemas fitossanitários (19).

As regiões de escape podem também ser proporcionadas por áreas que tenham um longo período de estiagem. Sabe-se que a seringueira troca de folhas uma vez por ano e que, depois de 12 dias de idade, as folhas tornam-se resistentes à moléstia. No caso de coincidir o período de enfolhamento com a época seca, quando as condições de umidade não atingem o "ótimo" desejado pelo patógeno, haverá o escape à moléstia.

A aplicação de produtos químicos com características desfolhantes pode também ser considerada como um escape à enfermidade, pois, provocando o desfolhamento precoce das árvores e a renovação antecipada da folhagem, poder-se-ia evitar o ataque da doença, já que as condições climáticas não seriam favoráveis ao seu aparecimento (42).

2.11. Análise Fatorial

A análise fatorial é um ramo da estatística que tem sido amplamente empregado na psicologia. Por essa razão, tem sido erroneamente considerada como uma técnica útil somente às análises da ciência social. Entretanto, vários trabalhos confirmam sua grande aplicabilidade em outras áreas, como a meteorologia, muito embora algumas dificuldades apareçam, em virtude da complexidade dos fenômenos climáticos.

Berry e Ray, em 1966, e Berry, em 1967, citados por McBOYLE (29), empregaram a análise fatorial, com dados não-

físicos, com a finalidade de delimitar regiões econômicas. Steiner, em 1965, citado pelo mesmo autor, usou-a na climatologia para fazer uma classificação climática racional baseada somente em fatores climáticos.

McBOYLE (29), utilizando também somente elementos climáticos, empregou a análise fatorial para classificar o clima da Austrália.

POWELL e MacIVER (38) também fizeram uma classificação climática, empregando a análise fatorial.

Uma nova metodologia de classificação climática, que emprega a análise fatorial juntamente com a análise de agrupamento, foi proposta por RIBEIRO (40).

A análise fatorial é caracterizada por sua capacidade de reduzir a quantidade de dados necessários para se obterem conclusões para um número menor de fatores não correlacionados e que retêm as informações mais importantes dos dados originais (27).

2.12. Análise de Agrupamento

Pode-se considerar que a análise de agrupamento é uma técnica relativamente nova, sendo, por isso, pouco utilizada em trabalhos científicos.

Alguns pesquisadores já utilizaram a análise de agrupamento em seus trabalhos, obtendo sucesso em diferentes situações.

GOLDER e YEOMANS (22), num estudo das características sócio-econômicas de motoristas de Birmingham (Inglaterra), empregaram a análise de agrupamento, obtendo resultados satisfatórios.

ASPIAZÚ (3) também utilizou o referido método para a classificação de sítios florestais.

RIBEIRO (40) utilizou a análise de agrupamento e desenvolveu, juntamente com a análise fatorial, uma metodologia de classificação climática.

A análise de agrupamento, segundo GOLDER e YEOMANS (22), é uma maneira de agrupar os dados de observações em grupos distintos, de modo a minimizar a variância dentro do grupo e maximizar a variância entre os grupos. Segundo ASPIAZÚ (3), a análise de agrupamento consiste, essencialmente, na análise de uma matriz simétrica de correlação simples, com a finalidade de testar a homogeneidade entre os componentes de um grupo, em relação aos componentes de outros grupos. Os resultados obtidos são apresentados na forma de diagramas hierárquicos (dendrógrafos ou dendrogramas), que são recursos gráficos utilizados para representar as relações existentes na matriz de similaridade.

A escolha do número de agrupamentos que devem ser feitos é o problema maior que a análise de agrupamento oferece. Essa escolha é totalmente arbitrária e depende unicamente do objetivo do trabalho.

2.13. Algoritmo de Fisher

É uma técnica que permite agrupar um número qualquer de grupos em subgrupos, de modo que a variância dentro dos grupos seja mínima.

Este algoritmo foi desenvolvido em 1958 por FISHER (21) e vem sendo utilizado por pesquisadores quando se deseja reduzir o número de grupos a um número menor, minimizando o erro.

HARTIGAN (24) empregou o algoritmo de Fisher em tempos de corrida de 100 m nas Olimpíadas desde 1896 até 1964 e agrupou-os em três grupos, de modo que a variância dentro de cada grupo fosse minimizada.

RIBEIRO (40) utilizou o algoritmo de Fisher para determinar o número de grupos resultante da análise de agrupamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados deste trabalho referem-se ao Estado de Minas Gerais, situado na Região Sudeste do Brasil, numa área de 587.172 km². Há grande variação de condições topográficas e aproximadamente 57% de sua área tem altitude superior a 600 m (23). O Estado 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 (26).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabelece que as normais-padrão devem ser calculadas para os períodos de 1901 a 1930 e de 1931 a 1960. No Brasil, porém, as observações meteorológicas começaram a ser realizadas, sistematicamente, em 1910. Por esse motivo, o primeiro período-padrão foi de 1931 a 1960 (7). É indispensável que haja um período de 30 anos para expressar as condições gerais de uma região, ou seja, esse período é o necessário para que as condições climatológicas sejam estabilizadas. Neste trabalho, devido à escassez de dados no período-padrão de 30 anos,

usaram-se localidades com períodos superiores ou iguais a 10 anos, partindo da hipótese de que, para os parâmetros em estudo, tal período seria suficiente para representar o clima. Tal hipótese foi confirmada através do teste t (9) que, para valores totais anuais, mostrou que os dados de 10 anos podem ser confiáveis com 80% de certeza para cidades com maiores variações e mais de 80% para as outras cidades.

3.1. Parâmetros Utilizados

Os valores dos parâmetros climáticos empregados neste trabalho foram extraídos das Normais Climatológicas publicadas pelo Ministério da Agricultura (7) e do arquivo do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, coletados em 45 estações do Estado de Minas Gerais e 15 estações de Estados vizinhos e a classificação de solos foi retirada do mapa de Solos do Brasil. Os parâmetros acham-se no Quadro I. Considerou-se "estação seca" o número de meses com precipitação mensal inferior a 30 mm, ou seja, com média inferior a 1 mm/dia.

O balanço hídrico, de onde foram extraídos os dados de evapotranspiração real, índices de evapotranspiração e deficiências hídricas, foi feito segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), considerando 300 mm de capacidade de retenção de água no solo, a partir de dados de evapotranspiração potencial calculados pelo método de radiação a partir da seguinte equação (15):

$$EP = w \left[Ro (a + b n/N) \right]$$

em que:

EP = evapotranspiração potencial;

w = fator que depende da temperatura do ar;

QUADRO I - Parâmetros Utilizados

A	Altitude da estação (m)
P ₁	Pressão atmosférica de janeiro (mm Hg)
P ₇	Pressão atmosférica de julho (mm Hg)
TMX ₁	Temperatura máxima de janeiro (°C)
TMI ₇	Temperatura mínima de julho (°C)
TMA	Temperatura média anual (°C)
TM ₁	Temperatura média de janeiro (°C)
TM ₇	Temperatura média de julho (°C)
URS	Umidade relativa do mês mais seco (%)
URU	Umidade relativa do mês mais úmido (%)
N ₁	Nebulosidade de janeiro (0 a 10)
N ₇	Nebulosidade de julho (0 a 10)
PTA	Precipitação total anual (mm)
PT ₁	Precipitação total de janeiro (mm)
PT ₇	Precipitação total de julho (mm)
ES	Estação seca (meses)
ET ₁	Evaporação total de janeiro (mm)
ET ₇	Evaporação total de julho (mm)
IT ₁	Insolação total de janeiro (horas)
IT ₇	Insolação total de julho (horas)
ETR ₁	Evapotranspiração real de janeiro (mm)
ETR ₇	Evapotranspiração real de julho (mm)
ETRA	Evapotranspiração real acumulada (mm)
IET ₁	Índice de evapotranspiração de janeiro (%)
IET ₇	Índice de evapotranspiração de julho (%)
D ₁	Deficiência hídrica de janeiro (mm)
D ₇	Deficiência hídrica de julho (mm)
DTA	Deficiência hídrica total acumulada (mm)
CS	Classificação de solos ^{1/}

^{1/} Ver explicação na página 28.

R_o = radiação total no topo da atmosfera;
 $a = 0,29 \cos \phi$, ϕ = latitude local;
 $b = 0,52$;
 n = número de horas de brilho solar médio;
 N = duração máxima do fotoperíodo, horas.

Os índices de evapotranspiração são relações percentuais entre evapotranspiração real e evapotranspiração potencial.

A classificação de solos foi feita, dando pesos a cada localidade, de acordo com seu tipo e com as necessidades da seringueira, baseando-se no mapa de solos do Brasil.

Os períodos de observações variaram desde 10 anos em sete localidades até 30 anos na maioria delas. O Quadro 2 mostra as cidades em estudo, com os períodos de observações correspondentes.

A distribuição espacial das localidades está representada na Figura 1.

Os dados ausentes foram estimados, para completar a série de observações, através de sistemas específicos de interpolação (aproximação numérica), utilizando o computador HP 9845 B existente no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

3.2. Interpolação por Aproximação Numérica

O processo de interpolação por aproximação numérica determina o valor de um ponto P, baseando-se na média dos valores de determinado número de pontos ao redor do ponto P, ponderados pelas distâncias desses pontos ao ponto P. Assim:

QUADRO 2 - Localidades e Períodos de Observações Climáticas Correspondentes

01	Araçuaí	30 anos
02	Barbacena	30 anos
03	Belo Horizonte	30 anos
04	Conceição do Mato Dentro	30 anos
05	Curvelo	30 anos
06	Diamantina	30 anos
07	Frutal	30 anos
08	Grão Mongol	30 anos
09	Itabira	30 anos
10	Itajubá	30 anos
11	Januária	30 anos
12	Lavras	30 anos
13	Leopoldina	30 anos
14	Monte Alegre de Minas	30 anos
15	Muriae	30 anos
16	Oliveira	30 anos
17	Paracatu	30 anos
18	Passa Quatro	30 anos
19	Pedra Azul	30 anos
20	Pirapora	30 anos
21	Pitangui	30 anos
22	Poços de Caldas	30 anos
23	Santos Dumont	30 anos
24	São Francisco	30 anos
25	São João del Rei	30 anos
26	São João Evangelista	30 anos
27	São Lourenço	30 anos
28	Três Corações	30 anos
29	Ubá	30 anos
30	Viçosa	30 anos

Continua ...

"QUADRO 2, Cont."

31	Araguari	17 anos
32	Bom Sucesso	19 anos
33	Cambuquira	10 anos
34	Caratinga	13 anos
35	Caxambu	10 anos
36	Governador Valadares	10 anos
37	Jequitinhonha	10 anos
38	Juiz de Fora	17 anos
39	Lagoa Santa	10 anos
40	Montes Claros	28 anos
41	Muzambinho	14 anos
42	Ouro Preto	16 anos
43	Sete Lagoas	10 anos
44	Teófilo Otoni	10 anos
45	Uberaba	25 anos
46	Vitória (ES)	30 anos
47	Conceição da Barra (ES)	30 anos
48	Cachoeiro do Itapemirim (ES)	30 anos
49	Campos (RJ)	30 anos
50	Rio Douro (RJ)	30 anos
51	Rezende (RJ)	30 anos
52	Vassouras (RJ)	30 anos
53	Catalão (GO)	30 anos
54	Formosa (GO)	30 anos
55	Luziânia (GO)	30 anos
56	Três Lagoas (MS)	30 anos
57	Caravelas (BA)	30 anos
58	Caetité (BA)	30 anos
59	Franca (SP)	30 anos
60	Bandeirantes (SP)	30 anos

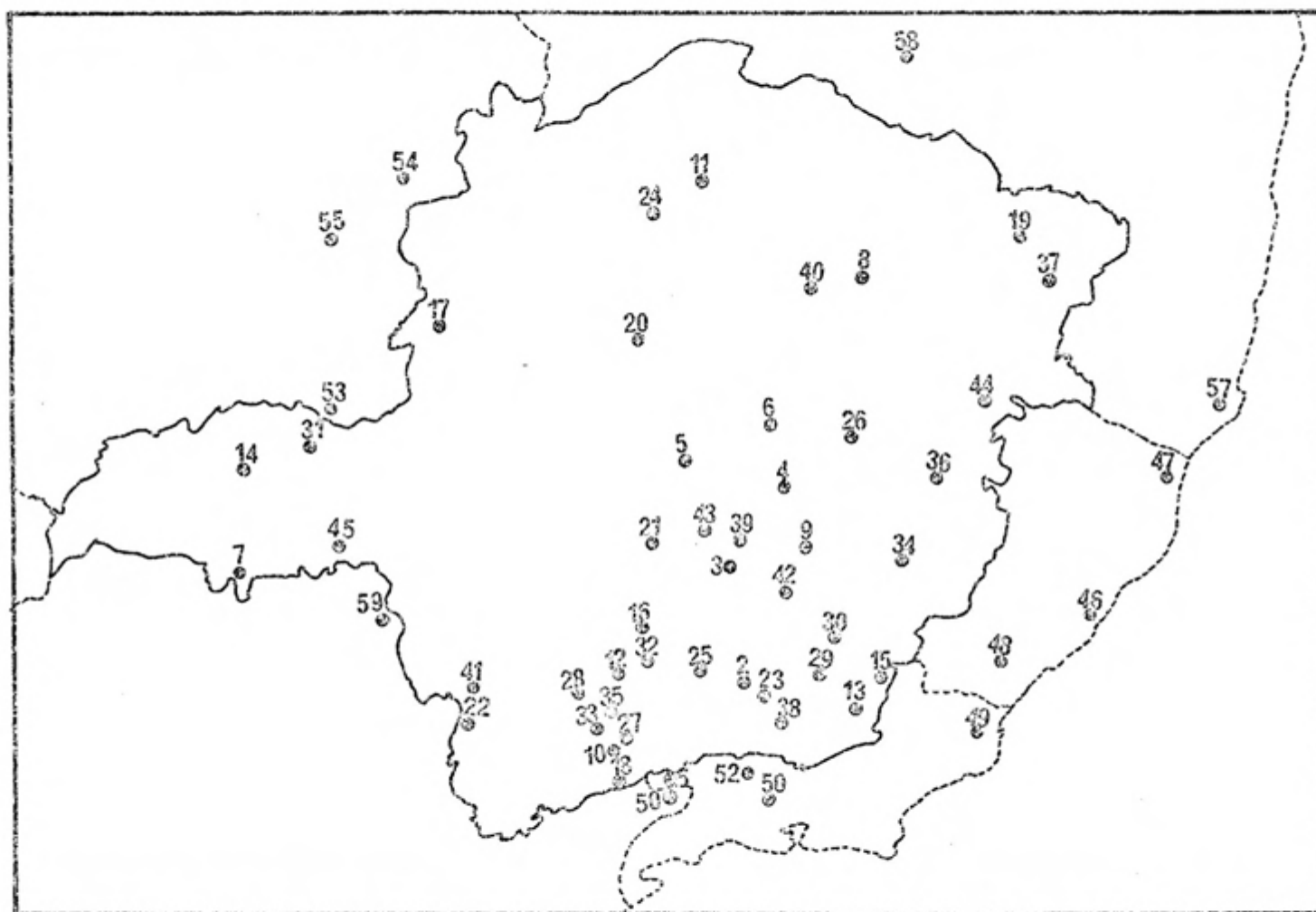


FIGURA I - Distribuição Espacial das Localidades em Estudo.

$$P = \frac{\sum_{k=1}^n (Z_k / D_k)}{\sum_{k=1}^n (1 / D_k)}$$

em que:

P = valor a ser interpolado;

n = número de pontos tomados ao redor de P;

Z = valor do ponto k;

D = distância do ponto P ao ponto k.

Segundo McDougall, citado por RIBEIRO (40), o número mais apropriado de pontos a ser tomado ao redor de P varia de 6 a 9. Neste trabalho, foram tomados os seis pontos mais próximos ao redor de cada ponto a ser interpolado. Para tais interpolações, foi utilizado o programa GRID, elaborado na linguagem FORTRAN e adaptado para a linguagem BASIC por C. Aspiazú, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, MG.

3.3. Análise Fatorial

A análise fatorial foi desenvolvida com o emprego da sub-rotina PA-1 do Pacote Estatístico para as Ciências Sociais (Statistical Package for the Social Sciences-SPSS) do sistema IBM 370. De acordo com POWELL e MacIVER (38), a análise fatorial consta dos seguintes passos:

1. obtenção da matriz de correlação das variáveis iniciais;
2. extração das raízes características 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 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, baseado nas inter-relações dos mesmos, mediante a elaboração de um conjunto de novas variáveis, que podem ser consideradas como sendo transformações matemáticas exatas dos dados originais.

Na metodologia utilizada neste trabalho usam-se fatores definidos, que são as próprias transformações matemáticas, e recebe o nome de análise dos componentes principais. Os componentes principais ou fatores retidos são ortogonais.

O passo final consiste na rotação dos componentes principais para a obtenção de fatores terminais. Existem vários métodos de rotação, e o pesquisador deve decidir qual o que melhor lhe permite chegar à solução que satisfaça às necessidades de seu problema. Os métodos de rotação ortogonal e oblíqua são os mais utilizados.

Segundo McBOYLE (29), o método de rotação ortogonal VARIMAX é o que fornece resultados mais satisfatórios em estudos climáticos. Por esse motivo, esse método foi aplicado neste trabalho.

O resultado final da análise fatorial é apresentado na forma de matriz, denominada matriz de fatores, onde as linhas têm correspondência com os parâmetros utilizados, dispostos na mesma ordem de entrada. As colunas são formadas por coeficientes de regressão (27) ou pesos e correspondem aos fatores retidos da análise. Assim, cada parâmetro tem um coeficiente correspondente em cada coluna da matriz. Esse coeficiente é o peso que determinado parâmetro tem sobre um fator.

Cada fator retido apresentou 29 coeficientes de regressão, correspondentes aos parâmetros utilizados. Entretanto, somente os coeficientes com valor absoluto superior a 0,7 foram utilizados, por serem os mais significantes na representação da variância sustentada pelo fator considerado.

Cada composição linear de parâmetro com seu respectivo peso, para cada fator, definiu um índice. Foram determinados tantos índices quantos foram os fatores retidos. Com estas composições lineares, foram calculados os valores dos índices para cada estação. Esses dados foram submetidos a um programa de computador que formou uma rede de 100 células quadrangulares, para cada índice, sobre toda a área em estudo, visto as estações originais estarem distribuídas irregularmente na área. A partir daqui cada interseção da rede passou a funcionar como uma estação meteorológica, eliminando a desuniformidade inicial das estações originais.

O cálculo dos valores de cada célula foi feito a partir dos campos de cada índice determinado, com o emprego de três programas de computação, na linguagem BASIC, na unidade central de computador HP 9845 B do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Os dados para cada índice foram submetidos à análise de agrupamento.

3.4. Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento procura agrupar as quadrículas ou células com a aplicação de determinada medida de similaridade.

Cada índice resultante da análise fatorial transformado em rede de quadrículas foi submetido à análise de agrupamento, que o dividiu em dois grupos cada, através de um programa de computador denominado NUCLAN na linguagem BASIC no computador HP 9845 B do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Com a sobreposição dos cinco mapas divididos em dois grupos cada, resultou um mapa final composto de 18 grupos. Estes 18 grupos resultantes da análise de agrupamento foram

submetidos a nova técnica de agrupamento através do algoritmo de Fisher.

3.5. Algoritmo de Fisher

O algoritmo de Fisher permite reduzir um número qualquer de grupos a um número menor e justificável de grupos. Dado um grupo de k elementos tal que cada elemento tenha um peso w_i e uma medida numérica a_i , o algoritmo de Fisher permite agrupar os elementos em n grupos, de modo que o valor da soma dos quadrados

$$D = \sum_{i=1}^k w_i (a_i - \bar{a}_i)^2$$

seja minimizado, sendo $\bar{a}_i$ a média ponderada de todos os valores dos a 's do subgrupo para o qual o elemento i foi designado.

O valor de D , conhecido como soma dos quadrados na análise de variância, é aqui comumente chamado de distância quadrática (21).

O algoritmo de Fisher associa a divisão em grupos com a distância quadrática mínima.

Neste trabalho, fez-se o agrupamento dos 18 grupos resultantes da análise anterior em números que variaram de 1 a 10 e daí se analisou qual o número mais confiável. Segundo HARTIGAN (24), o número mais confiável de grupos é aquele a partir do qual a variação do erro torna-se não-significante.

Concluído qual o melhor número de grupos, foi feita a divisão dos 18 grupos iniciais em quatro subgrupos finais.

Esta análise foi feita com o auxílio de um programa de computador na linguagem BASIC do computador HP 9845 B do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Finalmente os quatro subgrupos finais foram transformados em quatro classes de aptidão com a análise dos dados originais dos parâmetros de cada região em comparação com a aptidão climática da seringueira e do fungo Microcyclus ulei.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise dos Dados

4.1.1. Análise Fatorial

No Quadro 3 encontram-se os resultados da análise fatorial, que representam os seis fatores que ficaram retidos. Somente os pesos de valores absolutos maiores do que 0,7, aproximados para duas casas decimais, foram utilizados, formando as combinações lineares juntamente com seus respectivos parâmetros climáticos.

As composições lineares que deram origem aos diferentes índices são as seguintes:

$$\begin{aligned} I_1 = & 0,72 \text{ PT}_7 - 0,80 \text{ ES} + 0,96 \text{ ETR}_7 + 0,76 \text{ ETRA} + \\ & + 0,91 \text{ IET}_7 - 0,77 \text{ D}_7 - 0,74 \text{ DTA} \end{aligned}$$

QUADRO 3 - Resultado da Análise Fatorial para Cada Parâmetro Utilizado e Seus Respectivos Pesos

Parâmetros	Fatores					
	1	2	3	4	5	6
A	-0.08071	-0.22125	0.23945	<u>-0.87822</u>	0.19134	-0.05323
P ₁	0.00949	<u>0.99494</u>	0.01492	-0.00022	0.06645	0.02132
P ₇	0.02064	-0.13116	-0.24255	<u>0.86126</u>	-0.25885	0.11352
TMX ₁	0.00944	<u>0.99494</u>	0.01508	-0.00065	0.06655	0.02126
TM ₇	0.12581	-0.03865	-0.51306	<u>0.71125</u>	0.14925	0.04584
TMA	0.00944	<u>0.99494</u>	0.01507	-0.00065	0.06656	0.02125
TM ₁	-0.14789	-0.14291	-0.23700	<u>0.89389</u>	-0.06875	-0.04267
TM ₇	0.00331	<u>0.98639</u>	0.01791	-0.01249	0.09784	0.02877
URS	0.00955	<u>0.99494</u>	0.01504	-0.00067	0.06645	0.02127
URU	0.64590	-0.07092	-0.02577	-0.33531	0.16592	0.03270
N ₁	0.29923	-0.08257	0.27915	-0.51641	-0.05095	0.26559
N ₇	0.17369	-0.10127	-0.44950	0.14150	-0.60211	0.16185
PTA	0.69555	-0.00252	0.42220	-0.25977	0.20045	0.16088
PT ₁	0.31775	-0.01427	0.61365	-0.45140	0.22951	0.16784
PT ₇	<u>0.71680</u>	0.00796	-0.38529	0.40357	-0.20166	-0.11201
ES	<u>-0.80433</u>	-0.00784	0.09945	-0.29343	0.13000	0.05333
ET ₁	-0.18219	0.23060	-0.52806	0.36698	0.28383	-0.13336
ET ₇	-0.25988	0.38648	-0.14673	-0.00606	<u>0.80331</u>	-0.02270
IT ₁	-0.05639	-0.02894	-0.06276	-0.08643	-0.19698	<u>0.73413</u>
IT ₇	-0.09733	0.05126	0.22031	-0.28907	<u>0.86554</u>	-0.01636
ETR ₁	-0.05367	0.03012	<u>0.92422</u>	-0.09191	0.19409	-0.03037
ETR ₇	<u>0.96065</u>	0.02359	0.03800	-0.00970	-0.14536	-0.01849
ETRA	<u>0.76081</u>	0.07530	0.52509	-0.22256	0.16518	0.03166
IET ₁	0.08862	0.04956	<u>0.90158</u>	-0.34863	0.03567	0.02312
IET ₇	<u>0.91564</u>	0.00561	0.03439	-0.00807	-0.31809	-0.00308
D ₁	-0.08298	-0.05087	<u>-0.89813</u>	0.35118	-0.02505	-0.01781
D ₇	<u>-0.76905</u>	-0.00080	-0.03737	-0.00179	0.61116	-0.00946
DTA	<u>-0.73872</u>	-0.03455	-0.46818	0.26145	0.33879	-0.10013
CS	0.04265	0.11168	0.10426	0.08036	0.08666	0.67572

$$I_2 = 0,99 P_1 + 0,99 TMX_1 + 0,99 TMA + \\ + 0,99 TM_7 + 0,99 URS$$

$$I_3 = 0,92 ETR_1 + 0,90 IET_1 - 0,90 D_1$$

$$I_4 = -0,88 A + 0,86 P_7 + 0,71 TMI_7 + 0,89 TM_1$$

$$I_5 = 0,80 ET_7 + 0,86 IT_7$$

$$I_6 = 0,73 IT_1$$

O índice I_6 não foi considerado por possuir variância insignificante em relação às dos outros índices.

Os valores dos índices foram calculados utilizando-se os dados originais de cada parâmetro.

Normalmente, os índices resultantes da análise fatorial recebem nomes que condizem com os parâmetros que lhes deram origem. No entanto, em virtude da não-necessidade e da dificuldade de se encontrarem nomes coerentes com os parâmetros que originaram os índices, tal critério não foi utilizado neste trabalho.

4.1.1.1. Índice I_1

O índice I_1 , originário do fator 1, é o índice formado pelo maior número de parâmetros de todos os índices, isto é, o índice I_1 representa um maior número de parâmetros climáticos. Os parâmetros escolhidos para comporem a equação que deu origem ao índice I_1 são os seguintes: precipitação total de julho (PT_7), estação seca (ES), evapotranspiração real de julho (ETR_7), evapotranspiração real acumulada ($ETRA$), índice de evapotranspiração de julho (IET_7),

deficiência hídrica de julho (D_7) e deficiência hídrica total acumulada (DTA).

Os valores do índice I_1 , para cada estação, foram calculados e submetidos ao traçado de uma rede de quadrículas, dando origem a uma rede de 100 células, transformadas em isolinhas, conforme a Figura 2.

4.1.1.2. Índice I_2

O fator 2 deu origem ao índice I_2 , que é formado de cinco parâmetros climáticos cujos pesos são maiores do que 0,7. Os parâmetros que originaram a composição linear deste índice foram: pressão atmosférica de janeiro (P_1), temperatura máxima de janeiro (TMX_1), temperatura média anual (TMA), temperatura média de julho (TM_7) e umidade relativa do mês mais seco (URS).

Do mesmo modo que para o índice I_1 , os valores calculados de I_2 foram submetidos ao traçado de uma rede de 100 células, transformadas em isolinhas, conforme mostra a Figura 3.

4.1.1.3. Índice I_3

O índice I_3 resume as informações de três parâmetros climáticos, que são: evapotranspiração real de janeiro (ETR_1), índice de evapotranspiração de janeiro (IET_1) e deficiência hídrica de janeiro (D_1).

Os valores calculados de I_3 também foram submetidos ao traçado de uma rede de quadrículas e, a seguir, foram traçadas as isolinhas. O resultado é apresentado na Figura 4.

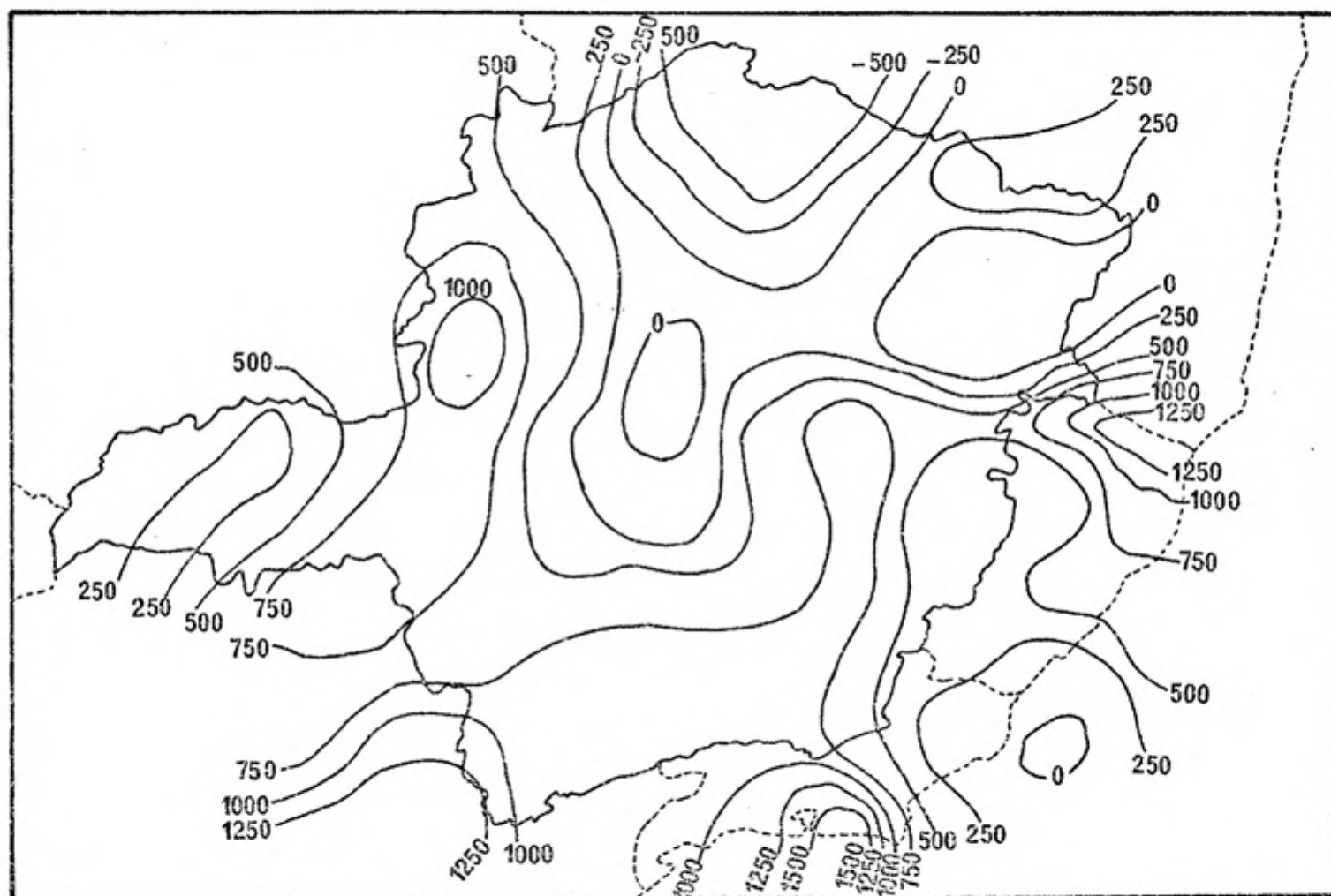


FIGURA 2 - Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_1 .

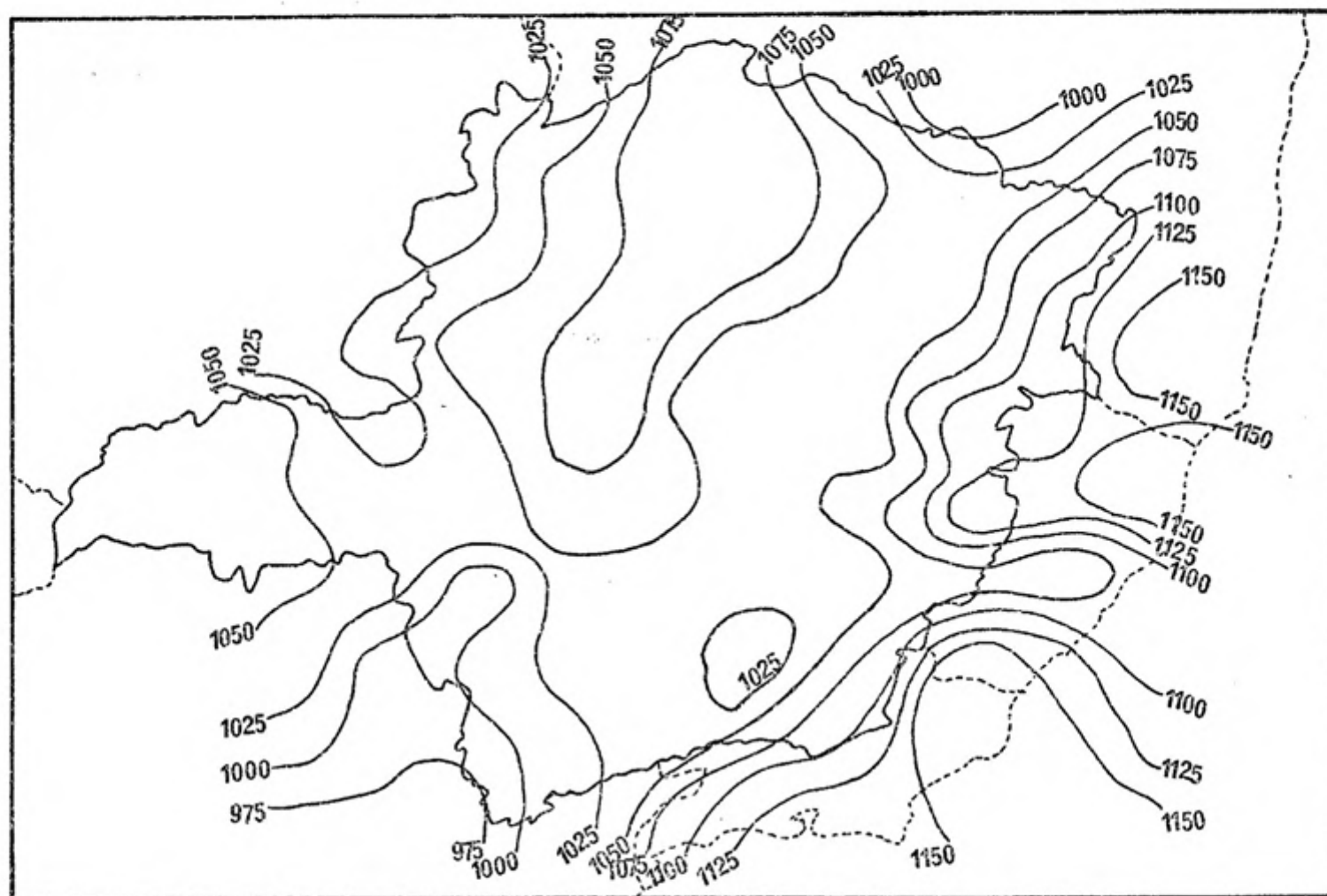


FIGURA 3 - Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_2 .

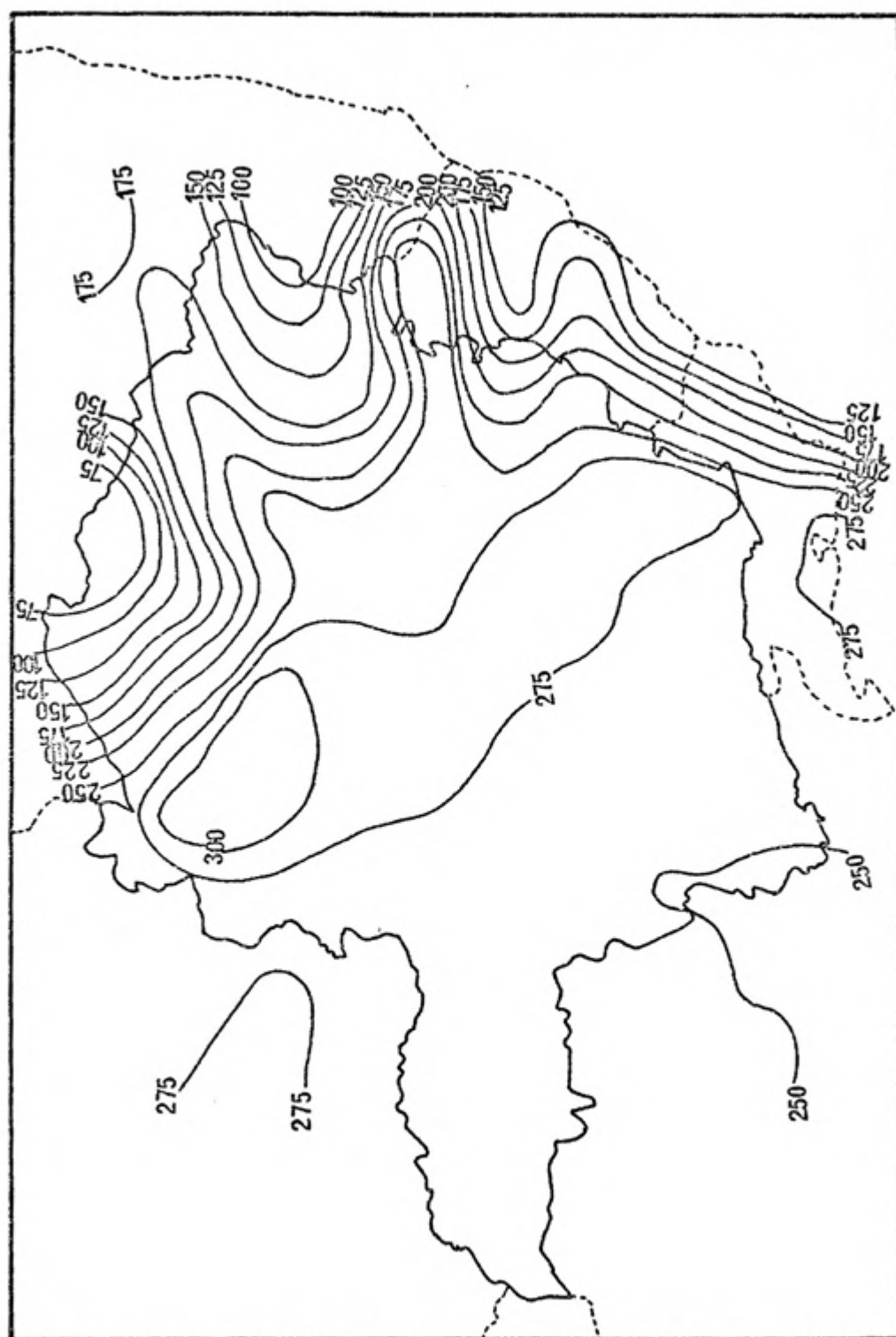


FIGURA 4 - Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice I_3 .

4.1.1.4. Índice I_4

Do fator 4, apenas quatro parâmetros tinham pesos superiores a 0,7; é, portanto, o índice formado por esses quatro parâmetros: altitude da estação (A), pressão atmosférica de julho (P_7), temperatura mínima de julho (TM_{17}) e temperatura média de janeiro (TM_1).

O mapa, contendo as isolinhas representantes do índice I_4 , está representado na Figura 5.

4.1.1.5. Índice I_5

Somente dois parâmetros foram mais significantes na determinação do índice I_5 . São eles: evaporação total de julho (ET_7) e insolação total de julho (IT_7). A Figura 6 mostra o mapa com as isolinhas traçadas a partir dos dados calculados para I_5 .

4.1.2. Análise de Agrupamento

As Figuras 7, 8, 9, 10 e 11 mostram os cinco mapas do Estado, para os índices climáticos divididos em dois grupos cada.

A sobreposição destas Figuras resultou em um mapa formado de 18 grupos, conforme a Figura 12. Os valores médios de cada grupo encontram-se no Quadro 4. Esses valores foram submetidos a uma nova análise de agrupamento denominada algoritmo de Fisher.

4.1.3. Algoritmo de Fisher

A Figura 13 mostra a relação entre o número de grupos que pode ser formado e o erro. O número de grupos que

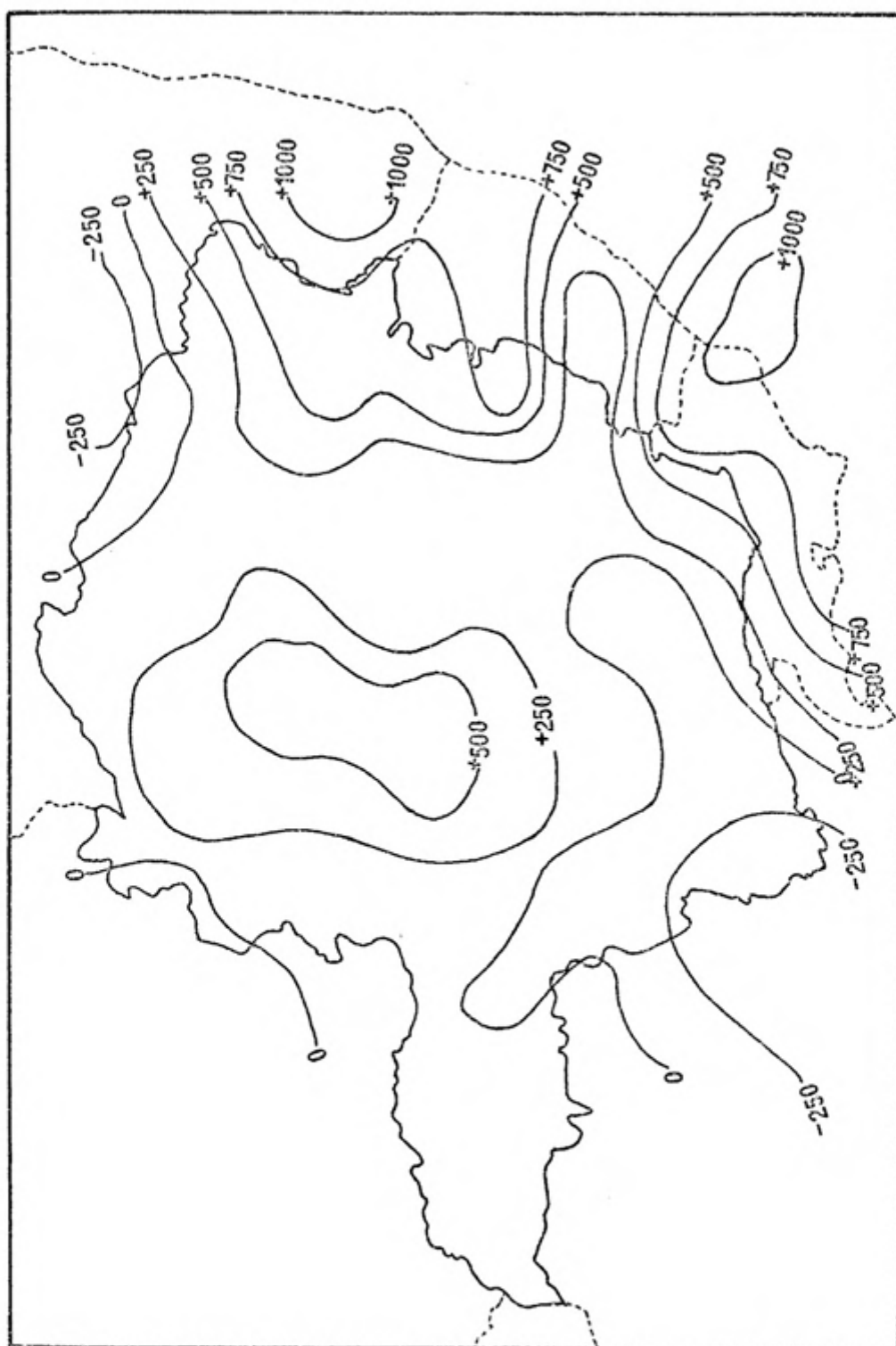


FIGURA 5 - Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice 14.

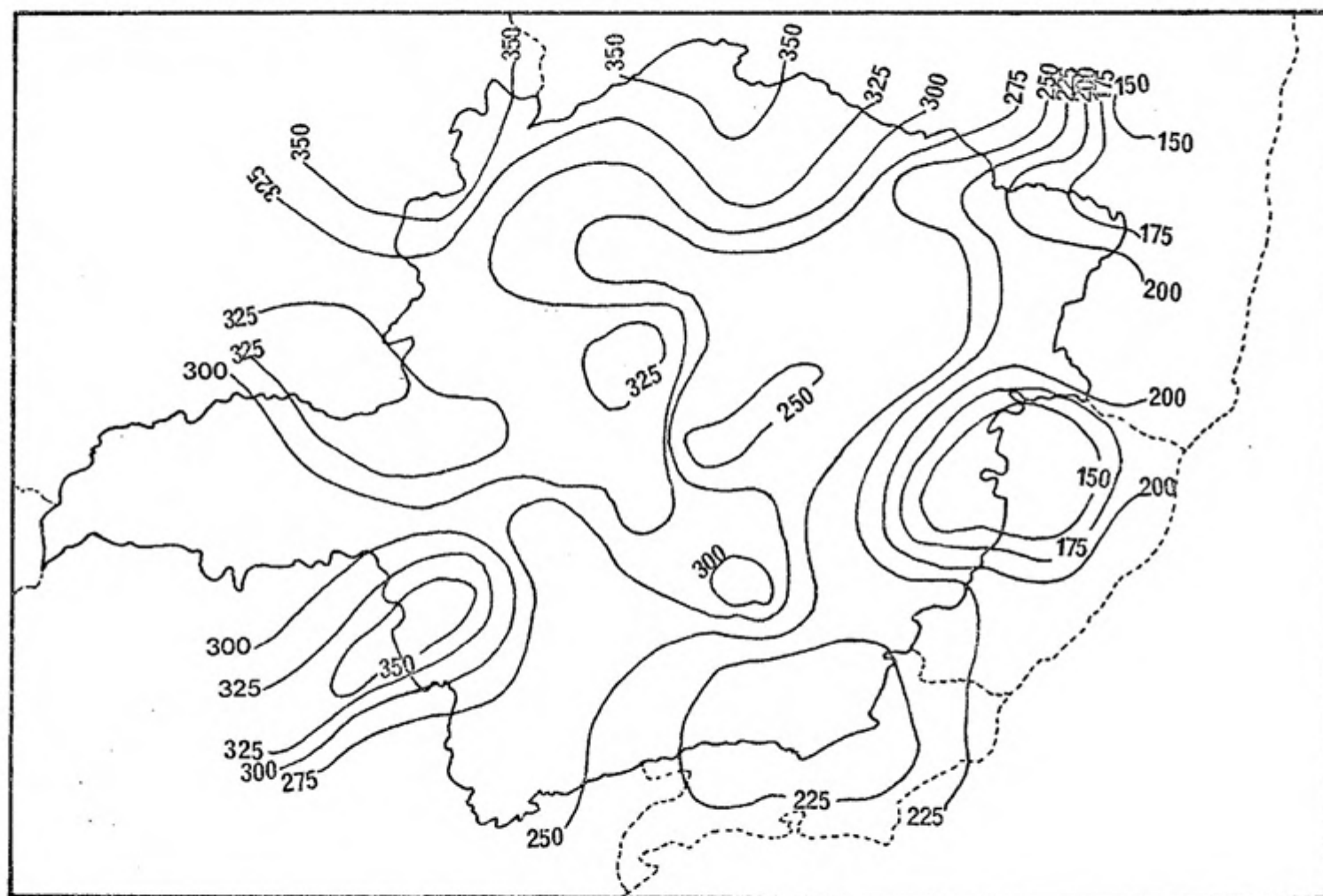


FIGURA 6 - Isolinhas Extraídas dos Valores do Índice 15.

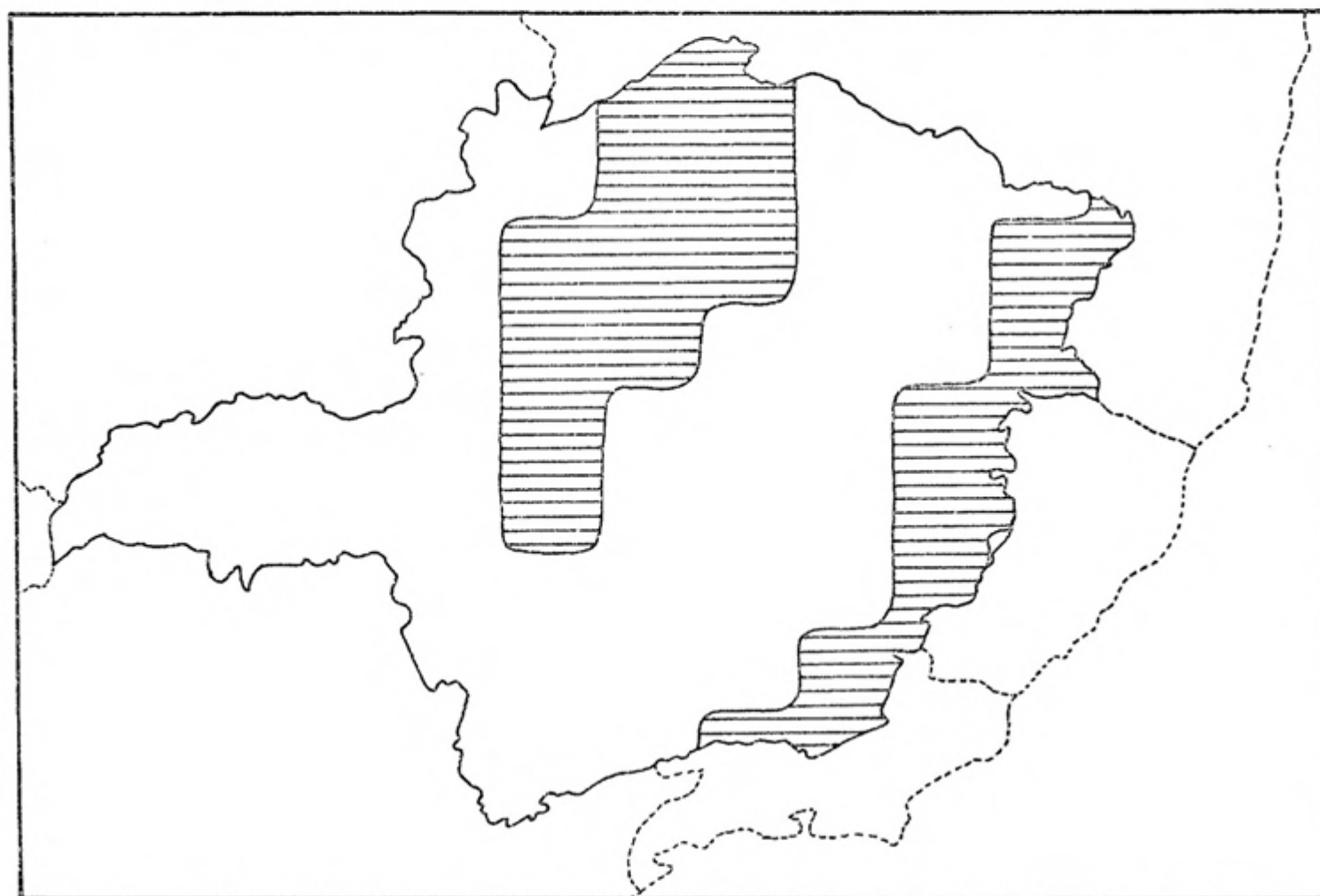


FIGURA 7 - Divisão do Mapa do Índice I_1 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento.

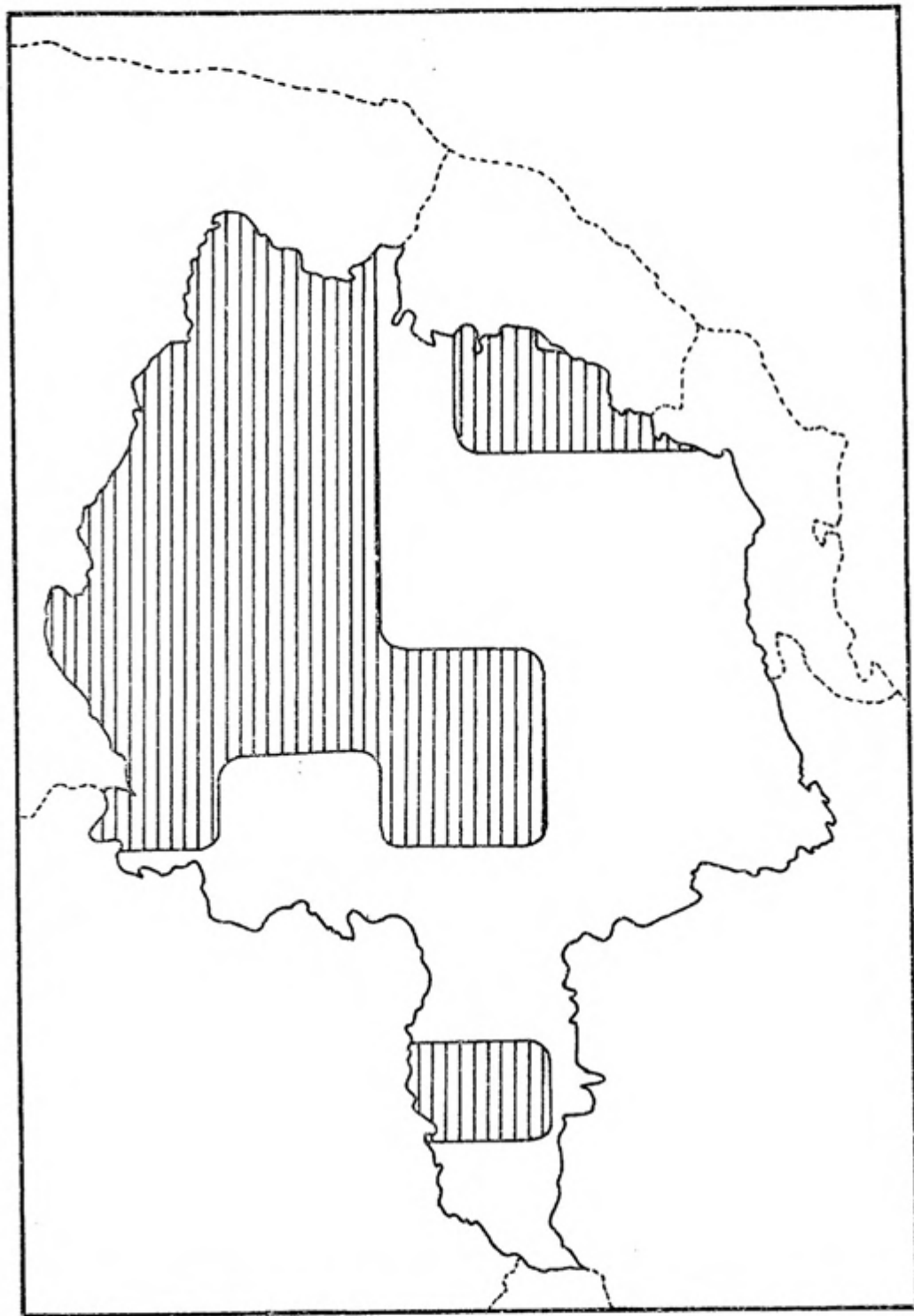


FIGURA 8 - Divisão do Mapa do Índice I_2 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento.

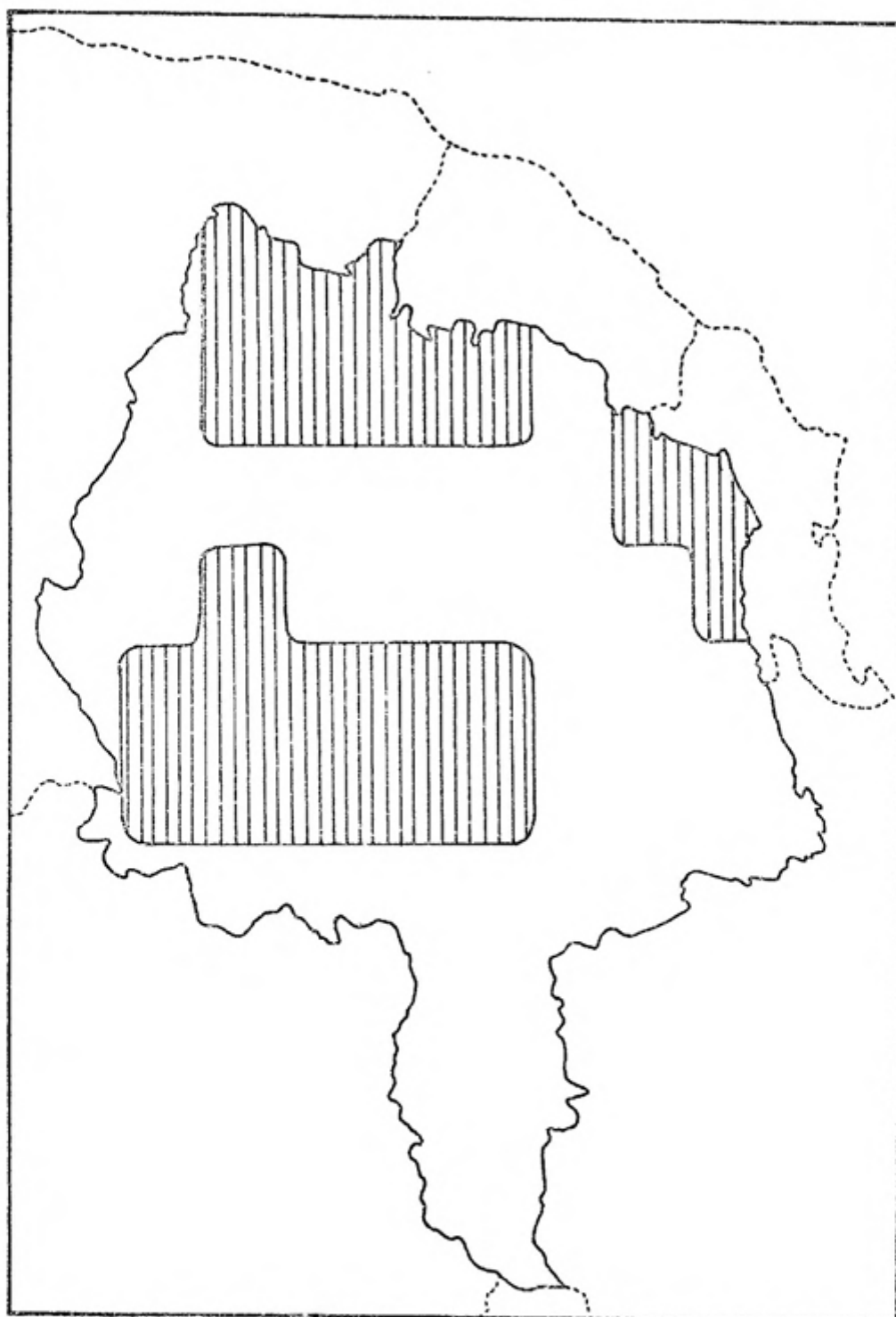


FIGURA 9 - Divisão do Mapa do Índice I_3 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento.

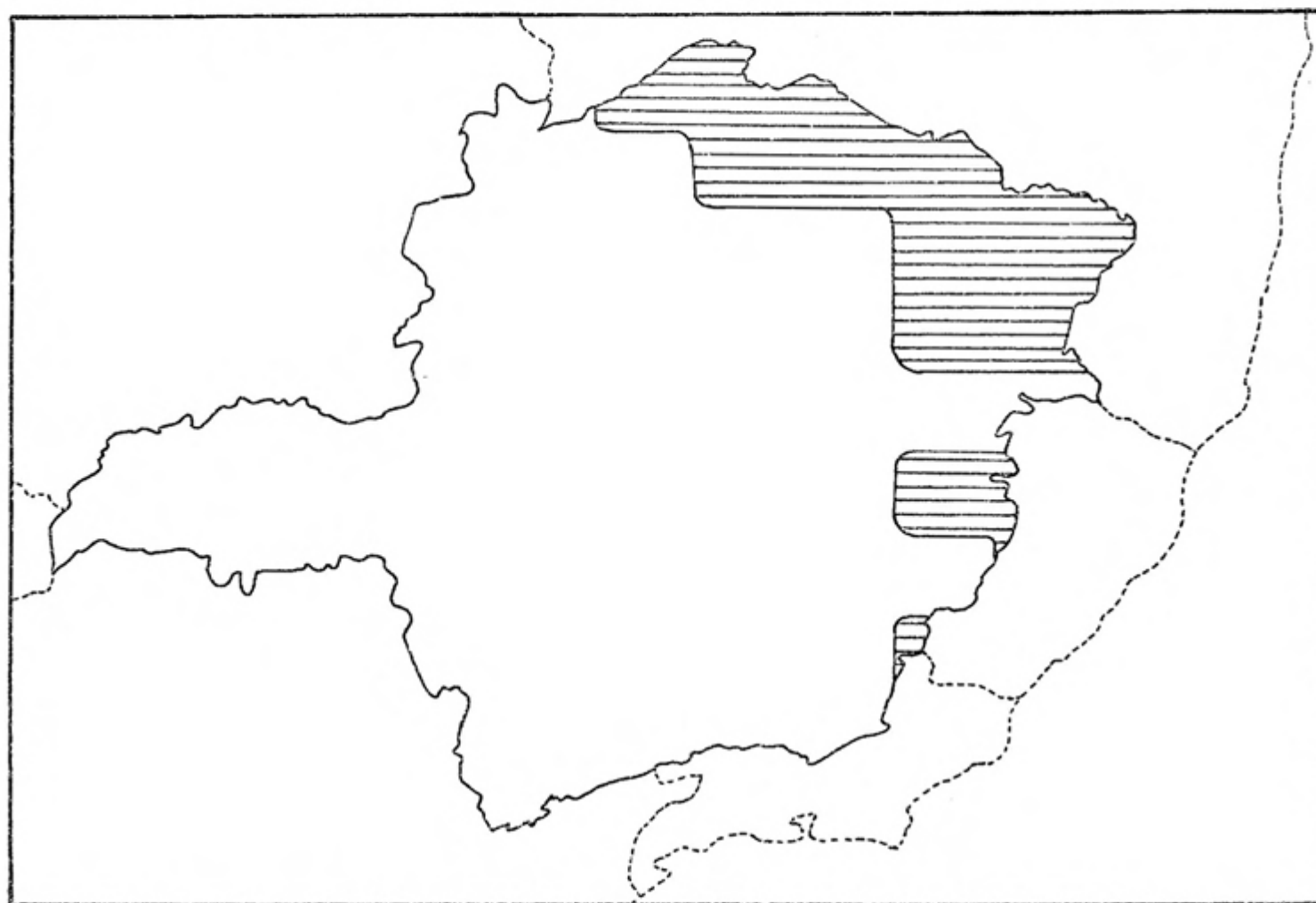


FIGURA 10 - Divisão do Mapa do Índice I_4 em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento.

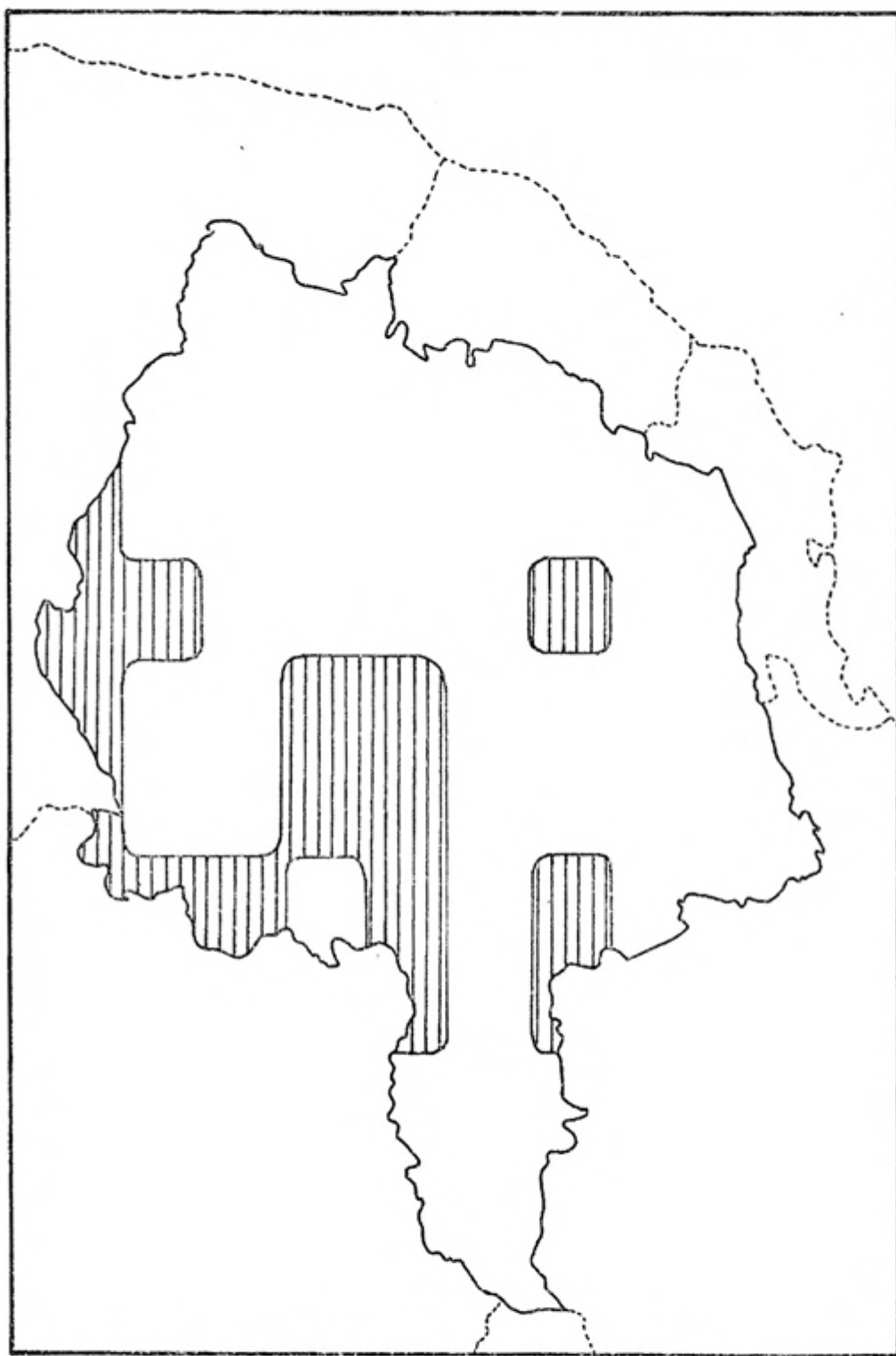


FIGURA 11 - Divisão do Mapa do Índice I₅ em Dois Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento.

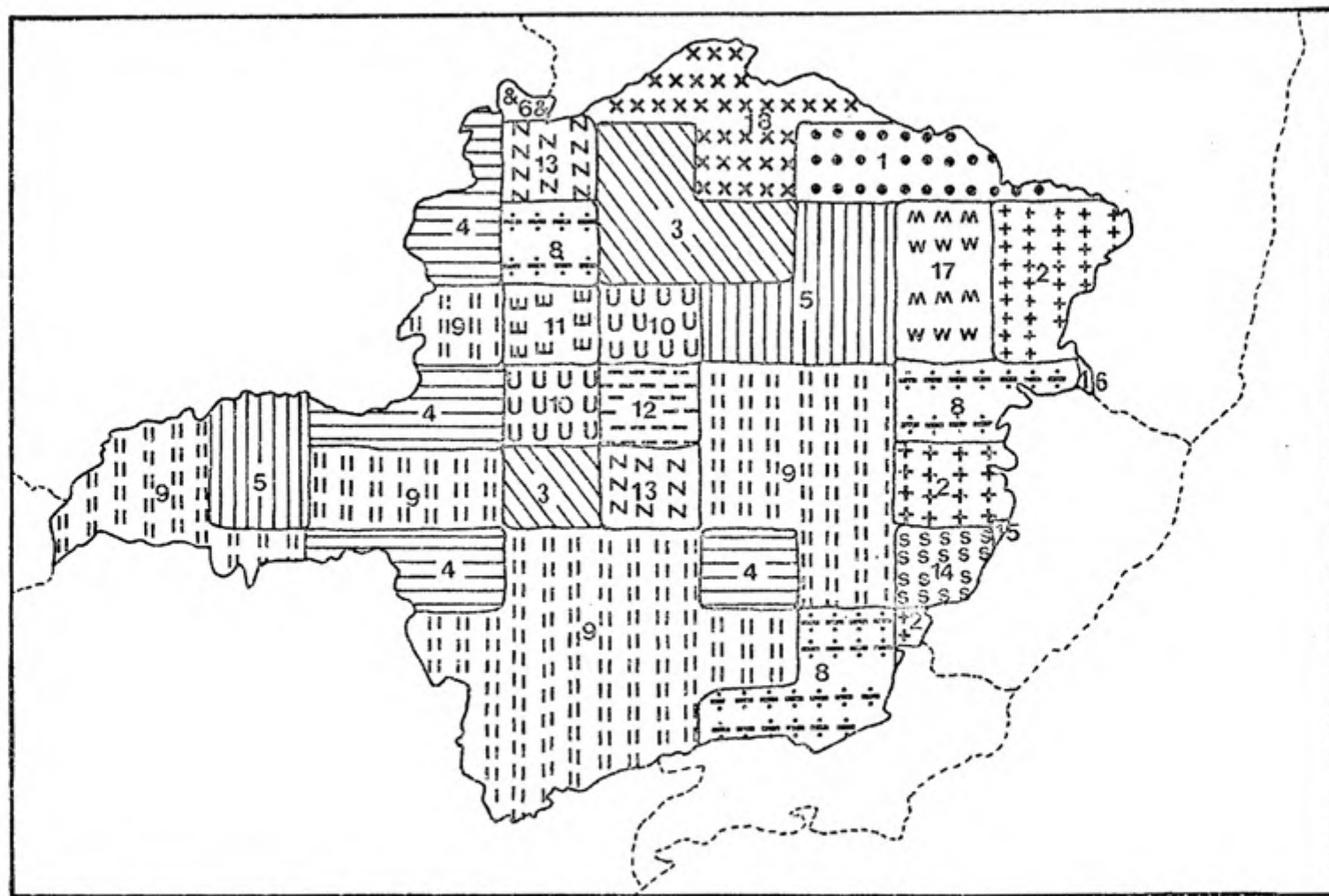


FIGURA 12 - Divisão do Estado em 18 Grupos, Resultantes da Sobreposição das Figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

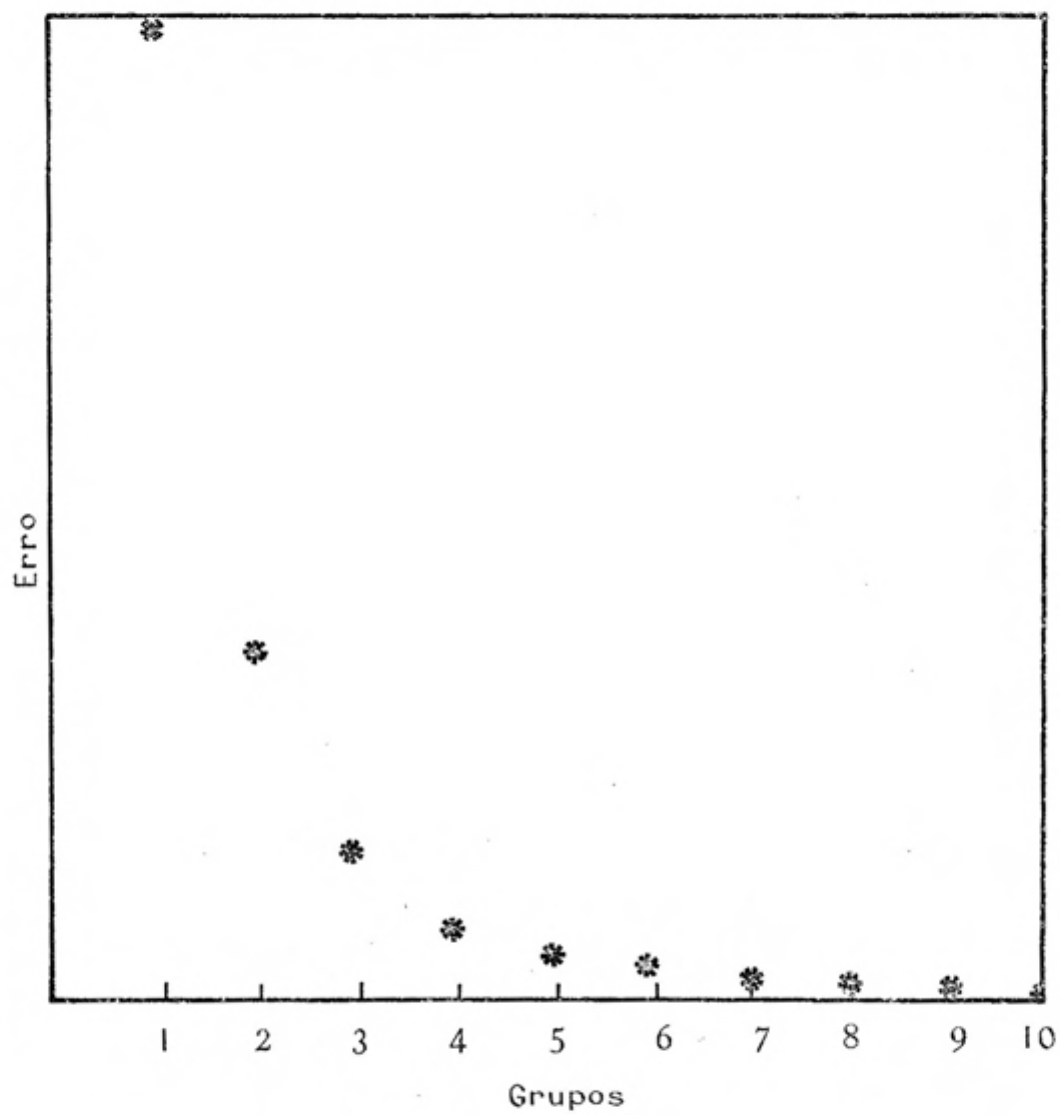


FIGURA 13 - Teste de Significância da Divisão em Grupos Através do Algoritmo de Fisher.

QUADRO 4 - Valores Médios dos 18 Grupos, Resultantes da Análise de Agrupamento

Grupo	Valor Médio
1	2369,45
2	2257,44
3	2257,80
4	1989,70
5	2158,40
6	1558,52
7	785,10
8	2360,75
9	2165,20
10	1782,45
11	3085,31
12	2626,60
13	3029,10
14	2171,70
15	1125,90
16	2296,67
17	2305,55
18	2429,43

se deve escolher é aquele a partir do qual a variação do erro seja insignificante (24). Pela Figura 13 nota-se que há um decréscimo acentuado no erro para dois e três grupos, um decréscimo significativo no erro para a divisão em três e quatro grupos e um decréscimo mínimo no erro para a divisão em maior número de grupos. O número correto de agrupamentos, então, é de quatro ou cinco grupos. Como o erro decresce muito pouco de quatro para cinco grupos, conclui-se que a divisão em quatro grupos é mais confiável. Sendo assim, os 18 grupos resultantes da análise de agrupamento foram organizados em quatro subgrupos.

A Figura 14 mostra o resultado final da divisão em quatro subgrupos, resultante do algoritmo de Fisher.

Foi feita, anteriormente a esta metodologia descrita, a análise de agrupamento aplicada ao conjunto de todos os índices, conforme utilizado por McBOYLE (29) e RIBEIRO (40), dividindo o Estado em quatro e cinco classes de aptidão, mas ficaram duas regiões muito grandes e as outras muito pequenas, e, como o objetivo era de subdividir a área, tal metodologia mostrou-se pouco sensível. Sendo assim, esta metodologia foi modificada, sendo utilizada então a que foi descrita no trabalho. Fica, como sugestão para um futuro trabalho, a aplicação da análise de agrupamento ao conjunto de todos os índices, porque talvez a análise de agrupamento aqui utilizada não seja a ideal para esta situação.

Outra metodologia que poderia ser utilizada é a realização da análise de agrupamento diretamente nos valores dos parâmetros, sem antes ter-se realizado a análise fatorial. Tal metodologia não foi utilizada neste trabalho, mas fica também como sugestão para um próximo trabalho de classificação climática ou de zoneamentos.

Comparando o zoneamento encontrado neste trabalho (Figura 15) com os outros dois citados, nota-se que houve

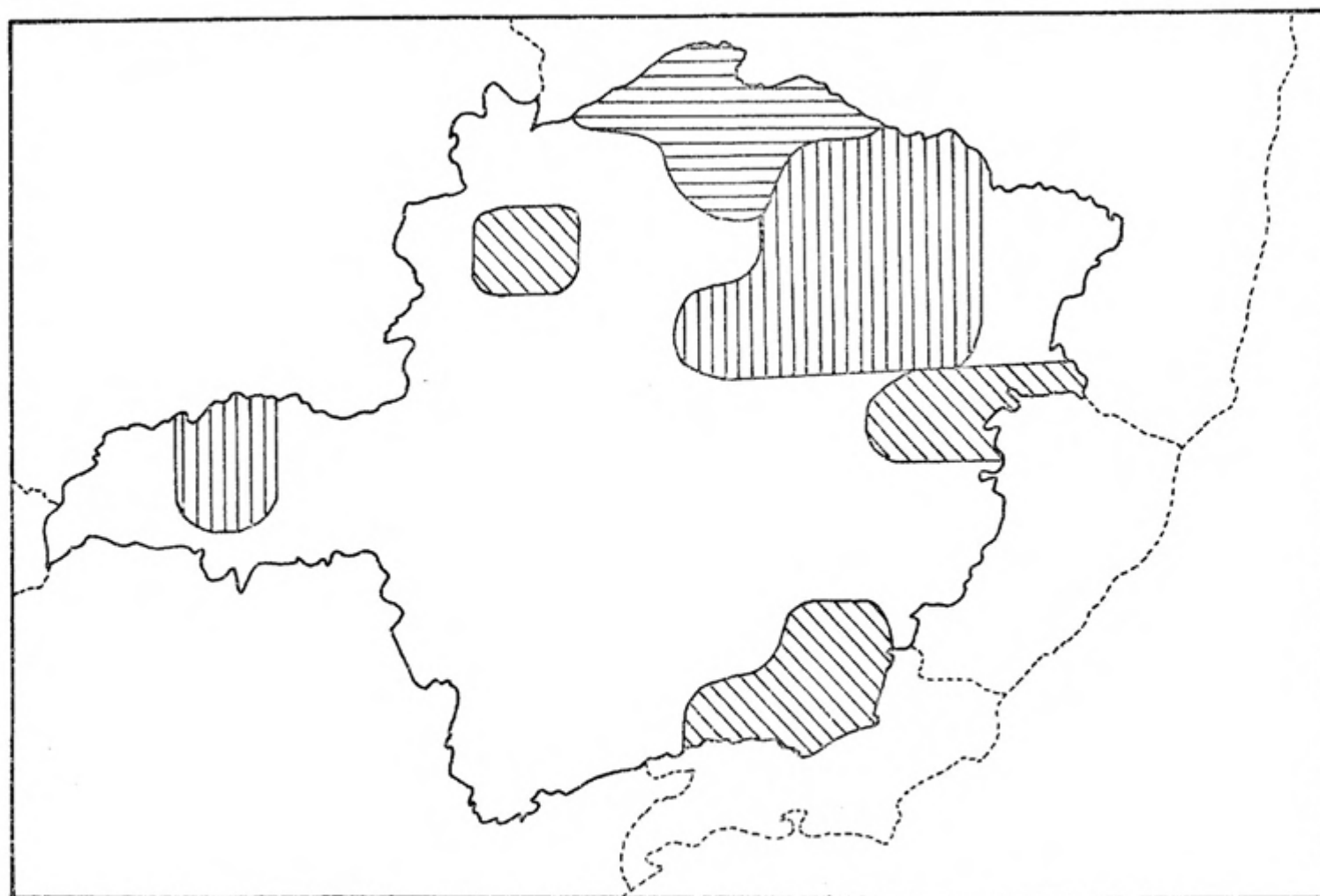


FIGURA 14 - Divisão do Estado em Quatro Grupos, Resultantes do Algoritmo de Fisher.

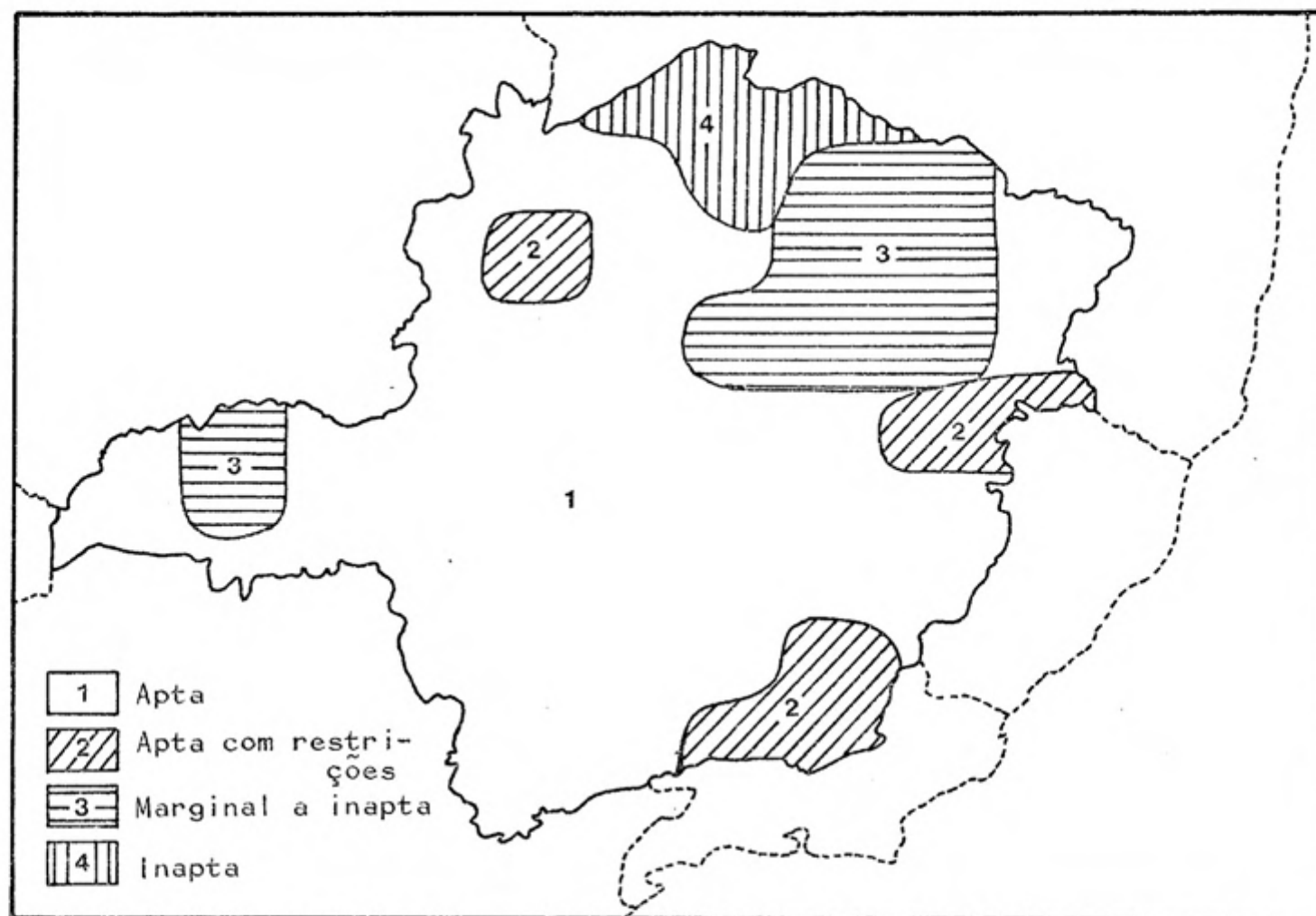


FIGURA 15 - Classes de Aptidão para a Cultura da Seringueira no Estado de Minas Gerais.

coincidência em algumas regiões, como a região 4, inapta, parte da região 3, considerada como marginal e inapta nos zoneamentos das Figuras 15 e 17, e restrita, no zoneamento da Figura 16, e uma grande parte do Triângulo Mineiro considerado como apto em todos os zoneamentos. Houve, porém, uma discordância bastante visível na região Sul do Estado, que representa uma área apta para a seringueira no zoneamento resultante deste trabalho e que é considerada restrita e inapta no zoneamento da Figura 16 e de marginal a inapta no zoneamento da Figura 17.

Não se pode afirmar que o zoneamento encontrado neste trabalho (Figura 15) seja o zoneamento perfeito para a seringueira, ou seja, o último a ser realizado. Foram encontradas para este trabalho várias limitações, como o pequeno número de estações com dados normais de 30 anos e a má distribuição na área, limitações que fizeram necessária a divisão da área em células. O número de células também sofreu limitações do computador utilizado. Mas este trabalho pode ser considerado um aperfeiçoamento dos outros citados (Figuras 16 e 17) em virtude da metodologia mais avançada e da consideração de um maior número de parâmetros, que só foi possível graças à grande facilidade que nos oferecem os computadores.

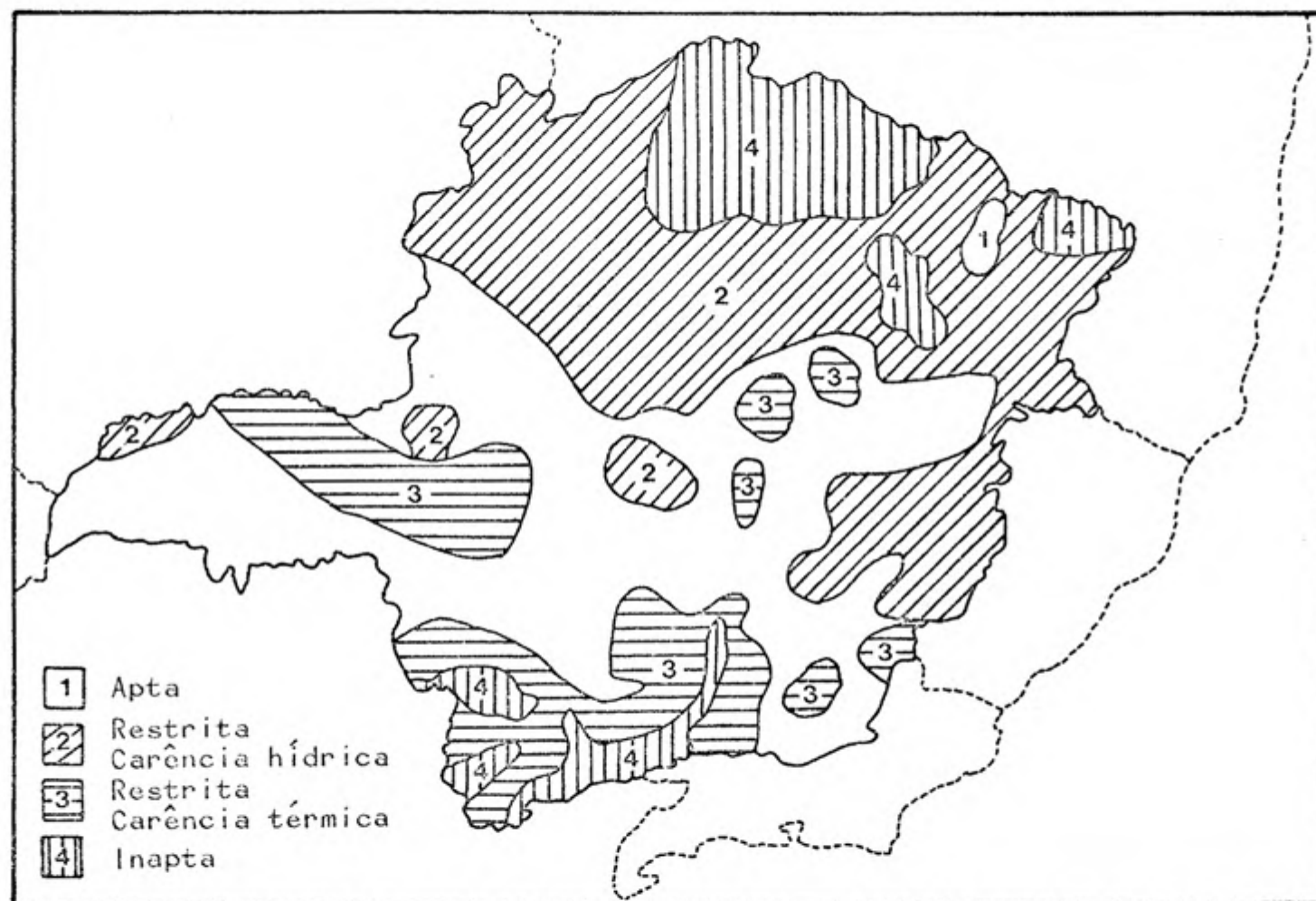


FIGURA 16 - Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais para a Cultura da Seringueira - Minas Gerais (31).

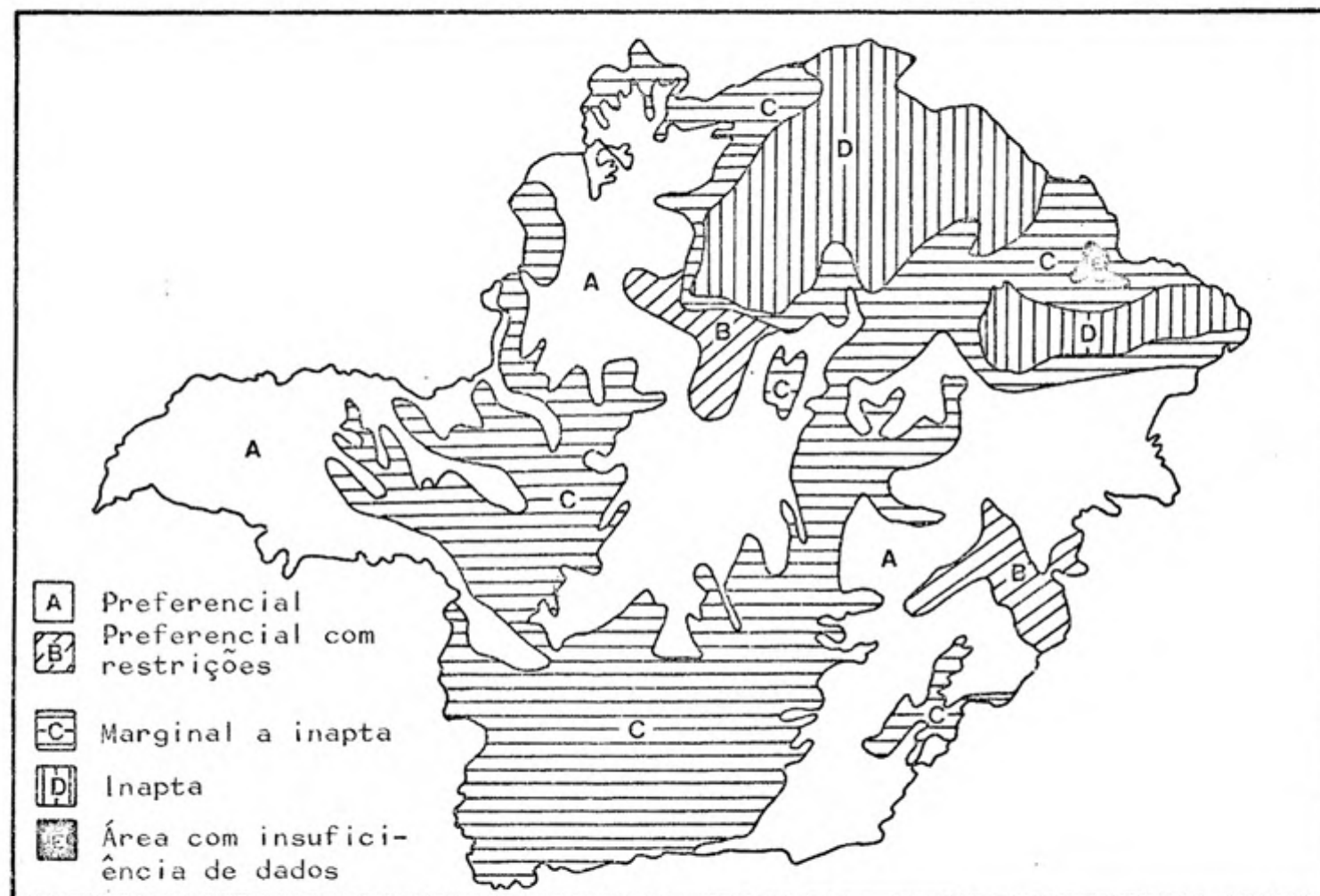


FIGURA 17 - Aptidão Climática para a Cultura da Seringueira. ORTOLANI et alii (34).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Apesar de os zoneamentos ecológicos serem considerados estáticos, há necessidade de atualizá-los, visando ao aperfeiçoamento através da obtenção de novos dados e utilização de métodos mais modernos e sofisticados.

Com vistas ao aperfeiçoamento de um zoneamento existente para o plantio de seringueira no Estado de Minas Gerais, este trabalho teve por objetivo traçar um novo zoneamento do Estado de Minas Gerais para o plantio da seringueira, procurando considerar a incidência do fungo Microcyclus ulei, causador da doença conhecida como "mal-das-folhas", e utilizando métodos mais modernos, através de processos analíticos e computacionais.

Os dados originais de 29 parâmetros obtidos para 60 localidades do Estado de Minas Gerais e Estados vizinhos foram submetidos a uma análise fatorial, cujos resultados, em forma de fatores, formaram combinações lineares entre o parâmetro e o coeficiente correspondente, dando origem aos índices climáticos, denominados I_1 , I_2 , I_3 , I_4 e I_5 . Após o

cálculo dos valores de cada índice para cada localidade em estudo, estes foram interpolados para se obter uma rede uniforme para a região, para cada índice.

Os valores de cada rede foram submetidos a uma análise de agrupamento que dividiu a rede de cada índice em dois grupos, obtendo-se, assim, cinco redes divididas em dois grupos cada uma delas. A sobreposição destas cinco redes resultou na divisão da região em 18 grupos distintos.

A divisão da área em 18 grupos não correspondeu ao objetivo do trabalho. Surgiu, então, a necessidade de reagrupar os 18 grupos em um número satisfatório de agrupamentos. A determinação do número ótimo de grupos foi feita a partir de um algoritmo que fornece as somas dos quadrados, à medida que se faz as partições dos grupos. Esse algoritmo, denominado algoritmo de Fisher, permitiu a extração do número de grupos favorável em que é mínimo o erro ocorrido com a formação dos grupos.

Os valores médios dos 18 grupos resultantes da análise de agrupamento foram, então, submetidos à análise de agrupamento por meio do algoritmo de Fisher, que os agrupou em número menor e mais favorável de grupos, minimizando o erro ocorrido. O resultado final é a divisão da região em quatro grupos distintos.

Como o objetivo principal do trabalho é traçar um novo zoneamento para o plantio da seringueira no Estado de Minas Gerais, tem-se na Figura 15 o novo zoneamento para esse Estado, para o qual se utilizaram novos parâmetros e métodos analíticos e computacionais mais modernos.

As conclusões foram tiradas levando-se em consideração as condições favoráveis de clima e solo para o desenvolvimento da seringueira e as condições de clima desfavoráveis à incidência do fungo Microcyclus ulei, causador do "mal-das-folhas".

De acordo com a Figura 15, tem-se o Estado de Minas Gerais subdividido em quatro classes de aptidão, que podem ser assim identificadas:

1. Apta, por apresentar condições hídricas e térmicas satisfatórias, com um risco insignificante de incidência do "mal-das-folhas".
2. Apta com restrições, por apresentar condições térmicas satisfatórias, mas a deficiência hídrica anual acima de 250 mm e a duração da estação seca restringem o desenvolvimento da seringueira. O risco de incidência do "mal-das-folhas" é mínimo.
3. Marginal a inapta, por apresentar limitações térmicas e/ou hídricas, podendo haver produções reduzidas em virtude do crescimento lento e da sangria retardada.
4. Inapta, por deficiências térmica e hídrica, havendo grande risco de incidência do "mal-das-folhas" durante a estação úmida.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. ALBUQUERQUE, F.C. de. Doenças da seringueira. Curso de Especialização em Heveicultura, 7º Belém, PA, 1980, v. 1. 15 p.
2. ALMEIDA, H.A. de et alii. Zoneamento climático para a seringueira no sudoeste da Bahia. Salvador, BA, 1984.
3. ASPIAZÚ, C. Classificação de sítios florestais mediante três métodos de análise da vegetação natural. Revista Árvore, 3(1):1-15, 1979.
4. BARRET, O.W. The tropical crops. New York, The MacMillan, 1928. 545 p.
5. BARROS, J.C.M. de. Para breve a auto-suficiência em borracha natural. Rev. Bras. Extensão Rural, 4(1):12-18. jan/fev., 1983.
6. BARUQUI, F.M. & MOTTA, P.E.F. da. Interpretação de um trecho do mapa de solos do Triângulo Mineiro. Informe Agropecuário, 9(105):45-47. set./1983.
7. BRASIL - Ministério da Agricultura. Normais Climatológicas. Rio de Janeiro, RJ, 1969, v. 2. 99 p.

8. BRASIL - Ministério da Agricultura. Retrospectiva histórica. O surgimento da borracha. Rev. Bras. Extensão Rural, 4(1):12-17. jan./fev., 1983.
9. BRUCE, J.P. & CLARK, R.H. Introduction to hydrometeorology. Oxford, Pergamon, 1975. 319 p.
10. CAMARGO, A.P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. O Agrônomo, 11(5-6): 13-31. mai./jun., 1959.
11. CAMARGO, A.P. de. Aptidão climática para heveicultura no Brasil. Ecossistema, 1(1):6-14. jul./1976.
12. CAMARGO, A.P. de et alii. Comportamento e ecologia do "mal-das-folhas" da seringueira nas condições climáticas do Planalto Paulista. Bragantia, 26(1):1-18. 1967.
13. CARDOSO, R.M.G. Doenças da seringueira no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1. Cuiabá, MT, 1972. Anais ..., Cuiabá, MT, 1972. p. 129-30.
14. CONDURÚ NETO, J.M.H. Controle das doenças da seringueira. Doenças da seringueira. Curso de Especialização em Heveicultura, 7º Belém, PA. 1980, v. 2. 29 p.
15. DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome, F.A.P., 1977. 144 p. (Technical note, 24.)
16. EMBRAPA. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais (área de atuação da SUDENE). Recife, PE, 1979. 407 p. (Boletim Técnico, 60.)
17. EMBRAPA. Estudo expedito de solos da região do Alto Paranaíba, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Rio de Janeiro, RJ. 1980. 84 p. (Boletim Técnico, 64.)
18. EMBRAPA. Estudo expedito de solos da região Sul de Minas Gerais, partes do Alto São Francisco e Campos das Vertentes, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Rio de Janeiro, 1980, 158 p. (Boletim Técnico, 72.)

19. FALES, I.C. Condições edáficas de seringais localizados às margens de rios largos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 2º Rio Branco, AC. Anais ..., Rio de Janeiro, RJ. Centro de Serviços Gráficos do IBGE, 1978, p. 279-300.
20. FERREIRA, A.A. Estudo da viabilidade técnico-econômica de fruticultura de clima temperado no Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG. UFV, Impr. Univ., 1975. 128 p. (Tese M.S.)
21. FISHER, W.D. On grouping for maximum homogeneity. Journal of the American Statistical Association, 53 (284):789-98. Dec./1958.
22. GOLDER, P.A. & YEOMANS, K.A. The use of cluster analysis for stratification. Journal of the Royal Statistical Society (Series C), 22(2):213-19. 1973.
23. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, MG, Centro de Pesquisas Florestais da Região do Cerrado, 1975. 65 p. (Série Técnica, 3.)
24. HARTIGAN, J.A. Clustering algorithms. New York, John Wiley, 1975. 351 p.
25. INICIA-se no Rio de Janeiro a cultura da seringueira. Dirigente Rural, 19(8):50-2. Ago./1980.
26. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, ed. Sinopse estatística de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1949. 188 p.
27. KIM, Jae-On. Factor analysis. In: Statistical Package for the Social Sciences. 2nd edition. New York, McGraw-Hill, 1975. v. 5. p. 468-514.
28. MAIA, A.L. Normas básicas para a cultura da seringueira. Itabuna, BA, Associação sulbahiana de Agronomia, 1961. 29 p. (Série ASBA, 1.)
29. McBOYLE, G.R., ed. Climate in review. Houghton Mifflin, Boston, Mass, USA, 1973. 547 p.

30. MEDEIROS, A.G. Novos conceitos técnicos sobre controle químico do "mal das folhas" da seringueira. Itabuna, BA, CEPLAC, 1976 (Boletim Técnico, 35.)
31. MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Minas Gerais. Zoneamento agroclimático do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 1980. 114 p.
32. MORAES, V.H. de F. et alii. Zoneamento para a expansão da heveicultura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 2º Rio Branco, AC. 1976. Anais ..., Rio de Janeiro, RJ. Centro de Serviços Gráficos do IBGE, 1978. p. 637-643.
33. ORTOLANI, A.A. et alii. Aptidão agroclimática para a regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1º Brasília, DF. 1982. Anais ..., Brasília, DF, EMBRAPA, 1983. p. 19-28.
34. ORTOLANI et alii. Aptidão climática para a cultura da seringueira. Informe Agropecuário, 11(121):11. 1985.
35. PARÁ. Secretaria do Estado da Agricultura. Projeto Seringueira. Belém, PA, 1973. 27 p.
36. PENA, M.V. Pragas e doenças. Seiva, (48):13-9. 1955.
37. PINHEIRO, E. et alii. Comportamento de alguns clones de Hevea, em Açailândia, na região Pré-Amazônica Maranhense. Belém, PA, 19 p. (Dados preliminares.)
38. POWELL, J.M. & MacIVER, D.C. A summer climate classification for the forest area of the Praire Provinces using factor analysis. Alberta, Canadian Forest Service, 1977. 51 p. (Information Report Nor-X-177.)
39. REIS, A.C. de S. & SILVA, H.M. e. Seringais: o retorno aos dias de glória. A importância das doenças e seu controle. Correio Agrícola, (3):218-23. mar./1979.
40. RIBEIRO, G.A. Uma metodologia de classificação climática empregando análise fatorial e de agrupamento. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1983. 66 p. (Tese M.S.)

41. RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola. Indicações de cultura e disponibilidade de solo a nível de município. Porto Alegre, RS, 1978. 299 p.
42. ROCHA, H.M. Problemas de enfermidades nos seringueais da Bahia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1º Cuiabá, MT, 1972. Anais ..., Cuiabá, MT, 1972. p. 99-110.
43. ROSSETTI, V. Doenças da seringueira. O Biológico, 25 (11):233-34, 1955 (Separata).
44. SANTANA, C.J.L. et alii. Requerimentos nutricionais para a fertilização da seringueira. Itabuna, BA, CEPLAC. 1974.
45. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, SP, 1974. v. 1. 165 p.
46. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. Campinas, SP, 1977. v. 2. 131 p.
47. SILVA, L.F. Disponibilidade de solos para seringueira no sul da Bahia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1º Cuiabá, MT, 1972. Anais ..., Cuiabá, MT, 1972. p. 203.
48. SOUZA, R.F. Pesquisa para o desenvolvimento da heveicultura no Brasil. Salvador, BA, EMBRAPA, 1984. 48 p.
49. SUDHEVEA. Plano Nacional da Borracha. Doenças da seringueira e cuidados que exigem. Rio de Janeiro, RJ, 1971. 77 p. (Anexo IV.)
50. SUDHEVEA. Plano Nacional da Borracha. Viabilidade climática para o cultivo da seringueira na região amazônica. Rio de Janeiro, RJ, 1971. 55 p. (Anexo X-A.)
51. SUDHEVEA. Plano Nacional da Borracha. Aptidão climática da heveicultura no Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 1971. 37 p. (Anexo X-B.)

52. SUDHEVEA, Plano Nacional da Borracha. Viabilidade climática para heveicultura no Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 1971. 26 p. (Anexo X-C.)
53. SUDHEVEA. Plano Nacional da Borracha. Pesquisas e experimentação com a seringueira. Rio de Janeiro, RJ, 1971. 108 p. (Anexo XI.)