

# ÁREAS CLIMÁTICO-VEGETACIONAIS DO BRASIL SEGUNDO OS MÉTODOS DE THORNTHWAITE E DE MOHR

C. TOLEDO RIZZINI

Do Jardim Botânico do Rio de Janeiro

M. MAIA PINTO

Do Serviço de Meteorologia

Explicam THORNTHWAITE & HARE (1955) que o clima deve conceber-se sobretudo como a complexa interação da vegetação e da atmosfera na superfície da terra. Daí as correlações que soem existir, e que podem ser estabelecidas esquematicamente, entre as comunidades vegetais e o clima; já desde mais de 30 anos, o primeiro autor citado apresentou tais correlações gráficamente, em sentido geral, com base no seu próprio índice de umidade, como pode ser examinado no trabalho supra-referido. No que diz respeito às latitudes temperadas e tropicais, o fator umidade detém manifestamente a hegemonia, podendo exprimir-se por meio daquele índice. Mas, faz-se mister acentuar desde logo que o fator edáfico é tão importante quanto o atmosférico na medida em que o solo demonstra possuir capacidade maior ou menor para armazenar o líquido em pauta; ao demais, o solo representa o produto de integração das ações recíprocas, no curso de prolongados lapsos de tempo, entre rocha — clima — vegetação.

O trabalho de CAMARGO (1963), considerando apenas os índices de umidade de THORNTHWAITE correspondentes a 16 localidades espalhadas pelo território nacional, alcança a interessante conclusão de que — no âmbito dos *climas subúmido e úmido* (Im, no caso, entre 2 e 72) — tanto o *cerrado* quanto a *mata* podem ocorrer. Esclarece êle que o cerrado não está associado forçosamente a deficiências de água, mas que, seja a savana seja a floresta, podem vegetar em regiões onde haja amplos excedentes d'água durante a estação chuvosa — capazes de compensar os *deficits* da estação sêca. Há, aí, um apêlo implícito ao fator edáfico, quanto ao poder reservante do solo. Pelo que respeita à caatinga, CAMARGO informa que ela se liga a um elevado *deficit* desacompanhado de expressivos excedentes no período pluvioso.

A determinação dos índices de umidade das 310 localidades brasileiras onde há dados meteorológicos disponíveis, ainda que insuficientes para alcançar conclusões definitivas dada a extensão do Brasil, permite generalizar alguns fatos bioclimáticos fundamentais — os primeiros dos quais vêm a ser a confirmação das conclusões preliminares de CAMARGO (ib). De fato, campos, cerrados e matas ficam no interior da faixa úmida, com Im acima de 0, e tão-somente a caatinga se situa abaixo de 0, isto é, nos climas sêco e semi-árido de THORNTHWAITE.

Neste trabalho será examinada a correspondência entre os grandes tipos de vegetação do Brasil e as zonas climáticas delimitadas pelos sistemas já bastante comprovados pelo uso, de THORNTHWAITTE (1948, 1955) e de MOHR & BAREN, (1954); Ho, (1960). Antes, porém, convém não deixar de lado o mais recente deles — feito exclusivamente para o Brasil por AUBRÉVILLE (1961).

Não mencionando sequer aqueles autores, declara AUBRÉVILLE que eliminou todos os métodos baseados em índices quando se ocupou do estudo ecológico da vegetação africana. Reconhece que o elemento climático mais importante é o regime pluvial, no qual a estação seca excede fortemente, podendo ser tida na conta de elemento característico dos climas tropicais e primordial do ponto de vista ecológico; por isso, é preciso levar em conta a duração, aridez, intensidade e regularidade da época seca.

Com quejandas premissas, chegou êle a um método analítico simples consistente em estudar os regimes dos fatores do clima para o maior número possível de estações (166, algumas extrabrasileiras) e reunir, em grupos climáticos naturais, tôdas as que exibam valores numéricos comparáveis. Considera como mês eco-seco aquele cuja pluviosidade seja inferior a 30 mm e chuvoso aquele que receba mais de 100 mm de chuva.

Ao cabo, delimitou 8 “climas ecológicos” para o Brasil, cada um com alguns subtipos num total de 25 grupos. Apresenta os mesmos discriminados por duas classificações climáticas: uma geográfica e outra ecológica.

Provavelmente a sua classificação será útil para os geógrafos, visto que a subdivisão é bastante minuciosa. Para os ecólogos não serve, mesmo porque engloba determinadas discrepâncias marcantes. Bastanos tão-somente declarar que o seu esquema, bem como as conclusões que o amparam, não concordam com os resultados alcançados com o emprego dos métodos já consagrados por amplo uso, em muitas terras, desde longa data — de THORNTHWAITTE (1. c.) e de MOHR (ib). Nem tampouco podem ser superpostas aos complexos vegetacionais brasileiros e, ao demais, não fazem ressaltar diversas correlações planta-meio que, pelos outros sistemas, são postas em evidência de maneira satisfatória. Vimos há pouco que CAMARGO o conseguiu, a despeito do pequeno número de localidades examinadas, o que sugere imediata retomada da questão. Afinal, AUBRÉVILLE mesmo leva-nos por semelhante via ao afirmar: “Si la végétation est le reflet du milieu, et en premier lieu du climat, les cartes dressées en application des formules, devraient correspondre d’une façon satisfaisante à celles de la végétation. Le meilleur critère de la validité des formules s’observe dans ce resultat: *la concordance des cartes des climats et de celles des formations végétales*”. Foi exatamente o que se observou entre os complexos vegetacionais delimitados por RIZZINI (1963) e as zonas climáticas baseadas em THORNTHWAITTE (op. c.), consoante ficará logo provado em continuação.

Mais adiante ver-se-á, finalmente, que AUBRÉVILLE não deixa de ter razão: o mesmo resultado foi obtido de maneira simplíssima sem o uso de fórmulas — com a só contagem dos meses secos segundo MOHR e segundo o próprio AUBRÉVILLE em trabalho mais recente (1963). Alcançou-se uma concordância final de pontos de vista pouco comum na Ciência.

### O MÉTODO DE THORNTHWAITTE

Lançando-se mão das temperaturas médias mensais e da temperatura média anual de uma determinada localidade, a evapotranspiração será calculada por meio de um monograma idealizado por THORNTHWAITTE. Este fornece valores que são multiplicados por um fator de correção, variável de acôrdo com a latitude e o mês. O valor da evapotranspiração é o ponto de partida para o estabelecimento de um equilíbrio entre a água que o solo recebe pela chuva e a que é dêle retirada pela evaporação e transpiração.

Considerando o solo como capaz de armazenar até 100 mm d'água e procedendo ao balanço entre precipitação e evapotranspiração — chega-se a alcançar os valores de excesso e de falta, bem como da quantidade d'água realmente lançada na atmosfera.

Neste trabalho, será empregado principalmente o chamado *índice de umidade*, o qual representa um dado de síntese expressando as relações existentes entre os excedentes, as deficiências e a evapotranspiração potencial do ano. Obtém-se com auxílio da fórmula seguinte:

$$Im = \frac{100 \text{ exc} - 60 \text{ def}}{E P}$$

Onde Im é o índice de umidade, *exc* significa o valor do excedente anual d'água, *def* representa o valor da deficiência anual d'água e, finalmente, E P corresponde à evapotranspiração potencial anual.

É bom advertir que os valores 100 e 60 serão retomados adiante, ao cuidar do sistema de MOHR.

Mais explicitamente, os fundamentos dêste método de classificação climática — bem conhecido em nosso país graças aos excelentes trabalhos de CAMARGO, sobretudo para o estado de São Paulo — encontram-se explanados por THORNTHWAITTE & HARE (1955), HO (1960) e CAMARGO (1959, 1960, 1962 e 1963), ao lado do trabalho clássico de THORNTHWAITTE (1948) e do de CURÉ (1964).

### RESULTADOS

De acôrdo com as zonas de umidade estabelecidas por THORNTHWAITTE, com alicerce no seu próprio índice de umidade, pode organizar-se a seguinte *classificação bioclimática* do Brasil — na qual a cada complexo vegetacional corresponde um tipo de clima.

## CLIMA PERÚMIDO (Im = 100 ou mais)

*Pinheiral* (57% acima de 100)

## CLIMA ÚMIDO (Im = 20 a 100)

*Floresta Amazônica* (75% entre 20 e 100)*Floresta Atlântica* (70% entre 20 e 100)*Cerrado* (67% entre 20 e 100)*Campos da Planície Rio-Grandense* (90% entre 20 e 100)*Restinga* (46% entre 20 e 100)*Meio-Norte* (42% entre 20 e 100)

## CLIMA SEMI-ÁRIDO (Im = - 20 a - 40)

*Caatinga* (53% entre - 20 e - 40)

Por complexo vegetacional designa-se (RIZZINI, 1963; ZOHARY, 1963) um conjunto de variadas comunidades, dispostas em mosaico, menos vêzes em faixa, ocorrendo numa mesma área ecológicamente diversificada; sobretudo, mas não exclusivamente, as condições edáficas podem variar notavelmente, dando oportunidade à colonização por tipos diversos de vegetação ou formações. Quase sempre há uma formação proeminente, no interior da qual vicejam outras secundárias. Assim, quando falamos em complexo do cerrado, ou simplesmente em cerrado, queremos dizer que, na região em pauta, a savana é o tipo mais importante por sua extensão — mas não o único aí existente; poderá estar associada à floresta pluvial, à mata sêca, ao campo limpo, ao buritizal, etc., conforme características locais quase sempre de natureza edáfica. O mesmo se deve dizer da caatinga, no meio da qual há floresta pluvial (sôbre as serras), cerrado (chapadas arenosas); e assim por diante.

Tais complexos de vegetação representam, haja vista a hegemonia que demonstram possuir na fitofisionomia pátria, as *grandes unidades fitogeográficas do Brasil*. São em número de 10 e se acham delimitadas nos 2 mapas. Na classificação bioclimática (ou ecológica) do Brasil, aqui apresentada, êles são objeto de curtas definições. As numerosas formações que as compõem (31) estão relacionadas e definidas em RIZZINI (ib).

O esquema bioclimático acima exarado revela que são baixas as porcentagens de participação dos complexos vegetacionais nas zonas de umidade estabelecidas pelos critérios de THORNTHWAITTE. Ao que parece, será mais significativo, do ponto de vista geobotânico, distinguir 4 tipos de clima mais amplos e subdividir cada um com base em alguns outros característicos. Será, então, como se segue, a classificação bioclimática proposta para o Brasil segundo o método do mencionado autor, com base no seu índice de umidade e respectivas zonas de umidade decorrentes da aplicação do mesmo (310 localidades).

## 1. CLIMA ÚMIDO — PERÚMIDO (Im = 20 a mais de 100)

- 1a. *Floresta Amazônica* (94% entre 20 e mais de 100; mapa: I). Zona equatorial, floresta pluvial.
- 1b. *Pinheiral* (95% entre 20 e mais de 100; mapa: VIII). Floresta de araucária, zona temperada.

## 2. CLIMA ÚMIDO (Im = 20 a 100)

- 2a. *Campos da Planície Rio-Grandense* (90% entre 20 e 100; mapa: X). Zona temperada. Solos rasos ou mui compactos.

## 3. CLIMA SUBÚMIDO — ÚMIDO (Im = 0 a 100)

- 3a. *Floresta Atlântica* (87% entre 0 e 100; mapa: II). Basicamente, floresta de montanha e em galeria.
- 3b. *Cerrado* (94% entre 0 e 100; mapa: III). Planalto Central. Solos profundos, ricos d'água.
- 3c. *Restinga* (73% entre 0 e 100; mapa: VII). Litoral. Solos arenosos, permeáveis e profundos, repletos de água.
- 3d. *Meio-Norte* (71% entre 0 e 100; mapa: V). Ponto de encontro das vegetações amazônica, nordestina e central; babaçuais. Solos geralmente profundos, fartos d'água.
- 3e. *Campos do Alto Rio Branco* (dados escassos; mapa: IX). Solo arenoso raso ou com camada concrecida subjacente, alagadiço muitas vezes.

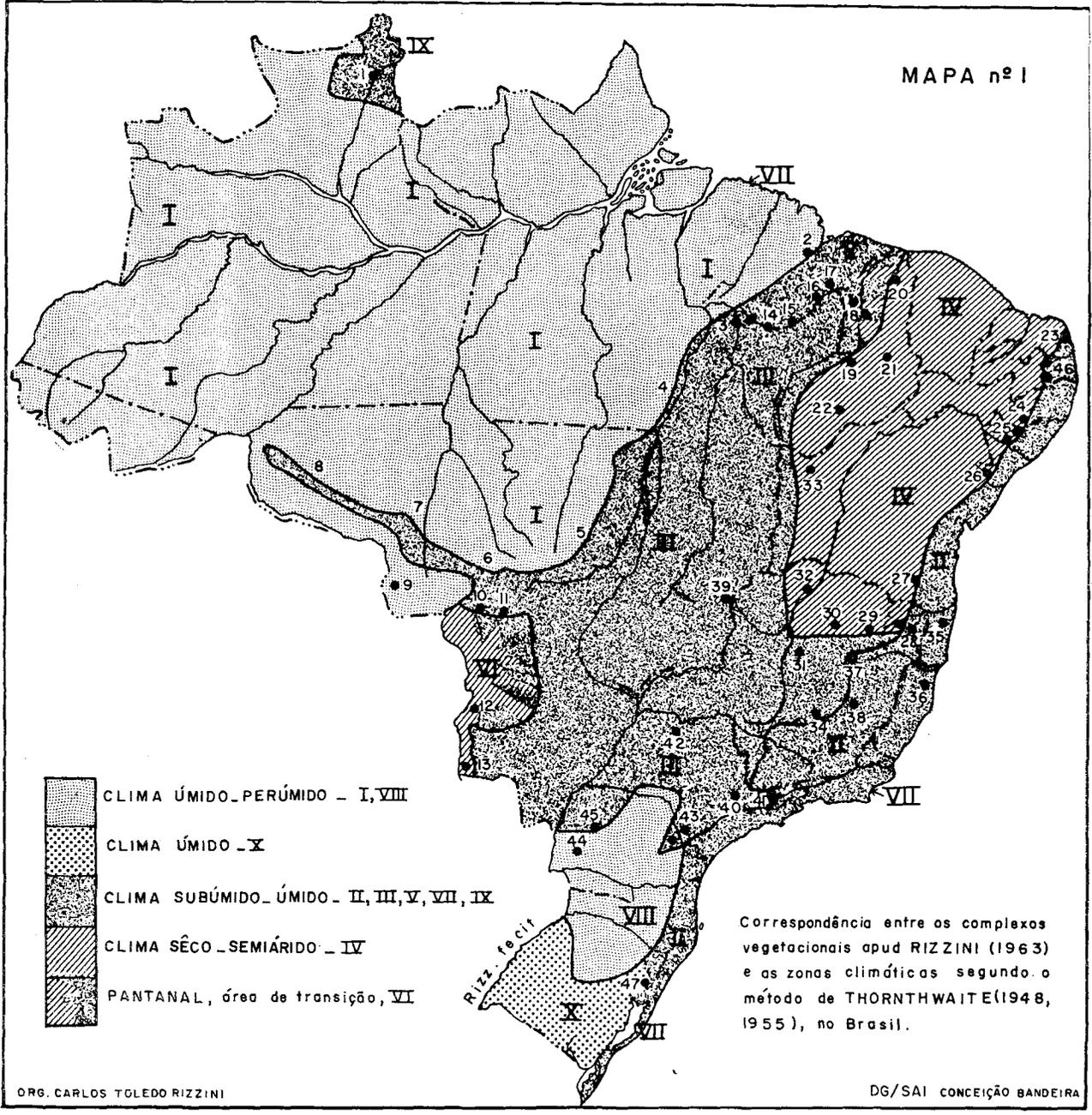
## 4. CLIMA SÊCO — SEMI-ÁRIDO (Im = 0 a - 40)

- 4a. *Caatinga* (78% entre 0 e - 40; mapa: IV). *Scrubs* sobre solos rasos que não absorvem as irregulares chuvas torrenciais, donde enxurradas e inundações. Erosão violenta.

APÊNDICE — *Pantanal* (mapa: VI) — Ponto de encontro das formações sêcas do Chaco (boliviano — paraguaio — argentino) com as formações subúmidas — úmidas do Brasil Central e Atlântico. Solo: aluviões inundáveis.

## O SISTEMA DE MOHR

Tratando-se do clima tropical, cujo aspecto mais característico para êle reside na estação sêca, AUBRÉVILLE (1963) emitiu a opinião final de que "Il est par ailleurs peut-être aussi exact de compter simplement le nombre de mois secs plutôt que de calculer des indices xérothermiques". CURÉ critica seriamente o método de THORNTHWAITTE (1964).



ORG. CARLOS TOLEDO RIZZINI

DG/SAI CONCEIÇÃO BANDEIRA

A mesma conclusão chegara Ho (1960), depois de metucioso exame, pelos métodos de KÖPPEN, THORNTHWAITE e de MOHR, das regiões climáticas dos trópicos indo-australianos. Após formular algumas críticas suaves ao método clássico de THORNTHWAITE, declara Ho: "In searching for a still more refined technique, a system proposed by MOHR (1944, 1954) is more promising than any yet discussed".

MOHR & BAREN (1954), e Ho (1. c.) em resumo, expõem os fundamentos do método antes elaborado pelo primeiro (1944).

MOHR distinguiu fortemente clima atmosférico de clima edáfico, afirmando que este último é o fator determinante no concernente às relações solo-água e, portanto, quanto à vegetação.

Em seguida a cuidadosas pesquisas acêrca da umidade edáfica na Indonésia, MOHR alcançou a conclusão de que 60 mm de chuva podem ser considerados como o limite acima do qual um mês é mais ou menos

sêco. Mas, importa grandemente observar se os meses tidos na conta de secos são precedidos por meses moderadamente úmidos (precipitação acima de 100 mm). Na primeira eventualidade, o primeiro dos meses secos é realmente sêco; na segunda, porém permanece um efeito residual da estação chuvosa, precedente, de modo que — em relação ao solo e à vegetação — o período sêco começa, de fato, depois do primeiro mês sêco. Isto porque 100 ou mais mm mensais de chuva são suficientes para preservar o equilíbrio hídrico de um solo tropical.

Em suma, para circunscrever áreas climáticas segundo o sistema de MOHR, basta contar o número de meses secos em cada ano. Mas, pelo supra exposto, cumpre acentuar que um mês sêco (menos de 60 mm de água pluvial) deverá ser relacionado como úmido se o mês precedente tiver recebido mais de 100 mm — a fim de contrabalançar os efeitos da armazenagem d'água subterrânea.

Não deve ser esquecido que os valores limites empregados por MOHR (60 e 100 mm), após verificação experimental, vêm a ser os mesmos já utilizados, muito antes, por KÖPPEN e por THORNTHWAITE. (Veja o cálculo do índice de umidade, no princípio). Conclui Ho (ib.): "Rainfall and vegetation patterns in South-East Asia correspond more closely to the MOHR units than any system hitherto discussed".

## RESULTADOS

Com auxílio das áreas climáticas, em ordem crescente de aridez, obtidas pelo sistema simplíssimo de MOHR, pode estabelecer-se a *classificação bioclimática* do Brasil que se segue. Verifica-se que a cada tipo de clima corresponde um ou mais complexos vegetacionais; ulterior subdivisão levará em consideração outros característicos. Ver o mapa 2.

### 1. ÁREAS PERMANENTEMENTE ÚMIDAS (0 — 1 m.s./ano) Sem estação sêca, seja meteorológica, seja ecológica. Zona temperada.

- 1a. *Campos da Planície Rio-Grandense* (100% entre 0 e 1). Mapa 2: X.
- 1b. *Pinheiral* (95% entre 0 e 1). Mapa 2: VIII.

### 2. ÁREAS ÚMIDAS (0 — 3 m.s./ano) Estação sêca curta, meteorológica, inefetiva graças às amplas reservas edáficas, rede hidrográfica ou posição junto ao oceano.

- 2a. *Floresta Amazônica* (89% entre 0 e 3). Mapa 2: I.
- 2b. *Restinga* (64% entre 0 e 3). Mapa 2: VII.
- 3c. *Campos do Alto Rio Branco* (dados escassos). Mapa 2: IX.

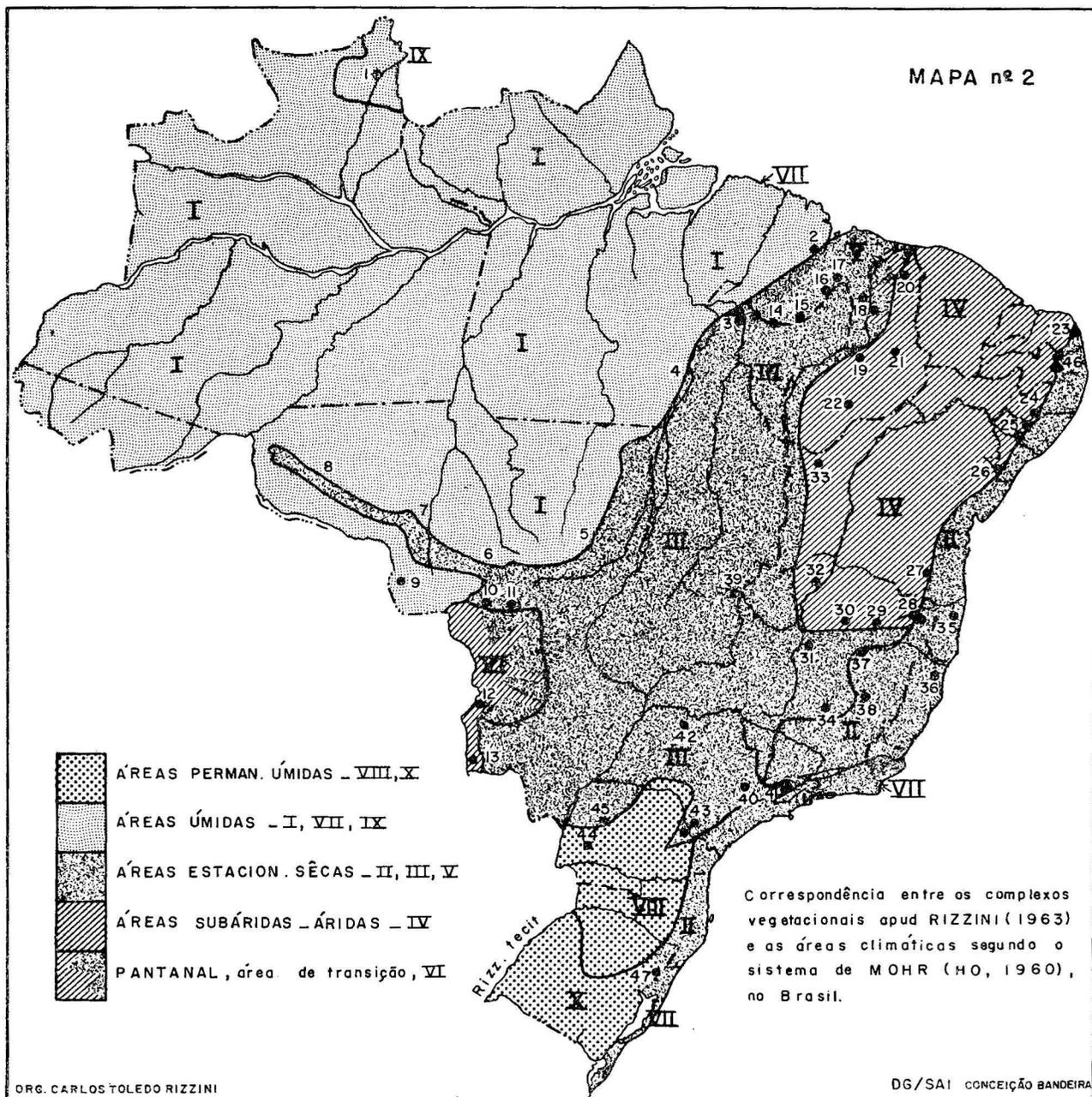
### 3. ÁREAS ESTACIONALMENTE SÊCAS (4 — 5 m.s./ano) Estação sêca mediana, regular, ecológica em geral, compensada pelas reservas edáficas, profunda (cerrado) ou superficial (mata).

- 3a. *Cerrado* (71% entre 4 e 5). Mapa 2: III.  
 3b. *Floresta Atlântica* (68% entre 4 e 5). Mapa 2: II.  
 3c. *Meio-Norte* (50% entre 4 e 5). Mapa 2: V.

4. ÁREAS SUBÁRIDAS — ÁRIDAS (6 — 9 m.s./ano)  
 Estação sêca longa, intensa, irregular, ecológica, descompensada em virtude da inexistência de armazenagem no solo (êstes são rasos ou rochosos, etc.). Sêca atmosférica e edáfica.

- 4a. *Caatinga* (68% entre 6 e 9). Mapa 2: IV.

APÊNDICE — *Pantanal* (Mapa 2: VI) — Área de transição já definida antes.



Com muita facilidade percebe-se que os mapas 1 e 2 são praticamente iguais. E que as classificações ecológicas correspondentes pouco diferem. Todavia, a baseada em MOHR — ou seja, no simples recenseamento dos meses eco-secos — é algo mais significativa do ponto de vista geobotânico por salientar a importância da estação seca, ao mesmo tempo que delimita zonas climáticas equivalentes às de THORNTHWAITÉ. Chega-se, assim, após longos anos de pesado trabalho, durante os quais muitos autores desenvolveram índices xerotérmicos, de aridez, etc., a *uma mui expressiva simplificação*. Ao melhor e mais elaborado índice climático — o índice de umidade de THORNTHWAITÉ — pode substituir-se pura e simplesmente a contagem dos meses secos pelo critério acima exposto.

Podemos, portanto, considerar a segunda classificação bioclimática — e o mapa 2 que lhe corresponde — como adequados ao trabalho ecológico e como base para o trato da terra brasileira sempre que fôr mister recorrer a tais conhecimentos. Dados acessórios sobre evapotranspiração, armazenagem d'água no solo, número de meses secos, etc., acham-se nas tabelas aqui incluídas. Não há qualquer dificuldade para a obtenção de semelhantes dados para novas localidades que se queiram estudar no futuro.

No mencionado esquema ecológico vê-se bem que a área temperada (extremo Sul) não apresenta estação seca. Qualquer problema d'água será edáfico, o que é fácil verificar sempre que necessário. Por outro lado, como ressaltam muitas autoridades (EMBERGER, GAUSSEN, AUBREVILLE, etc., citados pelo último, 1963), o clima tropical caracteriza-se essencialmente, pelo menos quanto ao aspecto ecológico, por uma estação seca que dura de 1 a 9 meses e coincide largamente com o inverno; no mundo úmido da Amazônia encontramos 13 localidades sem nenhum mês seco para 23 com período seco curto. Na Cordilheira Marítima, apenas 13 localidades não levam nenhum mês seco e isso tão-somente na sua porção austral (7) e no sul da Bahia — norte do Espírito Santo (6) — onde a floresta é um enclave amazônico (RIZZINI, 1963). Ambas as classificações, concordantes como elas se mostram, põem em relêvo o fato de que a hiléia é mais úmida do que a floresta atlântica.

Dois fatos deveras importantes emanam claramente dos esquemas bioclimáticos que os métodos empregados permitiram elaborar. Primeiro, a verificação completamente inesperada e contrária às impressões de quantos têm comentado o assunto com base em suas próprias impressões, de que *cerrado e mata atlântica vivem sob o mesmo tipo de clima* (regime hídrico) — inclusive com idêntica estação seca; aliás, êsse será um dos motivos pelos quais ambos coexistem, interpenetrando-se, lado a lado com tanta freqüência. Fica, assim, eliminada a principal diferença entre savana e floresta; na realidade, a diferença ecológica básica atual reside no meio subterrâneo, o que dá conta do fato mui notório de que os sistemas radiculares de um e da outra diferem enormemente. Contudo, na Cordilheira Marítima, *habitat* exclusivo da floresta atlântica, a atmosfera circunvizinha apresenta-se comumente saturada de umi-

dade, o que não acontece no Planalto Central, onde mata e cerrado distribuem-se em mosaico.

Duas características estruturais estão em correlação com o supra-exarado. Na parte alta das serras, a floresta é extraordinariamente rica em musgos e epífitos fanerogâmicos, visto que aí a condensação é mais abundante. Nas raras porções de solo arenoso, a floresta degrada-se para uma forma sêca semidecídua lembrando entidade central semelhante (as razões edáficas serão tratadas adiante). Tal cota de umidade atmosférica há de influenciar a insolação e a radiação solar — mas êstes fatores não demonstram interferir com a distribuição de cerrado e de mata em nossos dias no Planalto Centro-Brasileiro: a condição edáfica parece sobrelevar tudo o mais.

O quadro subsequente fixa numéricamente o regime hídrico dos dois complexos em pauta.

CARÁTER	FL. ATLÂNTICA	CERRADO
Excedente	0 a 1 900	51 a 1 938
Deficiência	0 a 388	0 a 466
Água armazenada	266 a 1 200	54 a 1 585

Como se vê, não há diferença significativa a ser apontada, salvo que a savana é mais rica em água disponível.

Em segundo lugar, manifesta é a indiferença do campo limpo e da restinga pelo clima. Os campos ocorrem numa vastíssima amplitude, desde o Extremo Sul até o Extremo Norte, etc., donde campos austrais, centrais, atlânticos e amazônicos. Ora, é bem de ver que *vivem nas regiões mais úmidas*; por exemplo, Ouro Preto (Im — 24), São João del Rei (Im = 77), etc. Estabelecem, dêsse modo, um verdadeiro paradoxo — visto que a formação campestre é *peculiarmente xerófila*. Pelo que toca à restinga, é nítida a baixa porcentagem de participação no tipo climático em que se enquadra preferentemente. São, por conseqüência, tipos vegetacionais condicionados pelos solos particulares a que aderem. As zonas de transição (Meio-Norte e Pantanal) não se enquadram, ou só o fazem imperfeitamente, nas classificações apresentadas.

#### *Formações climáticas, edáficas e edafo-climáticas*

Embora os vegetais dependam sempre da natureza do substrato onde vivem, há comunidades para as quais o solo assume maior importância, outras para as quais o clima detém a hegemonia e, por fim, aquelas que, simultaneamente, exigem solo e clima especiais. Logo, podemos — com SCHIMPER (1903), desde mais de meio século — identificar formações, ou tipos de vegetação, *predominantemente* edáficos, climáticos ou, ainda, a um tempo edafo-climáticos. A respeito da importância do solo, observa AUBREVILLE (1961): “Enfin la nature du sol e du sous-sol jouent au Brésil un rôle d'importance capitale dans la répartition des types primitifs de végétation”.

Em conexão com o que acaba de ser dito, as classificações bioclimáticas decorrentes dos métodos de THORNTHWAITTE e de MOHR deixam transparecer, com maior ou menor clareza, a índole ecológica da maioria das formações estabelecidas por RIZZINI (ib.). Não se deve pretender fazê-lo, todavia, de maneira absoluta, razão por que dissemos “*predominantemente*”; por exemplo, reconhece-se, sem divergência, que as florestas pluviais dependem básicamente do clima, mas não de modo completo, visto que elas necessitam de solos, embora variados, com certas características: um solo raso ou profundo e sêco, não serviria para elas, *verbi gratia*. Por outro lado, fora da sua área climática, só poderão subsistir se o solo, por muito favorável, compensar a severidade do clima: neste caso, passam a ser *tipos edáficos secundários*, como sói acontecer com matas localizadas em certas partes do Planalto Central. Então será preciso considerar — ao lado dos tipos principais climáticos — os tipos secundariamente edáficos, sempre menos importantes em virtude do seu caráter local. Trata-se do fenômeno bem conhecido (DAUBENMIRE, 1959) e geral, da compensação de um fator ecológico localmente adverso por outro que se apresenta favorável em alto grau.

Cuidemos de relacionar as formações reconhecidas atribuindo-lhes o caráter ecológico que manifestem primariamente.

#### *Formações climáticas*

Florestas pluviais em geral: floresta pluvial amazônica, floresta dos tabuleiros terciários, floresta pluvial baixo-montana, floresta pluvial montana, floresta de araucária, floresta ripária e em manchas (muitas vezes um tipo secundariamente edáfico). Segundo muitos autores, a estas é que se deve aplicar o conceito de clímax, visto que se realizam em substratos química e mecânicamente muito variados por importar sobretudo o clima.

#### *Formações edáficas*

Encontram-se sempre onde haja o solo peculiar que lhes é indispensável, o clima sendo secundário ou de amplitude de variação bastante apreciável.

Campos em geral: campo limpo (areia fina rasa ou argila muito compacta, sem reserva hídrica), campo altimontano (substrato rochoso), etc. Restinga (areia grossa justa-marinha, grandes reservas d'água). Florestas paludosas em geral: floresta paludosa amazônica (várzea e igapó), floresta paludosa litorânea, floresta paludosa marítima (mangue). Buritizal (vereda), palmeiral em brejos disseminados pelo Brasil Central e Nordeste.

Nas áreas de transição do Meio-Norte e do Pantanal Mato-Grossense, onde se encontram tipos mui distintos de vegetação sôbre os mesmos climas gerais, as formações concorrentes denotam acentuado caráter edáfico, tornado possível graças à extrema diversificação do substrato em solos contíguos bastante diversos: o meio ecológico é demasiadamente heterogêneo.

*Formações edafo-climáticas*

Caatinga (clima e solo secos, o último raso, pedregoso, etc.). Cerrado (clima subúmido-úmido, solo profundo, sêco apenas na superfície). Matas sêcas em geral (florestas estacionais): florestas mesófilas, floresta de *Orbignya*, floresta xeromorfa (cerradão); aqui temos o mesmo solo do cerrado, porém, com umidade superficial por questões topográficas (depressões, vales, etc.), todos os *scrubs*.

As formações antrópicas, como o babaçual, não precisam ser consideradas.

A discriminação acima coloca as matas sempre verdes e o cerrado em categorias diferentes. É de toda conveniência acentuar que a diferença essencial — no capítulo da ecologia — entre ambos, globalmente considerados, deixou de ser antes climática para tornar-se sobretudo edáfica. Não se situa ela, contudo, como parece a um exame menos acurado, no nível químico; a estrutura pluvial estanque e auto-suficiente realiza-se, através das fases múltiplas da sucessão primária ao longo de dilatado período de tempo, mesmo em substratos arenosos muito pobres por serem constituídos quase somente de quartzo (florestas equatoriais amazônica e congoleza). Por mais fácil que seja demonstrar isto de várias maneiras, não poderemos fazê-lo aqui; apenas para ilustrar, transcreveremos as palavras de McGRATH *et al.* (1953) acêrca da floresta amazônica: "It has not always been recognized that the tropical rain forest is primarily the creation of the climate, that it lives mainly on its own wastes and once established, is largely self-sustaining. Its major requirement of the soil is continuous moisture, and it makes very little chemical demands and almost none on the upper horizons which agriculture would utilize".

A característica edáfica que distingue solenemente savana de mata, no Brasil, é a *profundidade do solo* — diretamente relacionada com a posição do lençol freático e com a distribuição da água desde a superfície. A conformação dos sistemas radiculares, ou seja, dos órgãos de absorção da solução edáfica, completamente distinta em ambos os complexos vegetacionais, corrobora demonstrativamente a asserção acima.

No cerrado, onde os solos são profundos e o lençol está muito abaixo da superfície — esta, por isso mesmo, dessecando na época sem chuva por via da evapotranspiração — as plantas subarbustivas e arbustivas levam sistema subterrâneo comumente tuberizado e as árvores possuem raízes axiais muito longas, capazes de trazer água desde as camadas mais profundas, a par de algumas raízes adventícias horizontais.

Na mata, os solos são mais rasos, e as reservas hídricas mais superficiais, ou profundos, porém, localizados ou estruturados de maneira a manter a superfície saturada de umidade. Daí as raízes fibrosas das plantas pequenas e as raízes axiais pouco desenvolvidas, ou mesmo ausentes, em favor de raízes adventícias, ou secundárias, superficialmente situadas, que as árvores exibem com tanta freqüência. Na savana, nunca há raízes tabulares, tão freqüentes na floresta, visto serem elas

desenvolvimentos aéreos de raízes laterais; na primeira, as raízes afundam desde cedo.

Por aí é passível de compreensão de como, no cerrado, o sistema subterrâneo, desde a primeira juventude, é muito mais avantajado do que a parte aérea e, na mata, dá-se exatamente o contrário. Para grandes árvores silvestres, com imponentes massas de fôlhas, temos, com freqüência, modestos raizames, que o vento fâcilmente desinsere do solo.

A estrutura silvestre, baseada num delicado equilíbrio biótico, no centro do qual está uma multidão incalculável de microrganismos cujas trocas gasosas se realizam através de um tegumento finíssimo, depende absolutamente de um solo saturado d'água já na superfície mesmo. A regeneração por sementes, a única que aí se processa, origina plantinhas frágeis que não suportariam outro ambiente. Logo, a regeneração e a manutenção da floresta acham-se na dependência estrita dessa saturação edáfica. Esta última, nas áreas climáticas tipicamente silvestres, sustenta-se sem dificuldade graças às chuvas bem repartidas através do ano (havendo estação sêca, será compensada), à atmosfera constantemente úmida (nevoeiro, etc.) e ao solo adequado; fora daí, sômente em regiões onde as condições edáficas se revelem muito favoráveis pode persistir a floresta pluvial, em vista da compensação dos fatôres ecológicos.

Na savana, como noutros tipos de vegetação perturbados, seja pelo clima tornado inóspito, seja pelos animais, inclusive o homem, a regeneração por sementes é substituída, em variados graus, pela multiplicação vegetativa. Por outro lado, a vida da microflora e da microfauna é muito reduzida. Em suma, a comunidade vive à custa da água profunda.

Alguns dados experimentais complementares ajudarão a reforçar a exposição acima. Ver-se-á, de imediato, que o humo florestal retém o seu próprio pêso em água — 2 vêzes mais do que a argila do latossolo de cerrado.

O latossolo vermelho escuro de Paraopeba, sob cerrado protegido, revelou 49% de capacidade capilar (*field capacity*) e de 18,4% de porcentagem de murcha permanente (em ambos os casos considerou-se o pêso sêco). Logo, a água disponível vem a ser 30,6%.

Êsses valores muito elevados causaram espécie, em comparação com os dados sôbre zonas temperadas, que se acham nos tratados. Trabalho recente (ПАНАУТ & v.d. BEN, 1962) confirmaram-nos. Tais autores, com o mesmo tipo de solo sob idêntica vegetação em clima semelhante (Karuzi, Congo), fornecem os seguintes números:

Capacidade capilar .....	40 — 45 %
P. de murcha permanente .....	10 — 15 %
Água disponível .....	30 %

Trata-se do tipo de savana arborizada mais importante do Congo, com estação sêca de 4 — 5 meses.

A terra vegetal da serra dos Órgãos (1800 m) demonstrou 100% de *field capacity*. Vê-se que a camada de restos organizados em decomposição, nas matas, apreende e conserva magna cota d'água, o que explica a adaptação da vida a tal ambiente saturado.

O campo limpo, formação xerófila mais vulgar sôbre areia fina de quartzito, pode ser exemplificado por meio da areia da serra do Cipó (MG), tipicamente campestre. Temos ali:

Capacidade capilar .....	20,4%
P. de murcha permanente .....	3,6%
Água disponível .....	16,8%

O valor da água utilizável é metade em relação à savana, a qual, contudo, ocorre sôbre areia profunda (com reserva d'água).

### CONCLUSÕES

1.<sup>a</sup> — No complexo climático, o fator umidade é o mais importante no determinismo vegetacional. Mas, não se pode ignorar a importância do mesmo fator no complexo edáfico.

2.<sup>a</sup> — Os métodos de THORNTHWAITTE e de MOHR são os que mais vivamente destacam as correlações existentes entre clima e vegetação, pondo ainda em relêvo a participação do solo na determinação de certos tipos de vegetação.

3.<sup>a</sup> — Ao invés de tipo de vegetação, usou-se o conceito de complexo vegetacional, empregado simultâneamente por RIZZINI (1963) e ZOHARY (1963), com a mesma acepção, no Brasil e no Irã. Essa expressão designa um conjunto de comunidades diversas concorrendo numa mesma área ecológicamente variada; elas correspondem às grandes unidades fitogeográficas brasileiras e são constituídas por 31 formações bem definidas. Logo, os 2 mapas apresentados não são “mapas de vegetação” no sentido usual; quando se diz “cerrado”, não é feita referência apenas à savana, mas a tôdas as formações que ocorrem entremeadas no Planalto Central: é o “complexo do cerrado ou do Brasil Central”.

4.<sup>a</sup> — O índice de umidade (Im) de THORNTHWAITTE, com o qual se delimitam zonas de umidade, calculado para 310 localidades brasileiras, torna exequível a distinção de 4 tipos de clima gerais. O mapa 1 ilustra a correspondência assinalada entre as zonas climáticas daí derivadas e os 10 complexos vegetacionais.

5.<sup>a</sup> — O sistema de MOHR, baseado na contagem dos meses secos feita de certa maneira, tem merecido preferência em regiões tropicais. Lançando mão dêle para as mesmas localidades anteriores, chegou-se a circunscrever igualmente 4 áreas climáticas gerais. Excelente é a concordância entre estas e os complexos vegetacionais, não obstante ter sido necessário ampliar um pouco a área da caatinga, que não se achava exata no mapa anterior (RIZZINI, 1963).

6.<sup>a</sup> — Resultam praticamente idênticos os dois mapas e as duas classificações bioclimáticas. Assim, dois critérios bastante distintos conduzem ao mesmo resultado final. Logo, convém escolher o mais simples, o qual, ao demais, confere relêvo adequado à estação sêca.

7.<sup>a</sup> — Propõe a seguinte classificação bioclimática, baseada em MOHR, à qual corresponde o mapa 2.

1. **ÁREAS PERMANENTEMENTE ÚMIDAS (0 — 1 m.s./ano)**  
Sem estação sêca, seja meteorológica, seja ecológica. Zona temperada.
  - 1a. *Campos da Planície Rio-Grandense* (100% entre 0 e 1). Mapa 2: X.
  - 1b. *Pinheiral* (95% entre 0 e 1). Mapa 2: VIII.
2. **ÁREAS ÚMIDAS (0 — 3 m.s./ano)**  
Estação sêca curta, meteorológica, inefetiva graças às amplas reservas edáficas, rede hidrográfica ou posição junto ao oceano.
  - 2a. *Floresta Amazônica* (89% entre 0 e 3). Mapa 2: I.
  - 2b. *Restinga* (64% entre 0 e 3). Mapa 2: VII.
  - 2c. *Campos do Alto Rio Branco* (dados escassos). Mapa 2: IX.
3. **ÁREAS ESTACIONALMENTE SÊCAS (4 — 5 m.s./ano)**  
Estação sêca mediana, regular, ecológica em geral, compensada pelas reservas edáficas, profunda (cerrado) ou superficial (mata).
  - 3a. *Cerrado* (71% entre 4 e 5). Mapa 2: III.
  - 3b. *Floresta Atlântica* (68% entre 4 e 5). Mapa 2: II.
  - 3c. *Meio-Norte* (50% entre 4 e 5). Mapa 2: V.
4. **ÁREAS SUBÁRIDAS — ÁRIDAS (6 — 9 m.s./ano)**  
Estação sêca longa, intensa, irregular, ecológica, descompensada em virtude da inexistência de armazenagem no solo (êstes são rasos ou rochosos, etc.). Sêca atmosférica e edáfica.
  - 4a. *Caatinga* (68% entre 6 e 9). Mapa 2: IV.

APÊNDICE — *Pantanal* (Mapa 2: VI) — Área de transição já definida antes.

8.<sup>a</sup> — Dados acessórios sobre evapotranspiração, água armazenada no solo, excedentes e deficiências d'água, número de meses secos, etc., são fornecidos em tabelas.

9.<sup>a</sup> — Conclui-se, em consonância com o que pensam muitos ecólogos, que o clima tropical se caracteriza principalmente pela presença duma estação sêca invernal, a qual pode ter a duração de 1 a 9 meses.

10.<sup>a</sup> — Ressaltam concordemente os dois métodos que a Amazônia é mais úmida do que a floresta atlântica; o mesmo, é verdade, da zona temperada (sul).

11.<sup>a</sup> — Fica patente que a savana centro-brasileira (cerrado) vive sob o mesmo tipo de clima que a mata atlântica, observando-se uma estação seca geralmente idêntica para ambos. A principal diferença ecológica entre os dois complexos reside na profundidade dos solos.

12.<sup>a</sup> — Campo limpo e restinga exibem sensível indiferença pelo clima, ocorrendo em áreas muito extensas, caracterizadas por solos peculiares. Daí decorre que a formação campestre, evidentemente xerófila, habita regiões muito úmidas por motivos geomorfológicos.

13.<sup>a</sup> — As formações que compõem os complexos vegetacionais podem ser classificadas como climáticas, edáficas e edafo-climáticas consoante a adesão mais úmida que revelam pelo clima, solo ou por ambos concomitantemente. Consignam-se, ainda, as secundariamente edáficas, sempre que uma formação climática ocorre em regiões de clima diferente mas sobre solo particularmente favorável.

14.<sup>a</sup> — Formações climáticas são as florestas pluviais, às quais corresponde a noção de clímax. Formações edáficas vêm a ser os campos em geral, a restinga, as florestas paludosas em geral e o buritizal. Como edafo-climáticos consideram-se a caatinga, o cerrado, as matas secas e os *scrubs*.

15.<sup>a</sup> — Não erram os que têm o cerrado na conta de formação mesófila. Ele difere da mata por localizar-se em solos profundos, que se dessecam na porção superior. Na mata, os solos são mais rasos e ricos d'água superiormente.

16.<sup>a</sup> — A semelhante discrepância ambiental corresponde magna divergência na conformação dos sistemas subterrâneos. Nas árvores do cerrado, o sistema radicular é muito longo, excedendo a parte aérea; na floresta, ao contrário, as raízes comumente até desenvolvem porções aéreas ditas raízes tabulares, sendo sempre mais curtas.

17.<sup>a</sup> — O solo florestal desenvolve-se à custa da atividade de riquíssima fauna, cujos animálculos, providos de tegumento pelicular, exigem ambiente permanentemente saturado de umidade. A regeneração por sementes também pede tal ambiente. A savana, porém, vive na dependência da água profunda, importando pouco as relações de superfície fora da estação chuvosa.

18.<sup>a</sup> — Em solo argiloso de cerrado, verificou-se que a capacidade capilar é de 49%, a porcentagem de murcha permanente de 18,4% e que a água prontamente utilizável monta a 30,6%. Tais resultados equiparam-se aos conseguidos no Congo sob condições semelhantes. Em comparação, a terra vegetal da serra dos Órgãos exibiu 100% de capacidade capilar, sendo, portanto, 2 vezes mais bem dotada.

A areia fina campestre da serra do Cipó revelou os seguintes dados:

Capacidade capilar .....	20,4%
P. de murcha permanente .....	3,6%
Água disponível .....	16,8%

19.<sup>a</sup> — A conclusão final diz respeito ao violento contraste que emana do confronto entre as zonas de umidade brasileiras (mapa 1) e africanas (*Unasylya*, 9 (2): 54, 1955, mapa também colorido) — em ambos os casos segundo o método de THORNTHWAITE.

A África apresenta quase metade do seu território reduzida a deserto (clima árido) inexistente no Brasil. Juntando ao deserto boa faixa de clima sêco-semi-árido, praticamente dois terços do continente passarão a ser secos, formando um como cinturão em tórno da zona equatorial — que é úmida e florestada; fora daí, muito pouco verde.

No Brasil, há um trato sêco-semi-árido conhecido como caatinga. E é só. A máxima parte do território nacional possui climas úmidos, sendo que cêrca de 50% são mesmo úmido-perúmidos. A própria savana é subúmido-úmida e a caatinga, aproveitável por levar apenas 5 localidades áridas.

Assim, embora a África seja, de diversas maneiras, semelhante ao Brasil, difere enormemente quanto à distribuição da água: lá, um terço é úmido, cá quase todo o país é úmido. Vê-se, pois, que VAZ CAMINHA estava certo: condições preciosas para um uso da terra racional e intensivo estão à disposição do homem.

#### LOCALIDADES-REFERÊNCIA DOS MAPAS BIOCLIMÁTICOS OU ECOLÓGICOS

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1 — Boa Vista                   | 25 — Palmeira dos Índios-Pão de Açúcar |
| 2 — Rio Pindaré Superior: Viana | 26 — Itabaianinha                      |
| 3 — Itaguatins-Imperatriz       | 27 — Vitória da Conquista              |
| 4 — Rio Araguaia                | 28 — Pedra Azul-Jequitinhonha          |
| 5 — Serra do Roncador           | 29 — Araçuaí                           |
| 6 — Planalto de Mato Grosso     | 30 — Montes Claros                     |
| 7 — Cabeceiras do rio Juruena   | 31 — Pirapora                          |
| 8 — Chapada dos Parecís         | 32 — Januária                          |
| 9 — Mato Grosso (município)     | 33 — Ibipetuba                         |
| 10 — Cáceres                    | 34 — Belo Horizonte                    |
| 11 — Poconé                     | 35 — Pôrto Seguro                      |
| 12 — Corumbá                    | 36 — São Mateus                        |
| 13 — Pôrto Murtinho             | 37 — Rio Vermelho (município)          |
| 14 — Grajaú                     | 38 — São Domingos do Prata             |
| 15 — Barra do Corda             | 39 — Brasília DF                       |
| 16 — Pedreiras                  | 40 — Campinas                          |
| 17 — Codó                       | 41 — São José dos Campos               |
| 18 — Caxias-Teresina            | 42 — São José do Rio Prêto             |
| 19 — Florianô                   | 43 — Sengés-Itararé                    |
| 20 — Piripiri                   | 44 — Cascavel                          |
| 21 — Oeiras                     | 45 — Campo Mourão                      |
| 22 — Bom Jesus                  | 46 — Bananeiras-Areia                  |
| 23 — Natal                      | 47 — São Francisco de Paula            |
| 24 — Bom Conselho               |  |

Nos quadros seguintes vão os dados baseados em THORNTHWAITE e em MOHR (última coluna) para as localidades brasileiras nas quais dados meteorológicos foram tomados.

CIDADE	Estado	P	EP	ER	EXC	DEF	IM	ARM	N.º de meses secos (MOBR)
I — FLORESTA AMAZÔNICA									
Cruzeiro do Sul	AC	2 224,0	1 273,7	1 273,7	950,3	0	74	1 109,6	0
Sena Madureira	AC	2 139,2	1 281,4	1 266,5	872,7	14,9	67	879,8	2
Eirunepé	AM	2 475,7	1 601,5	1 570,1	505,6	31,4	55	871,7	1
Bóca do Acre	AM	2 036,4	1 366,6	1 263,7	772,7	102,9	52	829,3	2
Benjamin Constant	AM	2 742,7	1 502,4	1 502,4	1 240,3	0	82	7 170,7	0
São Paulo de Olivença	AM	2 621,6	1 524,2	1 524,2	1 097,4	0	71	1 200,0	0
Caruari	AM	2 645,8	1 558,4	1 558,4	1 087,4	0	69	1 051,3	0
Ponte Boa	AM	2 491,4	1 397,0	1 397,0	1 094,4	0	78	1 200,0	0
Coari	AM	2 256,9	1 458,9	1 418,5	838,4	40,4	55	838,2	0
Humaitá	AM	2 452,9	1 468,2	1 355,3	1 097,6	112,9	70	794,3	2
Manicoré	AM	2 868,1	1 651,5	1 585,9	1 282,2	65,6	75	855,1	0
Barcelos	AM	2 036,0	1 443,9	1 543,9	492,1	0	32	865,0	0
Uaupés	AM	2 920,6	1 400,0	1 400,0	1 520,6	0	108	1 200,0	0
Taracua	AM	3 496,6	1 336,2	1 336,2	2 160,4	0	161	1 200,0	0
Iauaretê Cachoeira	AM	3 274,9	1 327,5	1 327,5	1 947,4	0	146	1 200,0	0
Manaus	AM	2 094,9	1 647,3	1 394,8	700,1	252,5	33	673,9	1
Itaquatiara	AM	2 575,1	1 722,7	1 553,9	1 021,1	168,8	127	719,3	0
Parintins	AM	2 312,4	1 798,4	1 515,3	797,1	283,1	3	674,9	2
Oiapoque	AP	3 264,4	1 331,6	1 234,7	2 029,7	96,9	148	918,0	3
Vilhena	RD	2 074,4	926,0	860,3	1 205,1	56,7	126	834,9	1
Pôrto Velho	RD	2 232,2	1 595,1	1 377,3	854,9	217,8	45	732,9	2
Alto Tapajós	PA	2 712,6	1 415,8	1 251,3	1 461,3	164,5	96	835,0	2
Obidos	PA	1 605,5	1 610,2	1 165,6	514,9	444,6	15	572,0	3
Santarém	PA	2 101,9	1 507,7	1 263,8	838,0	266,9	44	660,8	2
Altamira	PA	1 705,1	1 573,7	1 132,0	573,1	441,3	19	563,8	4
Pôrto de Mós	PA	2 174,4	1 568,5	1 301,1	873,3	267,4	45	671,0	2
Arumanduba	PA	1 981,3	1 721,5	1 390,7	581,6	321,8	22	680,5	2
Belém	PA	2 770,1	1 532,8	1 532,8	1 237,3	0	50	968,1	0
Salinópolis	PA	2 050,7	1 579,2	1 056,7	1 034,0	522,5	45	646,8	4
Soure	PA	2 915,4	1 685,3	1 279,6	1 635,8	405,7	82	738,8	3
Igarapé-Açu	PA	2 367,4	1 337,9	1 116,5	1 250,9	221,4	83	846,8	3
Tracuateua	PA	2 536,1	1 341,6	1 059,9	1 476,2	281,4	97	806,4	3
Conceição do Araguaia	PA	1 670,4	1 429,4	1 075,5	594,9	353,9	26	675,7	3
São Bento	MA	1 887,6	1 547,5	1 087,2	800,1	460,5	34	613,7	3
Utariiti	MT	2 025,2	1 178,3	1 037,6	987,6	150,7	76	709,8	4

## II — FLORESTA ATLÂNTICA

Bananeiras	PB	1 100,1	1 062,2	837,7	262,4	224,5	12	682,7	4
Areia	PB	1 461,8	976,8	847,6	614,2	129,2	55	752,2	4
Nazaré da Mata	PE	1 198,7	1 307,7	969,4	229,3	338,3	2	489,3	4
Tijipi	PE	2 086,4	1 266,8	1 147,5	938,9	119,3	68	783,3	2
Tapacurá	PE	1 407,6	1 287,9	1 037,6	370,0	250,3	17	628,9	3
Escada	PE	1 872,8	1 107,6	1 047,1	825,7	60,5	71	626,6	1
Barreiros	PE	2 316,2	1 209,9	1 167,6	1 148,6	42,3	92	801,9	1
Corrente	PE	975,3	1 142,1	503,8	171,5	338,2	2	454,5	5
Garanhuns	PE	908,6	934,5	742,3	166,3	192,2	5	468,0	5
Goiana	PE	1 991,0	1 334,7	1 127,4	863,6	207,3	55	708,1	3
São Luís de Quitunde	AL	1 394,5	1 335,4	1 021,4	373,1	314,0	13	529,6	4
Anadia	AL	1 196,7	1 256,9	868,8	327,9	388,1	7	545,4	5
Manguaba	AL	1 678,5	1 289,9	1 032,6	645,9	257,3	38	622,6	3
Alagoinha	BA	1 455,5	1 262,2	1 108,0	347,5	154,2	20	651,5	0
São Gonçalo dos Campos	BA	1 444,3	1 201,9	1 072,8	371,5	129,1	24	613,6	1
Catu	BA	1 556,5	1 174,2	1 032,7	523,8	141,5	37	607,8	1
São Francisco de Conde	BA	1 895,8	1 266,7	1 257,8	638,0	8,9	40	860,8	0
Belmonte	BA	1 671,6	1 151,7	1 151,7	519,3	0	45	1 053,0	0
Ihêus	BA	2 133,9	1 301,1	1 301,1	832,8	0	64	1 200,0	0
Caravelas	BA	1 850,6	1 203,8	1 203,8	646,8	0	54	1 198,0	0
Mar de Espanha	MG	1 472,5	962,5	940,0	532,5	22,5	53	739,8	4
Santos Dumont	MG	1 679,6	839,0	839,0	840,6	0	100	876,4	5
Ubá	MG	1 397,5	1 041,0	975,2	422,3	65,8	36	665,7	5
Juiz de Fora	MG	1 550,3	909,0	995,2	655,1	13,8	71	788,4	5
Caxambu	MG	1 414,3	854,1	854,1	560,2	0	65	879,4	4
Cambuquira	MG	1 503,8	887,4	852,1	651,7	35,5	71	755,2	4
Três Corações	MG	16,4	873,4	873,4	743,0	0	85	942,0	4
Bonsucesso	MG	1 908,9	886,2	869,4	1 039,5	16,8	116	844,9	4
Ouro Preto	MG	1 782,3	795,1	795,1	987,6	0	124	901,4	4
São João del Rei	MG	1 535,3	874,8	838,6	696,7	36,2	77	808,4	5
Teófilo Ottoni	MG	1 233,9	1 096,5	1 017,7	216,2	68,8	16	718,6	5
Itamarandiba	MG	1 159,3	896,1	797,0	361,3	99,1	33	667,4	5
São João Evangelista	MG	1 411,6	878,6	875,8	535,8	2,8	60	796,5	5
Passa Quatro	MG	1 510,9	898,3	898,3	702,6	0	86	1 066,5	4
Ouro Fino	MG	1 533,0	870,9	870,9	662,1	0	76	1 042,4	4
Lavras	MG	1 508,3	850,3	873,4	634,9	6,9	71	832,2	4
Itambacuri	MG	1 179,2	1 063,6	948,1	231,1	115,5	15	584,2	5
Itabira	MG	1 599,4	899,6	870,0	729,4	39,6	77	797,8	5
Barbacena	MG	1 560,3	799,1	759,1	791,3	0	98	888,2	4
Viçosa	MG	1 364,3	862,3	835,5	528,8	28,8	59	773,7	5
Muriae	MG	1 567,3	1 009,6	1 048,0	519,3	211,6	47	794,3	4
Oliveira	MG	1 693,6	868,8	845,6	848,0	23,2	96	823,6	5
Leopoldina	MG	1 450,9	1 100,9	1 027,9	423,0	72,5	34	688,9	5
Ponte Nova	MG	1 425,2	1 023,6	965,1	459,1	55,5	41	670,4	4
Itajubá	MG	1 519,1	885,9	885,9	633,2	0	71	1 017,2	4
Conceição do Mato Dentro	MG	1 718,4	976,5	892,5	815,9	74,0	78	766,4	4
Caratinga	MG	1 166,9	939,8	872,8	294,1	67,0	27	725,6	5
Cachoeiro do Itapemirim	ES	1 106,0	1 150,0	1 089,7	16,3	60,3	1	476,8	4
Guimar	ES	2 245,0	816,0	816,0	1 429,0	0	175	1 200,0	0

CIDADE	Estado	P	EP	ER	EXC	DEF	IM	ARM	N.º de meses secos (MOBR)
--------	--------	---	----	----	-----	-----	----	-----	---------------------------

II — FLORESTA ATLÂNTICA (conclusão)

Teresópolis.....	RJ	2 780,2	795,3	795,3	1 984,9	0	249	1 200,0	0
Nova Friburgo.....	RJ	1 506,8	816,6	816,6	690,2	0	84	088,6	5
São Fidélis.....	RJ	1 021,2	1 223,2	1 021,2	0	202,0	9	266,6	5
Itaperuna.....	RJ	1 194,9	1 120,3	1 011,5	183,4	108,8	10	626,1	5
Yassouras.....	RJ	1 190,8	955,3	896,7	294,1	58,6	27	670,9	5
Campos.....	RJ	1 140,0	1 127,2	1 038,5	41,5	28,7	2	631,4	5
Santo Antônio de Pádua.....	RJ	1 234,1	1 146,9	1 033,1	201,0	113,8	11	576,9	5
Santa Cruz.....	GB	1 315,0	1 153,2	1 153,2	161,8	0	13	972,1	3
Caxingui.....	SP	1 155,7	844,9	844,9	310,8	0	36	954,2	4
Bananal.....	SP	1 472,5	974,1	974,1	498,4	0	51	874,5	5
Guaratinguetá.....	SP	1 271,1	1 037,2	1 008,3	264,8	30,9	23	731,3	4
Jundiá.....	SP	1 894,0	967,9	976,9	917,1	0	93	1 158,3	2
São Paulo.....	SP	1 287,1	850,3	850,3	436,8	0	51	1 156,6	4
Jequiá.....	SP	1 220,2	1 124,4	1 059,0	161,2	65,4	10	625,2	4
Cachoeira Graça.....	SP	1 498,1	918,8	918,8	579,9	0	63	1 079,6	4
Jambeiro.....	SP	1 333,2	931,4	931,4	401,4	0	43	1 041,0	4
Ibitinga.....	SP	1 642,7	970,0	970,0	672,7	0	69	798,6	3
Araranguá.....	SC	3 321,8	897,9	897,9	423,9	0	47	1 148,9	0
Blumenau.....	SC	1 456,6	967,9	967,9	488,7	0	50	1 200,0	0
Brusque.....	SC	1 808,9	949,9	949,9	859,2	0	90	1 200,0	0
Itajaí.....	SC	1 415,5	1 103,6	1 103,6	311,9	0	28	1 084,3	1
Camboriú.....	SC	1 535,9	918,2	918,2	617,7	0	67	1 200,0	0
Urucanga.....	SC	1 558,4	904,5	904,5	653,9	0	72	1 200,0	0
São Francisco de Paula.....	RS	2 475,9	575,4	575,4	1 900,5	0	330	1 200,0	0

III — COMPLEXO DO CERRADO

Carelma.....	MA	1 591,0	1 562,8	1 033,5	497,5	469,3	11	561,7	4
Três Lagoas.....	MT	1 307,1	1 189,8	1 133,4	173,7	56,4	11	707,2	5
Cuiabá.....	MT	1 378,3	1 473,9	1 186,7	191,6	287,2	1	501,0	4
Diamantina.....	MT	1 786,7	1 422,9	1 135,9	650,8	287,0	33	629,1	2
Bela Vista.....	MT	1 334,0	1 135,4	1 135,4	198,6	0	17	1 585,8	4
Campo Grande.....	MT	1 416,1	1 507,8	1 057,8	358,3	0	33	932,3	3
Aquidauana.....	MT	1 428,8	1 197,6	1 197,6	231,2	0	19	79,9	3
Meruri.....	MT	1 541,8	1 188,5	987,2	654,6	201,3	45	657,6	4
Presidente Murtinho.....	MT	1 817,4	1 065,1	974,6	842,8	90,5	74	728,3	3
Santa Rita do Araguaia.....	MT	1 798,4	1 002,4	978,6	819,8	23,8	80	811,9	3
Catalão.....	GO	1 817,5	989,7	858,6	958,9	131,1	88	761,9	5
Pirenópolis.....	GO	1 678,2	1 069,0	870,5	807,7	198,5	64	688,8	4
Formosa.....	GO	1 558,0	992,0	794,6	763,4	198,2	65	673,9	5
Luziânia.....	GO	1 704,2	953,4	807,5	806,8	145,8	84	736,5	4
Goiás.....	GO	1 785,7	1 179,9	945,7	840,0	234,2	59	660,3	4
Goiânia.....	GO	1 757,5	992,7	878,2	697,3	114,5	63	723,6	4
Taguatinga.....	GO	1 681,1	1 256,9	890,5	790,6	366,4	45	612,6	4
Páteo Nacional.....	GO	1 662,6	1 510,3	1 044,2	618,4	466,1	22	613,4	4
Boa Vista do Tocantins.....	GO	1 753,3	1 539,6	1 033,5	669,8	276,1	37	637,9	3
Curvelo.....	MG	1 377,7	1 040,8	911,1	466,6	129,7	37	648,7	5
Gamelaíra.....	MG	1 519,4	905,3	845,8	673,6	59,5	70	736,4	5
Diamantina.....	MG	1 511,0	837,7	770,1	740,9	67,6	83	766,9	5
Bambuí.....	MG	1 639,7	1 020,0	957,4	679,4	62,6	62	701,4	4
Araxá.....	MG	1 926,2	503,0	867,9	1 058,3	40,1	113	810,3	3
Uberaba.....	MG	1 623,2	1 019,2	937,9	665,3	61,3	61	767,9	3
Araguari.....	MG	1 609,9	935,3	829,3	780,1	105,6	76	742,6	5
Sete Lagoas.....	MG	1 203,3	968,1	840,9	368,5	127,3	30	615,7	5
Belo Horizonte.....	MG	1 561,5	958,3	857,4	704,1	100,9	67	716,2	5
Paracatu.....	MG	2 841,1	1 045,9	902,6	1 938,5	143,3	177	749,2	4
Pirapora.....	MG	1 101,0	1 167,3	857,3	251,7	310,0	5	545,5	5
Grão Mogol.....	MG	1 178,4	1 000,8	829,3	349,1	180,5	23	608,0	5
João Pinheiro.....	MG	1 345,7	1 117,0	860,4	485,3	256,6	29	638,8	5
Patos de Minas.....	MG	1 668,3	927,7	878,0	700,0	49,7	82	771,7	3
Frutal.....	MG	1 657,3	1 071,2	1 023,3	634,0	47,9	56	798,4	4
Pitangui.....	MG	1 421,5	947,2	858,7	582,8	88,5	53	698,1	5
Monte Alegre.....	MG	1 423,8	984,4	898,7	525,1	85,7	48	734,5	4
São Francisco de Minas.....	MG	1 215,6	1 140,8	865,5	350,1	275,3	16	354,9	5
Lagoa Santa.....	MG	1 243,5	996,2	860,8	382,7	135,4	30	637,5	5
Catanduvas.....	SP	1 084,3	1 077,9	1 011,6	72,7	66,3	3	705,1	3
Rio Claro.....	SP	1 132,5	992,2	864,2	268,3	128,0	19	522,6	6
Avaré.....	SP	1 217,8	928,7	928,7	289,1	0	31	1 174,0	3
São Simão.....	SP	1 504,1	1 043,9	1 001,9	502,2	42,0	45	741,2	4
Limeira.....	SP	1 108,2	978,8	874,2	234,0	104,6	17	600,0	4
Itararé.....	SP	1 228,8	868,9	868,9	359,9	0	41	1 064,4	2
Itapetininga.....	SP	1 189,2	884,9	884,9	305,0	0	34	1 081,8	4
Jaú.....	SP	1 093,4	1 019,4	958,7	134,7	60,7	9	593,6	4
Pinhal.....	SP	1 436,0	945,1	896,3	539,7	48,8	53	790,0	4
Piracicaba.....	SP	1 477,7	941,2	878,3	399,4	62,9	59	666,6	4
Tietê.....	SP	1 089,2	1 044,2	933,3	155,9	111,3	8	497,8	6
Tatui.....	SP	1 116,5	947,2	947,2	169,3	0	17	748,4	4
Franca.....	SP	1 557,8	939,0	887,0	670,8	52,0	68	763,2	4
Cranvinhos.....	SP	1 745,2	994,1	988,1	757,1	6,0	75	868,4	4
Bebedouro.....	SP	942,3	1 012,6	876,0	66,3	136,6	1	527,4	4
Brotas.....	SP	1 258,2	992,6	992,6	265,6	0	26	719,3	3
Agudos.....	SP	926,6	947,6	854,1	72,5	93,5	1	445,2	6
Colina.....	SP	1 281,9	1 067,6	953,6	328,3	114,0	24	669,8	4
Avai.....	SP	1 039,4	1 032,1	1 038,0	51,4	44,1	2	582,5	6
Lins.....	SP	1 208,5	1 164,3	1 013,8	194,7	150,5	8	622,1	4
Araçatuba.....	SP	1 211,8	1 119,9	1 019,8	192,0	100,1	11	649,8	4

CIDADE	Estado	P	EP	ER	EXC	DEF	IM	ARM	N.º de meses secos (MOHR)
III — COMPLEXO DO CERRADO (conclusão)									
Sertãozinho.....	SP	1 361,9	1 014,9	984,0	377,9	30,9	35	733,7	4
São Carlos.....	SP	994,5	910,7	852,3	142,2	58,4	11	627,0	5
Barretos.....	SP	1 227,4	1 043,4	962,2	265,2	81,2	20	577,8	4
Botucatu.....	SP	1 226,0	929,2	892,1	333,0	37,1	33	562,5	6
Campinas.....	SP	1 337,6	933,1	933,1	404,5	0	43	918,0	4
Iru.....	SP	1 052,8	990,2	944,6	108,2	54,6	7	481,5	4
Sorocaba.....	SP	861,6	995,2	861,6	0	133,6	8	107,4	6
São José dos Campos.....	SP	1 042,3	888,8	868,3	174,0	20,5	18	761,0	5
Pôrto Real.....	MG	1 481,2	982,5	880,0	595,2	96,5	55	687,8	5
Muzambinho.....	MG	1 538,8	854,9	854,9	683,9	0	79	967,0	4
Poços de Caldas.....	MG	1 745,7	805,9	805,9	939,8	0	116	1 083,5	4
Bauru.....	SP	1 285,0	999,8	957,5	328,4	42,3	30	621,9	4

IV — COMPLEXO DA CAATINGA									
Açu.....	PI	532,2	1 650,3	532,2	0	1 118,1	40	1,3	8
Martins.....	PI	1 030,6	1 727,7	847,5	183,1	880,2	20	337,8	6
Picos.....	PI	642,7	1 474,9	642,7	0	832,2	33	107,8	7
Floriano.....	PI	1 001,1	1 573,5	978,0	23,1	594,5	21	259,7	4
Raimundo Nonato.....	PI	644,3	1 462,4	644,3	0	818,1	33	0,6	6
Sobral.....	CE	885,1	1 740,0	749,5	135,6	990,5	26	303,4	6
Mundubim.....	CE	1 485,5	1 339,8	940,1	545,4	499,7	17	548,5	5
Guaramiranga.....	CE	1 711,1	941,6	898,3	812,8	43,3	83	750,3	4
Quixadá.....	CE	801,9	1 699,5	801,9	0	897,6	31	225,3	6
Quixeramobim.....	CE	763,0	1 760,3	763,0	0	997,3	33	158,3	6
Iguatu.....	CE	826,9	1 602,3	761,7	65,2	840,2	27	310,2	7
Crato.....	CE	1 049,4	1 417,9	827,3	222,1	590,6	9	349,6	6
Nova Cruz.....	RN	874,0	1 470,6	874,0	0	605,6	24	327,2	6
Macau.....	RN	476,6	1 763,5	476,6	0	1 286,9	44	0	8
Cruzeta.....	RN	464,8	1 736,4	464,8	0	1 271,6	44	0	9
Macaíba.....	RN	1 135,3	1 248,4	903,0	232,5	545,4	2	536,5	5
Juazeiro.....	PB	304,5	1 268,8	304,5	0	964,3	46	0	11
Guarabira.....	PB	1 084,0	1 447,9	983,3	100,7	461,6	12	448,1	5
Umbuzeiro.....	PB	855,4	1 110,8	760,4	95,0	350,4	10	436,0	6
Pesqueira.....	PE	729,7	1 066,7	729,7	0	367,0	20	352,7	6
Cabrobó.....	PE	457,5	1 508,6	457,5	0	1 051,1	41	0	9
São Caetano.....	PE	640,0	1 096,8	640,0	0	456,8	24	37,6	6
Surubim.....	PE	560,2	1 201,1	560,2	0	610,9	31	17,8	8
Palmeira dos Índios.....	AL	867,7	1 306,6	751,8	115,9	554,8	16	400,6	6
Pão de Açúcar.....	AL	698,6	1 514,3	698,6	0	815,7	32	112,0	7
Major Isidoro.....	AL	581,6	1 376,1	581,6	0	794,5	34	85,7	9
Água Branca.....	AL	1 232,1	1 135,1	875,8	356,3	259,3	17	476,7	4
Paulo Afonso.....	AL	975,9	1 150,6	732,1	243,8	418,3	1	415,7	5
Propriá.....	SE	717,2	1 420,1	717,2	0	702,9	29	270,2	7
Simão Lopes.....	SE	1 018,6	1 278,5	766,0	252,6	512,5	4	479,3	6
Itabaianinha.....	SE	994,7	1 189,3	912,6	82,1	276,7	7	498,3	5
Conquista.....	BA	739,4	995,9	739,4	0	256,5	15	184,2	7
Monte Santo.....	BA	640,5	1 220,1	640,5	0	579,6	28	0	6
Lençóis.....	BA	1 319,4	1 274,5	1 212,8	106,6	61,7	5	789,9	3
Morro do Chapéu.....	BA	746,3	869,8	746,3	0	143,5	8	427,2	6
Jacobina.....	BA	1 033,0	1 199,6	1 033,0	0	166,6	8	188,1	2
Barra do Rio Grande.....	BA	722,0	1 567,9	722,0	0	845,9	32	14,2	6
Paratinga.....	BA	779,4	1 489,9	779,4	0	690,5	28	140,9	6
Remanso.....	BA	504,3	1 689,2	504,3	0	1 184,9	42	0	8
Itaberaba.....	BA	777,3	1 436,0	777,3	0	658,7	27	6,6	6
Caité ou Jaguaquara.....	BA	807,3	1 011,8	755,1	52,2	256,7	10	527,2	6
Ibipetuba.....	BA	910,4	1 298,6	865,1	45,3	433,5	16	405,2	5
Januária.....	MG	975,9	1 232,2	840,7	135,2	391,5	8	485,8	5
Pedra Azul.....	MG	916,3	1 067,1	850,6	65,7	216,5	6	545,5	5
Montes Claros.....	MG	965,4	1 092,9	800,2	165,2	292,7	1	518,0	5
Jequitinhonha.....	MG	906,3	1 351,9	906,3	0	445,6	19	66,7	6
Araçuá.....	MG	819,7	1 293,7	819,7	0	474,0	21	170,6	6
Manga.....	MG	960,3	1 328,9	887,4	102,9	441,5	12	518,4	5

V — COMPLEXO DO MEIO-NORTE									
Grajaú.....	MA	1 643,4	1 941,1	1 056,1	587,3	435,0	22	573,6	4
Coroatá.....	MA	1 641,3	1 411,3	941,3	700,0	470,1	30	508,0	5
Imperatriz.....	MA	1 657,3	1 350,6	1 033,5	563,8	287,1	28	576,1	3
Barra da Corda.....	MA	1 097,3	1 464,5	901,6	195,7	562,9	9	415,2	5
Caxias.....	MA	1 354,8	1 602,8	913,0	441,8	689,6	2	433,6	6
Teresina.....	PI	1 392,7	1 667,9	923,2	469,5	744,7	1	423,4	6
Amarantes.....	PI	1 244,1	1 601,5	985,8	258,6	615,7	7	372,2	5

VI — COMPLEXO DO PANTANAL									
Corumbá.....	MT	1 062,7	1 412,6	1 062,7	0	349,9	14	43,2	4

VII — COMPLEXO DA RESTINGA									
São Luís.....	MA	2 083,7	1 591,8	1 103,9	973,8	481,9	43	647,8	3
Araçati.....	CE	1 022,5	1 549,0	798,0	224,2	750,7	15	354,3	6
Fortaleza.....	CE	1 396,4	1 536,4	963,5	432,9	622,9	3	503,2	4
Natal.....	RN	1 512,6	1 558,9	1 082,9	429,7	476,0	9	554,5	5
João Pessoa.....	PB	1 727,7	1 402,5	1 101,9	625,3	300,6	32	610,7	3

CIDADE	Estado	P	EP	ER	EXC	DEF	IM	ARM	N.º de me- ses secos (MOHR)
--------	--------	---	----	----	-----	-----	----	-----	-----------------------------------

VII — COMPLEXO DA RESTINGA ((conclusão)

Olinda.....	PE	1 500,8	1 546,3	1 108,7	392,1	437,6	8	547,8	4
Fernando Noronha.....	PE	1 303,6	1 459,6	974,0	329,6	485,6	2	487,3	5
Maceió.....	AL	1 420,3	1 476,6	1 071,6	348,7	405,0	7	508,6	4
Cururipe.....	AL	1 388,3	1 312,2	972,9	415,4	339,3	16	550,1	5
Pôrto de Pedras.....	AL	1 467,8	1 419,5	1 096,3	371,5	323,2	12	543,4	4
Satuba.....	AL	1 740,0	1 275,5	1 050,2	689,8	225,2	43	615,2	3
Aracaju.....	SE	1 117,3	1 485,1	993,1	124,2	492,0	11	411,9	6
Itaparica.....	BA	1 729,3	1 448,3	1 164,9	564,4	283,4	27	662,5	2
Salvador.....	BA	1 912,7	1 364,4	1 350,8	561,9	13,6	40	87,0	0
Conceição da Barra.....	ES	1 449,4	1 225,8	1 225,8	223,6	0	18	1 115,9	1
Vitória.....	ES	1 407,7	1 164,1	1 164,1	245,6	0	21	1 165,8	1
Rio Doce.....	ES	1 268,6	1 125,6	1 116,5	152,1	9,1	13	791,7	4
Rio de Janeiro.....	GB	1 074,0	1 171,3	1 074,0	0	97,3	5	92,0	4
Cabo Frio.....	RJ	858,9	1 134,1	858,9	0	275,2	14	0	4
Barra do Itabapoana.....	RJ	1 038,6	1 109,5	1 067,1	1,5	42,4	2	582,8	3
Cananéia.....	SP	3 710,5	1 023,8	1 023,8	2 716,7	0	265	1 200,0	0
Itanhaém.....	SP	1 814,9	971,2	971,2	843,7	0	86	1 200,0	0
Sebastião.....	SP	1 458,0	1 097,0	1 097,0	361,0	0	32	1 183,5	1
Ubatuba.....	SP	2 659,9	1 032,9	1 032,9	1 627,0	0	137	1 200,0	0
Santos.....	SP	2 500,3	1 026,0	1 026,0	1 564,3	0	152	1 200,0	0
Iguapé.....	SP	1 749,4	1 042,5	1 042,5	706,9	0	67	1 200,0	0
Paranaguá.....	PR	1 038,6	1 006,0	1 006,0	932,6	0	92	1 200,0	0
Florianópolis.....	SC	1 383,9	981,0	981,9	402,0	0	40	1 183,5	0
São Francisco do Sul.....	SC	1 851,0	972,8	972,8	878,2	0	10	1 200,0	0
Rio Grande.....	RS	1 240,1	876,0	876,0	364,1	0	41	831,6	0
Tóres.....	RS	1 488,9	865,0	965,0	623,9	0	72	1 150,7	0

VIII — COMPLEXO DO PINHEIRAL

Guarapuava.....	PR	1 728,5	792,4	792,4	936,1	0	118	1 200,0	0
Ivaí.....	PR	1 727,7	840,9	840,9	886,8	0	105	1 200,0	0
Jaguariava.....	PR	1 424,3	834,0	834,0	590,3	0	70	1 200,0	0
Castro.....	PR	1 413,9	767,6	767,6	646,3	0	84	1 200,0	0
Jacarezinho.....	PR	1 356,3	968,7	968,7	387,6	0	40	1 185,5	2
Curitiba.....	PR	1 362,9	778,8	778,8	584,1	0	75	1 200,0	0
Rio Negro.....	PR	1 262,7	791,7	791,7	471,0	0	59	1 200,0	0
Palmas.....	PR	2 021,1	744,2	744,2	1 276,9	0	171	1 200,0	0
Araucária.....	PR	1 383,4	767,5	767,5	615,9	0	80	1 200,0	0
Foz do Iguaçu.....	PR	1 659,8	969,4	969,4	660,4	0	71	1 200,0	0
Erval Novo.....	SC	1 404,9	777,8	777,8	627,1	0	50	1 200,0	0
Campos Alegre.....	SC	1 973,5	839,0	839,9	1 133,6	0	135	1 200,0	0
Curitibanos.....	SC	1 884,8	743,5	743,5	941,3	0	126	1 200,0	0
Lajes.....	SC	1 551,5	764,6	764,6	786,9	0	102	1 200,0	0
Valões.....	SC	1 558,3	780,9	780,9	777,4	0	99	1 200,0	0
Xanxerê.....	SC	2 462,2	797,1	797,1	1 665,1	0	208	1 200,0	0
Passo Fundo.....	RS	1 731,5	842,4	842,4	889,1	0	105	1 200,0	0
Soledade.....	RS	2 059,0	857,3	857,3	1 201,7	0	140	1 200,0	0
Cruz Alta.....	RS	1 844,3	861,6	861,6	982,7	0	114	1 200,0	0
Palmeira das Missões.....	RS	1 848,2	885,5	885,5	962,7	0	103	1 200,0	0
Iraí.....	RS	2 029,3	894,3	894,3	2 029,3	0	226	1 200,0	0

IX — CAMPOS DO ALTO RIO BRANCO

Boa Vista.....	[ RB ]	[ 1 941,2 ]	[ 1 740,7 ]	[ 1 314,7 ]	[ 626,5 ]	[ 425,7 ]	[ 21 ]	[ 466,1 ]	[ 0 ]
----------------	--------	-------------	-------------	-------------	-----------	-----------	--------	-----------	-------

X — CAMPOS DA PLANÍCIE RIO-GRANDENSE

Taquari.....	RS	1 537,5	991,5	991,5	546,0	0	55	940,9	0
Piratini.....	RS	1 385,8	806,7	806,7	579,1	0	71	1 175,7	0
Santana do Livramento.....	RS	1 653,9	850,5	850,5	535,9	0	60	1 142,6	0
Yacaré.....	RS	1 653,9	835,7	835,7	818,2	0	97	1 200,0	0
Cachoeira do Sul.....	RS	1 589,4	930,2	930,2	659,2	0	70	982,1	0
Cacapava do Sul.....	RS	1 585,5	845,1	845,1	740,4	0	87	1 171,7	0
Jaguarião.....	RS	1 372,9	967,6	967,6	505,3	0	58	1 024,5	0
Itaqui.....	RS	1 494,5	1 040,6	1 040,6	453,9	0	43	1 000,9	0
São Luís Gonzaga.....	RS	1 775,0	957,2	957,2	817,8	0	85	1 193,5	0
Pedras Altas.....	RS	1 428,7	800,1	800,1	628,6	0	78	1 105,4	0
Pelotas.....	RS	1 426,0	850,1	850,1	575,9	0	67	1 100,8	0
Santa Rosa.....	RS	1 962,7	967,9	967,9	994,8	0	102	1 200,0	0
São Gabriel.....	RS	1 629,5	940,1	940,1	680,4	0	73	1 099,4	0
Encruzilhada do Sul.....	RS	1 574,7	804,3	804,3	770,4	0	95	1 177,3	0
Bajé.....	RS	1 349,9	874,1	874,1	475,8	0	54	985,3	0
Santa Vitória dos Palmares.....	RS	1 230,6	804,6	804,8	425,8	0	52	957,1	0
Alegrete.....	RS	1 586,6	908,6	908,6	678,0	0	74	1 185,2	0
Santo Angelo.....	RS	1 503,1	978,4	978,4	924,7	0	94	1 200,0	0
Pôrto Alegre.....	RS	1 313,1	959,9	934,8	378,3	24,7	37	759,9	0
Caxias do Sul.....	RS	1 808,7	769,2	769,2	1 032,5	0	134	1 200,0	0

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — AUBREVILLE, A. — *Étude Écologique des Principales Formations Végétales du Brésil*. Centre Technique Forestier Tropical, Paris, 268 páginas, 1961.
- 2 — AUBREVILLE, A. — "Propos biotrópicos sur une carte bioclimatique de la zone méditerranéenne". *Adansonia*, 3 (3): 338-342, 1963.
- 3 — CAMARGO, A. P. DE — "Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo". Instituto Agrônomo, Campinas, *Bol. n.º* 10: 1-20, 1959.
- 4 — CAMARGO, A. P. DE — "Balanço hídrico no estado de São Paulo", Instituto Agrônomo, Campinas, *Bol. n.º* 116: 1-15, 1960.
- 5 — CAMARGO, A. P. DE — "Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo". Instituto Agrônomo, Campinas, *Bragantia*, 21 (1): 163-213, 1962.
- 6 — CAMARGO, A. P. DE — "Clima do Cerrado". *Simpósio sobre o Cerrado*, São Paulo, pp. 95-124, 1963.
- 7 — AIRÉ, P. — Les essais de représentations synthétiques des climats pour la Géographie Botanique, Documents pour les cartes des Productions végétales, Série: Généralités, t. 3, art. 1, pp. 55-114, 1964.
- 8 — DAUBENMIRE, R. F. — *Plants and Environment*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 422 páginas, 2.<sup>a</sup> ed., 1959.
- 9 — HO, R. — *Physical Geography of the Indo-Australian Tropics. Symposium on the Impact of Man on Hermid Tropics Vegetation, Goroka, Territory of Papua and New Guinea*, Unesco, pp. 19-34, 1960.
- 10 — MC GRATH, K. e outros — "The Amazon Valley". *Unasylya*, 7 (3): 99-104, 1953.
- 11 — MOHR, E. C. J. e F. A. V. BAREN — *Tropical Soils*. The Royal Tropical Institute, Amsterdam, 498 p., 1954.
- 12 — PAHAUT, P. e D. VAN DER BEN — *Carte des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et du Burundi*. Publ. do INEAC, Bruxelas, 1962.
- 13 — RIZZINI, C. T. — "Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil". *Revista Brasileira de Geografia*. 25 (1): 3-64, 1963.
- 14 — SCHIMPER, A. F. W. — *Plant — Geography upon a Physiological Basis*. Clarendon Press Oxford, 839 páginas, 1903.
- 15 — THORNTHWAITTE, C. W. — "An Approach toward a Rational Classification of Climate". *The Geographic Review*, 38: 55-97, 1948.
- 16 — THORNTHWAITTE, C. W. e F. K. HARE — "Classification climatologique et foresterie". *Unasylya*, 9 (2): 55-63, 1955.
- 17 — ZOHARY, M. — "On the Geobotanical Structure of Iran". *Bulletin of the Research Council of Israel*, Sect. D Bot., 11 (Suppl.): 1-113, 1963.

## SUMMARY

The aim of the present paper is twofold: first, to draw a bioclimatic classification of Brazilian territory, and secondly, to establish a correspondence between climatic zones and vegetation complexes. Two systems have been used: *Thornthwaite's* and *Mohr's*, and two coloured maps derived therefrom are included. The conclusions reached are as follows:

1. Moisture is the most important factor, in both the climatic and the edaphic complex, where vegetation determinism is concerned.

2. *Thornthwaite's* and *Mohr's* have proved to be the system that bring out more clearly the correlation between climate and vegetation, with greater emphasis upon the share of the determinism of certain vegetation types.

3. The term "vegetation type" has been replaced by *vegetation complex*, a concept advanced by both *Rizzini* and *Zohary* the same year (1963) and applied by them with the same meaning to the vegetation of Brazil and of Iran, to designate a set of various communities occurring in a given ecologically diversified area. These vegetation complexes may usefully be considered to be the major Brazilian phytogeographical units, and are made up of 31 well-defined plant formations. A reference to "cerrado", for instance, is not intended to be restricted to the savannah, but to comprise all the formations which are to be found intermingled with the savannah on the Central Plateau, so that a more adequate designation would be *Cerrado Complex* or *Central Brazil Complex*.

4. *Thornthwaite's* moisture index (Im) has been used to establish moisture zones on the basis of 310 localities scattered all over Brazil and enable 4 general climatic types to be identified. Map 1 shows how these climatic zones are borne out by the 10 vegetation complexes.

5. *Mohr's* system, which merely takes into account the number of dry months in the year, has deserved some preference for tropical regions. Working with the same 310 localities, it has likewise been possible to determine the 4 general climatic areas delimited in Map 2, which may be said on the whole to be in excellent agreement with the vegetation complexes, though it was necessary to make a correction in the *caatinga* boundary as drawn in the previous map (*Rizzini*, 1963).

6. Both maps (1 and 2) and the two bioclimatic classifications may be seen to be practically identical. Inasmuch as the two quite distinct criteria lead to the same final result, it would seem wiser to choose the simpler, especially as it also shows the dry season.

7. It is suggested that the following bioclimatic (ecological) classification corresponding to Map 2 and founded upon the principles set forth by *Mohr* (*Mohr & Baren*, 1951, *Ho*, 1960) be adopted for Brazil:

1. PERMANENTLY WET AREAS (0-1 dry month per year):  
No dry season, either meteorologic or ecological. Temperate region (Southern Brazil).
  - 1a. *Rio-Grandeian Plain Campos* (100% between 0 and 1) — Map 2 : X.
  - 1b. *Pinheiral* (pinewoods — 95% between 0 and 1) — Map 2 : VIII.
2. HUMID AREAS (0-3 dry months per year):  
Dry season short, meteorologic, and ineffective owing to the ample soil resources, hydrographic system or position near the sea.
  - 2a. *Amazon Forest* (89% between 0 and 3) — Map 2 : I.
  - 2b. *Restinga* (offshore bars — 64% between 0 and 3) — Map 2 : VII.
  - 2c. *Upper Rio Branco Campos* (data insufficient) — Map 2 : IX.
3. SEASONALLY DRY AREAS (4-5 dry months per year):  
Dry season fairly long, regular, ecological in general, compensated by edaphic reserves, which may be deep (*cerrado*) or shallow (forest).
  - 3a. *Cerrado* (71% between 4 and 5) — Map 2 : III.
  - 3b. *Atlantic Forest* (68% between 4 and 5) — Map 2 : II.
  - 3c. *Meio Norte* (Middle North — 50% between 4 and 5) — Map 2 : V.
4. SUBARID-ARID AREAS (6-9 dry months per year):  
Dry season long, intense, irregular, ecological, uncompensated owing to lack of water storage in shallow or rocky soils, etc. In short, atmospheric and edaphic drought.
  - 4a. *Caatinga* (68% between 6 and 9) — Map 2 : IV.

*Apendix. Pantanal* (seasonally inundated floodplain) — Map 2 : VI. Transition area, with an intermixture of Chaco, Central and Atlantic Brazilian flora, the first dry and the last two subhumid to humid.

8. The tables included in the text give data on stored groundwater, number of dry months, evapotranspiration, moisture deficiency, etc.

9. It may be concluded that, as many ecologists think, the tropical climate is mainly characterized by the prevalence of a winter dry season lasting from 1 to 9 months.

10. Either method shows that Amazonia (the *Hylaea* or rainforest) is more humid than the Atlantic Forest; this holds true for the temperate southern zone.

11. It has become evident that the Central Brazilian Savannah (*cerrado*) thrives under the same climate as the Atlantic Forest, the dry season being generally the same for both. The chief ecological difference between the two vegetation complexes lies in the depth of the soil.

12. *Campo limpo* and *restinga* are neither of them so responsive to climate as they are to a particular type of soil; both have a very wide range. It follows that the *campo* formation inhabits wet countries for geomorphological reasons.

13. The formations which make up the vegetation complexes may be classified as climatic, edaphic or edaphic-climatic according to the preference they show for a given climate, soil or both together. Some of them, though primarily climatic, can be looked upon as secondarily edaphic whenever they colonize particularly favourable soil under different climates.

14. Examples of climatic formations are the rainforests to which the concept of climate is applicable. Edaphic formations include the *campos*, the *restinga*, the swamp forests and the *buritizal*. Finally, among those that may be taken to be edaphic-climate are the *caatinga*, the *cerrado*, the dry forests and the scrubs.

15. The concept of the *cerrado* as a mesophilous formation is not far wrong; it differs from the *mata* by living on deep soils that dry up toward the surface, while the *mata* soils are shallower with plenty of water close to ground level.

16. Besides, there is a conspicuous difference in the morphology of the underground systems. On the savannah, the trees have a very far-reaching root system, exceeding the aerial part. Quite to the contrary, forest trees grow much shorter roots, accompanied by the development of those aerial supports called buttresses.

17. Forest soil is formed at the expense of the activity of an extremely rich fauna, the animalcules of which are provided with a filmy skin and require an environment permanently saturated with moisture. Seed regeneration also calls for this sort of milieu. The savannah, however, depends upon deep water, surface relations being almost without importance save during the rainy season.

18. In a clay *cerrado* soil (dark-red latosol) 49% of water was found at field capacity as compared with 18.4% at wilting point, which gives an available moisture range of 30.6%. Results approaching these were obtained in the Congo under similar conditions. The forest humus from Serra dos Orgãos had a field capacity of 100%, while *campo* fine sand from Serra do Cipó displayed the following characteristics:

Field capacity .....	20.4%
Wilting point .....	3.6%
Available water .....	16.8%

19. Finally attention is drawn to the sharp contrast between Brazilian and African moisture zones as shown, in both cases by the *Thornthwaite method*, in Map 1 and *Unasilva*, 9 (2) : 54. 1955, coloured map.

About half of African territory consists of desert (arid climate), which does not exist anywhere in Brazil except for 5 unimportant localities.

Furthermore, there remains an ample belt of semiarid climate, which means that some two-thirds of the continent may be looked upon as dry, while only a small equatorial region is wet and forested.

In Brazil there is only one dry semiarid tract, which is known as the caatinga, as opposed to the greater part of the country which enjoys humid climates, 50 per cent even humid to superhumid. The savannah itself is subhumid-humid.

It is thus evident that Africa is quite distinct from Brazil as far as water distribution is concerned: the former is only one-third humid, while the latter is humid over nearly the whole country. In will be seen, therefore, that conditions are excellent in Brazil for establishing a land-use system that is both rational and intensive.

#### RÉSUMÉ

Cette étude a deux buts: premièrement, de dessiner une classification bioclimatique du territoire brésilien et, deuxièmement, d'établir un rapport entre les zones climatiques et les complexes de végétation. Deux systèmes ont été employés, ceux de *Thornthwaite* et de *Mohr*, et deux cartes en couleurs tracées d'après ces méthodes. Les conclusions sont les suivantes:

1. L'humidité est le facteur le plus important, dans les complexes aussi bien climatiques qu'édaphiques, en ce qui concerne le "déterminisme" de la végétation.

2. Ce sont les systèmes de *Thornthwaite* et de *Mohr* qui montrent le plus clairement le rapport entre le climat et la végétation, en soulignant l'importance du sol dans le déterminisme de certains types de végétation.

3. Le terme "type de végétation" a été remplacé par *complexe de végétation*, un concept avancé à la fois par *Rizzini* et *Zohary* la même année (1963) et appliqué par eux avec la même signification à la végétation aussi bien du Brésil que de l'Iran, pour désigner un ensemble de différentes communautés établies dans une région donnée écologiquement variée. Ces complexes de végétation peuvent être utilement considérés comme grandes unités phytogéographiques du Brésil et comprennent 31 formations végétales bien définies. Une référence au "cerrado", par exemple, n'est pas restreinte à la savane mais englobe toutes les formations qui se trouvent entremêlées à la savane du Plateau central, de sorte qu'il serait plus approprié de dire *Complexe du Cerrado* ou *Complexe du Brésil central*.

4. L'indice d'humidité de *Thornthwaite* a été employé pour établir les zones d'humidité en se basant sur 310 localités éparpillées dans tout le Brésil et permettre d'identifier 4 types climatiques généraux. La carte 1 montre comment ces zones climatiques ont été confirmées par les 10 complexes de végétation.

5. Le système de *Mohr*, qui ne s'occupe guère du nombre de mois de sécheresse dans l'année, a certains avantages pour les régions tropicales. Le travail étant réalisé sur les mêmes 310 localités, cela a permis de déterminer les 4 régions climatiques délimitées sur la carte 2, qui montre dans l'ensemble une excellente conformité avec les complexes de végétation bien qu'il ait fallu corriger la démarcation de la *caatinga* comme elle était dessinée sur la carte précédente de *Rizzini* (1963).

6. On peut voir que chacune des cartes (1 et 2) et les deux classifications bioclimatiques sont pour ainsi dire identiques. Et comme les deux critères bien distincts conduisent au même résultat, il semble logique de choisir le plus simple, surtout qu'il montre en même temps la saison sèche.

7. On suggère que la suivante classification bioclimatique (écologique) correspondant à la carte 2 et fondée sur les principes énoncés par *Mohr* (*Mohr* et *Baren*, 1951, *Ho*, 1960) soit adoptée pour le Brésil:

1. REGIONS TOUJOURS HUMIDES (de 0 à 1 mois de sécheresse par an):  
Pas de saison sèche, soit météorologique, soit écologique. Région tempérée (Brésil du Sud).
  - 1a. *Campos des plaines de Rio Grande* (100% entre 0 et 1) — Carte 2 : X.
  - 1b. *Pinheiral* (forêts de pins — 95% entre 0 et 1 — Carte 2 : VIII).
2. REGIONS HUMIDES (de 0 à 3 mois de sécheresse par an):  
Courte saison sèche, météorologique et inefficace en raison des riches ressources du sol, système hydrographique ou voisinage de la mer.
  - 2a. *Forêt amazonique* (89% entre 0 et 3) — Carte 2 : I.
  - 2b. *Restinga* (cordon littoral — 64% entre 0 et 3) — Carte 2 : VII.
  - 2c. *Campos du Haut Rio Branco* (données insuffisantes) — Carte 2 : IX.
3. REGIONS SAISONNIEREMENT SÈCHES (4 à 5 mois de sécheresse par an):  
Saison sèche assez longue, régulière, écologique en général, compensée par des réserves édaphiques qui peuvent être profondes (*cerrado*) ou non (forêt).
  - 3a. *Cerrado* (71% entre 4 et 5) — Carte 2 : III.
  - 3b. *Forêt atlantique* (68% entre 4 et 5) — Carte 2 : II.
  - 3c. *Meio Norte* (Moyen-Nord — 50% entre 4 et 5) — Carte II : V.
4. REGIONS SUBARIDES-ARIDES (6 à 9 mois de sécheresse par an):  
Longue saison sèche, intense, irrégulière, écologique, non compensée en raison de l'incapacité d'emmagasinage d'eau dans des sols peu profonds, rocheux, etc. Enfin, sécheresse atmosphérique et édaphique.
  - 4a. *Caatinga* (68% entre 6 et 9) — Carte 2 : IV.

*Apendice. Pantanal* (plaine d'inondation saisonnière) — Carte 2 : VI. Zone de transition, avec mélange de la flore du Chaco, du Brésil central et de la Côte atlantique, la première sèche et les deux autres de subhumide à humide.

8. On trouve dans les tableaux des données sur la nappe d'eau emmagasinée, le nombre de mois de sécheresse, l'évapotranspiration, l'insuffisance d'humidité, etc.

9. Il y a donc lieu de croire, comme beaucoup d'écologistes, que le climat tropical est surtout caractérisé par la prédominance d'une saison sèche d'hiver durant de 1 à 9 mois.

10. Chacune des méthodes employées montre que l'Amazonie (*Hylaea* ou forêt équatoriale) est plus humide que la Forêt atlantique, même dans la zone tempérée du sud.

11. Il est devenu évident que la Savane (*cerrado*) du Brésil central se développe sous le même climat que la Forêt atlantique, la saison sèche étant généralement la même pour les deux. La principale différence écologique entre ces deux complexes de végétation repose sur la profondeur du sol.

12. Aussi bien le *campo limpo* que la *restinga* ne répond pas tant au climat qu'à un type de sol particulier; les deux ont une très vaste étendue. Il s'ensuit que la formation du *campo* habite les contrées humides pour des raisons géomorphologiques.

13. Les formations qui font partie des complexes de végétation peuvent être classées comme climatiques, édaphiques ou édapho-climatiques selon qu'elles préfèrent un climat donné, un sol ou les deux ensemble. Certaines, bien qu'essentiellement climatiques, peuvent être considérées jusqu'à un certain point édaphiques quand elles s'installent sur un sol particulièrement favorable sous des climats différents.

14. Comme exemple de formation climatique on peut citer les forêts équatoriales, auxquelles le concept de stabilité climatique est applicable. Les formations édaphiques comprennent les *campos*, la *restinga*, les forêts inondables et le *buritizal*. Finalement parmi ceux qui peuvent être considérés comme édapho-climatiques il y a la *caatinga*, le *cerrado*, les forêts sèches et la brousse.

15. La conception du *cerrado* comme étant une formation mésophile est assez juste; il diffère de la *mata* en vivant sur des sols profonds qui se dessèchent à la surface, alors que les sols de la *mata* sont très peu profonds et chargés d'eau à la partie supérieure.

16. En outre, il y a une différence marquée dans la morphologie des systèmes souterrains. Dans la savane, les arbres ont des racines prolongées, formant une organisation bien plus étendue que la partie aérienne. Tout au contraire, les arbres de la forêt sont soutenus par des racines beaucoup plus courtes et le tronc s'élargit vers la base en supports aériens appelés contreforts.

17. Le sol de la forêt est formé aux dépens de l'activité d'une faune extrêmement riche, dont les animalcules sont pourvus d'une mince pellicule et demandent un milieu toujours saturé d'humidité. La régénération des semences a aussi besoin de ce genre de conditions. Cependant, la savane dépend d'eau profonde, les relations de surface étant presque sans importance sauf pendant la saison des pluies.

18. Une capacité hygroscopique de 49% a été trouvée pour un sol argileux du *cerrado* (latosol rouge sombre) avec un point de jaunissement de 18,4%, ce qui donne une variation d'humidité utilisable de 30,6%. Des résultats approchant ceux-ci ont été obtenus au Congo dans des conditions analogues. L'humus de la forêt de la Serra dos Orgãos a une capacité hygroscopique de 100% alors que le sable fin du *campo* de la Serra do Cipó montre les caractéristiques suivantes:

Capacité hygroscopique .....	20,4%
Point de jaunissement .....	3,6%
Humidité utilisable .....	16,8%

19. Finalement l'auteur souligne le contraste marqué entre les zones d'humidité brésiliennes et africaines, établies dans chaque cas par la méthode de *Thorntwaite* et représentées respectivement sur la carte 1 et sur la carte en couleurs *Unisilva*, 9 (2) : 54. 1955.

Près de la moitié du territoire africain est un désert (climat aride) qui n'existe nulle part au Brésil sauf dans 5 localités sans importance.

De plus, il y a une vaste bande de climat semi-aride, ce qui montre qu'environ les deux tiers du continent peuvent être considérés comme secs alors que seulement une petite région équatoriale est humide et couverte de forêts.

Au Brésil il n'y a qu'une étendue sèche sémi-aride connue comme *Caatinga*; la majeure partie du pays jouit d'un climat humide et 50 pour cent est même humide jusqu'à surhumide. La savane elle-même est subhumide-humide.

Il est donc évident que l'Afrique est tout à fait distincte du Brésil en ce qui concerne la distribution hydrographique: la première n'est qu'un tiers humide, cependant que le dernier est humide sur presque toute son étendue. On voit donc que les conditions sont excellentes au Brésil pour établir un système de mise en valeur de la terre qui serait à la fois rationnel et intensif.