

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

Ano XI

JANEIRO-MARÇO DE 1949

N.º 1

INTRODUÇÃO À BIOGEOGRAFIA *

Prof PIERRE DANSEREAU
Da Universidade de Montreal

INTRODUÇÃO

Os níveis de integração

A Biogeografia é a ciência que estuda a distribuição, a adaptação, a expansão e associação das plantas e dos animais (ou seres vivos). Esta definição nos leva a examinar o que aconteceu, o que está acontecendo e até mesmo o que está para acontecer. São, pois, considerações no tempo e no espaço.

Estudando a evolução dos seres vivos, devemos remontar às origens afim de verificarmos as adaptações ao meio Temos, pois, que considerar: a origem dos seres vivos e sua história geológica remota e recente, as limitações impostas pelo clima, as condições imediatas do ambiente e a relativa estabilidade que conseguem os conjuntos de plantas e de animais.

Reconheceremos vários níveis, de acôrdo com o objetivo a alcançar (DANSEREAU, 1947). Em cada nível, podemos observar que variam. as afinidades com outras ciências, o próprio material estudado, o objetivo da pesquisa, a natureza das limitações impostas, os métodos, as conclusões às quais se chega e as unidades empregadas (vide tabela I). Dividiremos, então, o estudo em partes correspondentes a êstes níveis de integração.

* Este modesto trabalho resulta dum curso de Biogeografia dado nos meses de julho e agosto de 1946, aos alunos da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, Rio de Janeiro. É apenas uma introdução ao complexo das ciências biogeográficas e pretende somente mostrar as suas interdependências, seus problemas e alguma coisa dos métodos de trabalho, das classificações e das conclusões às quais os biogeógrafos chegaram nestes últimos anos.

A bibliografia do assunto é, naturalmente, considerável e não utilizei senão as obras mais úteis para ilustrar os diversos pontos que merecem sobressair.

Agradeço ao professor A. CARNEIRO LEÃO, diretor da Faculdade Nacional de Filosofia e ao professor HILGARD O'REILLY STERNBERG que me convidaram a dar este curso. Ajudaram-me na redação destas notas e na preparação para a sua publicação: FERNANDO SEGADAS VIANA, DORA DE AMARANTE ROMARIZ, EDGAR KUHLMANN e MARIA TERESINHA SEGADAS VIANA. A êstes alunos fico particularmente grato. Eles provavam, mais uma vez, que o professor pode aprender muito com os alunos.

Agradeço também, muito particularmente, ao Sr. CHRISTOVAM LEITE DE CASTRO, secretário-geral do Conselho Nacional de Geografia, graças a quem tive a oportunidade de realizar alguns trabalhos no Brasil, pois teve êle a gentileza de colocar à minha disposição todos os recursos da Secção de Estudos. Já encontrei, assim como na Fundação Getúlio Vargas e, mais ligeiramente, no Museu Nacional e no Instituto Osvaldo Cruz, o auxílio material e, principalmente, a atmosfera intelectual indispensáveis à pesquisa científica.

Sinto-me feliz em dedicar êste modesto trabalho ao Sr. CHRISTOVAM LEITE DE CASTRO, em quem me é grato reconhecer o grande animador dos estudos geográficos no Brasil.

1.º nível: Paleontológico

Neste plano incluiremos uma série de considerações sobre a adaptação das plantas e animais, condicionadas por grandes acontecimentos geológicos (glaciações, transgressões marinhas, translações dos continentes, etc.). Verificaremos a escala geológica que possibilitou condições novas e mais ou menos favoráveis para a vida. O material a estudar será constituído dos grandes grupos de plantas e animais que se sucederam desde o início da história da Terra. O objeto de estudo será, pois, a origem destas plantas e animais, o seu apogeu e o motivo do seu desaparecimento. Esta escala de limitação verificou-se em períodos muito extensos, de milhões de anos. O método é o usado na Paleontologia e na Geologia Estratigráfica. As conclusões serão tiradas sobre as tendências evolutivas destes grandes grupos e o estabelecimento de certa continuidade em alguns grupos. O estudo deste nível de vida terá, pois, unidades próprias: flora e fauna

2.º nível: Paleoecológico

Os últimos e mais recentes períodos geológicos nos permitem um estudo mais metuculoso, não só da evolução das espécies, mas também das mudanças geográficas do clima e da vegetação. Os movimentos da flora e dos tipos de vegetação poderão ser acompanhados pelo geógrafo e interpretados em termos das flutuações dos fatores meteorológicos. A análise dos varvitos, dos anéis anuais das árvores e dos polens depositados nas turfeiras, nos dão uma idéia do tempo que durou a ocupação dum território por um determinado tipo de vegetação. Poderemos então falar em cinturas de vegetação, zonas de vida, tipos indicadores climáticos.

3.º nível: Areográfico

Relaciona-se com a Geologia e Taxonomia. Trata-se de estabelecer a distribuição atual de tôdas ou de algumas espécies de plantas e animais. Achando-se uma coincidência de área entre um grande número de espécies, serão obtidos diversos tipos de distribuição geográfica. Verificar-se-ão as descontinuidades e sua razão de ser. As atuais áreas descontínuas de alguns grupos taxonômicos podem, em geral, ser explicadas pela interposição de barreiras. Assim, encontraremos analogias entre áreas hoje em dia distantes. Brasil e África, China e América, Chile e Austrália. Estas considerações feitas sobre formas anteriores do globo, serão explicáveis por acontecimentos de ordem geológica.

4.º nível: Bioclimatológico

No nível anterior (Areográfico) procuramos a explicação da distribuição, neste procuraremos indagar sobre os fatores meteorológicos

responsáveis pela atual limitação, como sejam: luz, temperatura, umidade, etc. Há lugares no mundo de climas iguais, com tipos biológicos semelhantes, mas contendo plantas e animais diferentes. Esta diversidade explica-se por razões históricas. O objeto da Bioclimatologia é constituído pelas limitações devidas aos fatores do clima. Uma das preocupações do bioclimatologista será estabelecer os *isófenos*, isto é, a linha que une pontos de igual periodicidade biológica: momento de floração de uma determinada planta, da reprodução de um peixe, etc. Pela presença das plantas características, ou pelos *isófenos* traçados, poderemos ter uma idéia do clima, talvez mais exata do que se utilizássemos apenas medidas meteorológicas. As plantas servirão de índices porque têm reação holocenótica, quer dizer, reagem aos fatores do ambiente considerados em seu conjunto. Às vezes, o bioclimatologista poderá atribuir a atual distribuição duma espécie a um fator, cuja influência se torna verdadeiramente limitativa: o calor, a umidade, a luz. Outras medidas interessantes: os espectros biológicos ou repartição das formas biológicas em cada região.

5.º nível: Autoecológico

Este estudo limita-se ao ser vivo individualizado, isto é, nos vários aspectos do seu ciclo vital e em seu meio. O capim gordura, o palmito, a embaúba, a formiga saúva, o siri, o gambá, a onça, se prestam a observações, até a experiências, para determinar as diversas modalidades do ajustamento ao ambiente: reação aos fatores físicos, químicos, biológicos. Estudam-se na natureza e no laboratório, as exigências, as tolerâncias de cada espécie (e mesmo de cada raça), bem como a capacidade que eles têm de utilizar e transformar os recursos do meio. A periodicidade, a reprodução, a dispersão, manifestam a luta da herança com o ambiente e vários *ecotipos* mostram, até morfológicamente, um grau mais ou menos adiantado de conformidade com o meio.

6.º nível: Sinecológico

Consideraremos o próprio meio de um modo global, com tudo o que nêle vive, descobrindo o motivo dos equilíbrios existentes. Procuraremos, pois, saber como se associam as várias espécies de seres vivos, como utilizam as possibilidades do meio e como as retribuem se cada uma melhora ou piora as condições de seu *habitat*. Assim, estudaremos uma restinga, um brejo, um andar da montanha, ãa mata, um cimo de montanha, onde poderemos distinguir zonas dominadas por tipos diferentes e manifestando uma relação mais ou menos estável com a fisiografia e o solo. Interessa-nos sobretudo, o dinamismo evolutivo da vegetação a *sucessão* que termina com o *clímax*.

TABELA I

Comparação dos critérios empregados em cada nível de integração
(DANSEREAU, 1947)

NÍVEL	Afinidades com outras ciências	Material estudado	Objeto de pesquisa	Natureza das limitações	Método de estudo	Conclusões	Unidades
1 PALEONTOLÓGICO Paleontologia Paleobotânica	Geologia Evolução Filogenia	De phylums até espécies	Origem, expansão e decadência	Principais acontecimentos geológicos	Escavação de fósseis	Tendências evolutivas e seqüências	Floras fósseis Faunas fósseis Isofloras
2 PALEOECOLÓGICO Paleoecologia Geocronologia Paleoclimatologia	Geologia Climatologia	Floras, faunas Gêneros, espécies	Movimentação em relação com as mudanças de clima	Flutuações paleoclimatológicas	Análise dos <i>stratus</i> Estudo de varvitos Perfis polênicos, anéis de crescimento, localização das áreas-releíquias	Ocupação de áreas em relação a períodos de tempo	Faixas de vegetação Zonas de vida Tipos climáticos
3 AREOGRÁFICO Areografia Geobotânica Zoogeografia	Geologia Taxonomia Geografia Paleontologia	De famílias até espécies	Distribuição Afinidades de áreas	Não mencionada Acontecimentos geológicos	Demarcação de áreas Comparação de áreas	Extensão Disjunção e antiga continuidade	Áreas Flora, fauna Tipos de áreas
4 BIOCLIMATOLÓGICO Bioclimatologia Fenologia	Climatologia Meteorologia	De espécies até raças	Comportamento em relação à área climática	Clima ou fatores climáticos	Mapeação de coincidências de áreas	Responsabilidade dos fatores individuais meteorológicos Ciclo	Isófenos Isobióceros
5 AUTOECOLÓGICO Autoecologia	Fisiologia Genética Anatomia Ciência do Solo	De espécies até raças	Reação aos fatores do <i>habitar</i> , considerados isolada ou holocêntricamente	Fatores físicos químicos e biológicos	Medição direta de respostas Experimentação	Natureza e importância das limitações imediatas Extensão e profundidade das possíveis reações aos fatores individuais	Ecotipo
6 SINECOLÓGICO Sinecologia	Autoecologia Geografia Física	Vegetação Populações animais	Características, inter-relações e dinamismo	Natureza do <i>habitat</i>	Observação fisionômica	Tipo de associação Natureza e orientação do dinamismo	Áreas-clímax Sêres Associações (<i>sensu lato</i>) Formações
7 SOCIOLÓGICO Fitossociologia Sociologia animal	Sinecologia Autoecologia	Comunidades	Composição quantitativa, estrutura e evolução	Do <i>habitat</i> até o biótopo	Levantamento em quadros	Descrição estática, dinâmica e areal das unidades	Ordens Alianças Associações (<i>sensu stricto</i>) Unões
8 INDUSTRIAL Utilização das terras Conservação	Agricultura Silvicultura Geografia Humana Sociologia História	Paisagem	Influência do homem	Intervenção humana	Documentação histórica	Natureza, importância e duração das perturbações	Tipos de utilização das terras

7.º nível: Sociológico

É o estudo do modo como se associam as espécies, das proporções que guardam entre si. A composição florística é estabelecida numa base estatística e tem que ser reconhecida também a estratificação

da vegetação. A seguir, considerando áreas duma certa extensão geográfica, poderemos analisar a *freqüência*, a *presença*, a *constância* e a *fidelidade* de tôdas as espécies, destacando as indicadoras de cada uma das associações formadas, as dominantes, as características.

8.º nível: Industrial

A palavra industrial é empregada no sentido que dão os antropólogos à interpretação da adaptação do homem ao meio. Pesquisa-se como utilizou êle seus recursos, como transformou a paisagem até o ponto de estabelecer um novo equilíbrio diferente do primitivo, a exemplo do que se deu na bacia do São Lourenço, nos Alpes, na Baixada Fluminense. Êste trabalho, só realizável pelo homem, é fruto de intenção, de previsão e daí a interpretação dêstes fenômenos ser feita por um método especial. A natureza das limitações impostas a animais nocivos e plantas daninhas, apresenta uma perturbação biológica considerável. Estas limitações acarretam distúrbios tão grandes, que levaram VERNADSKY (1945) a pensar que poderiam caracterizar uma nova época geológica. Outro ponto a estudar será o da utilização de terras.

A consideração dêstes diferentes níveis dá uma idéia do conjunto das ciências biogeográficas, da variedade das pesquisas e dos diversos métodos a serem empregados para chegar a conclusões duma certa ordem de grandeza (de certeza, também) e ao estabelecimento de unidades mais ou menos padronizadas (vide tabela I)

ALGUMAS DEFINIÇÕES

A Biogeografia, então, é o estudo da distribuição, adaptação, migração e associação das plantas e dos animais. Cobre, assim, um campo muito vasto, tomando emprestado diversos dados a outras ciências. Esta definição contém quatro elementos principais em tórno dos quais giram as pesquisas.

Ao geógrafo, porém, interessa mais estudar o elemento sintético, que é a associação. Mas, antes de estudarmos êste elemento, devemos investigar outros aspectos, como sejam: origem, história de diversos grupos, reações principais dos animais e plantas quanto aos fatores considerados separadamente e quanto aos diferentes *habitats*. Nestes estudos, a Biogeografia entra em relação com as ciências que a compõem, com a *Ecologia*, a *Geobotânica* e a *Zoogeografia*.

A *Paleontologia* é o estudo dos animais e das plantas fósseis (*Paleobotânica*).

A *Paleoclimatologia* estuda os climas dos tempos passados e a *Paleoecologia*, a relação das floras e faunas restritas ao meio. A *Geo-*

cronologia mostra a sucessão no tempo dos diversos acontecimentos meteorológicos e biológicos.

A *Areografia* nota, simplesmente, a extensão geográfica dum organismo ou dum fenômeno físico ou biológico. A *Geobotânica* e a *Zoogeografia* interessam-se pela distribuição geográfica das plantas e dos animais, procurando explicar muitas vezes as limitações a que estão sujeitas

A *Bioclimatologia* é o estudo da influência dos fatores meteorológicos sobre os seres vivos. A *fenologia* é o estudo da evolução, no tempo e no espaço da periodicidade biológica.

A *Ecologia* é o estudo da reação das plantas e dos animais ao ambiente imediato (ao *habitat* e não à localidade geográfica). A *Autoecologia* é o estudo duma espécie ou dum indivíduo animal ou vegetal quanto às suas reações ao *habitat*. A *Sinecologia* é o estudo do comportamento das comunidades biológicas. A *Sociologia* é o estudo pormenorizado das proporções e interrelações das espécies que compõem uma associação. Geralmente a *Fitossociologia* e a *Sociologia Animal* ficam separadas.

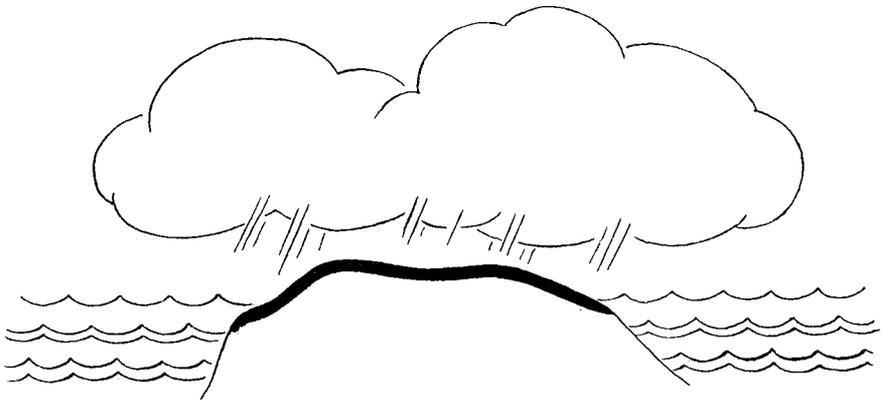
A *Conservação* é uma ciência baseada em conhecimentos ecológicos que têm como finalidade a proteção e o aproveitamento dos equilíbrios naturais

PRIMEIRA PARTE. PALEONTOLOGIA

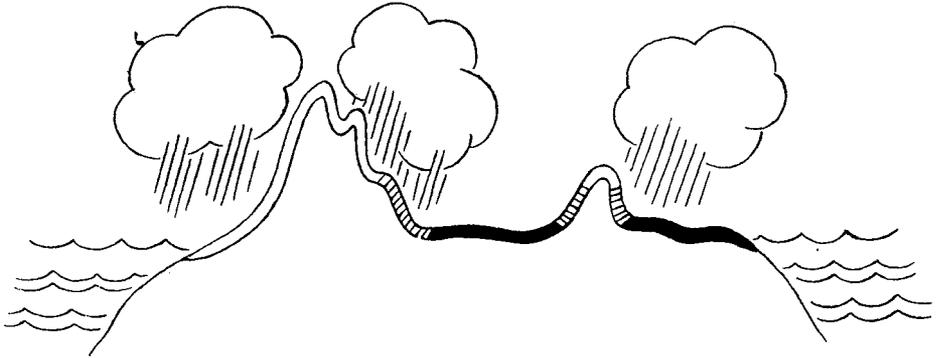
1. Origem e evolução dos grupos através dos tempos geológicos

A distribuição geográfica das plantas e animais é limitada, primeiramente, pela sua origem geológica. Vários acontecimentos, que ocorreram através dos tempos, tiveram efeitos diversos sobre os grupos biológicos. A distribuição atual e a fóssil de certas plantas e animais, levam-nos a concluir que algumas áreas, hoje descontínuas, achavam-se outrora ligadas. Durante o mesozóico, houve continuidade entre o continente africano e o sul-americano e, também, entre o norte-americano e o europeu, havendo muitas provas disto (a floresta da América do Norte e a da Europa, por exemplo, têm uma flora essencialmente a mesma).

Considerando a evolução dos seres vivos, na evolução da Terra, temos de estabelecer uma grande distinção entre duas situações diferentes. Os climas normais e os climas revolucionários. Os climas *normais* são aqueles que predominam durante uma porcentagem muito elevada de tempo. As condições eram: continentes relativamente pe-



CLIMA NORMAL



CLIMA REVOLUCIONÁRIO

Fig 1 — O clima normal prevaleceu durante a maior parte dos tempos geológicos com continentes menores e mares maiores, relevo uniforme, temperatura elevada (em preto), grande umidade e pouca chuva. O clima revolucionário caracteriza épocas de perturbação, com continentes maiores, relevo, temperatura e precipitação desiguais

quenos, relevo pouco desigual, temperatura elevada e mais ou menos uniforme, grande umidade e pouca precipitação (Vide fig 1).

Os climas *revolucionários* são aqueles em que dominam condições diferentes das dos climas normais. Os continentes eram, então, mais extensos e os mares mais restritos, o relevo muito desigual, assim como a temperatura e a umidade (alguns lugares com muita precipitação e outros bem secos) (fig. 1).

Sendo diferentes as condições de vida durante estes dois períodos alternantes, também foram diversas as possibilidades de evolução dos seres vivos e os obstáculos que encontraram. De modo que, nestes dois períodos o *poder seletivo do meio* foi muito diferente. Houve maior uniformidade das condições do ambiente nos períodos normais, esta-

TABELA II

Os grandes passos na evolução dos seres vivos, segundo RUSSEL (1941)
e vários outros autores

ERA	Época	Duração	%	Comparação a 1 ano	Clima	Aparecimento	Apogeu	Extinção
CRIPTOZÓICA ou PRÉ-CAMBRIANO	Arqueano	1 000 000 000 a 680 000 000	+ 32	1 — I	Frio no início Mais quente no fim	Vida unicelular		
	Algonquiano	680 000 000 a 360 000 000	— 32	28 — IV 22 — VIII	Glacial Temperado a tropical Glacial no fim	Invertebrados marinhos primitivos		
PALEOZÓICA ou PRIMÁRIA	Cambriano	360 000 000 a 290 000 000	— 7	23 — VIII 17 — IX	Quente, uniforme	Moluscos	Algas marinhas Trilobites	
	Ordoviciano	290 000 000 a 250 000 000	4	18 — IX 2 — X	Quente, uniforme	Peixes	Invertebrados superiores	
	Siluriano	250 000 000 a 230 000 000	— 2	3 — X 9 — X	Quente no início Mais frio Glaciações locais no fim	Plantas e animais terrestres primitivos	Peixes	
	Devoniano	230 000 000 a 200 000 000	— 3	10 — X 20 — X	Frio no início geralmente quente	Batráquios Flora terrestre	Pteridófitas arbóreascentes	
	Mississippiano	200 000 000 a 180 000 000	— 2	21 — X 27 — X	Temperado	Equinodermas Seláquios antigos	Batráquios Pteridospermas	
	Pensilvaniano	180 000 000 a 150 000 000	3	28 — X 7 — XI	Mais para temperado, indoesmo até sub-tropical, muito úmido	Insetos e répteis primitivos	Gimnospermas	
	Permiano	150 000 000 a 120 000 000	— 3	8 — XI 18 — XI	Glacial			Pteridófitas arbóreascentes Pteridospermas
MESOZÓICA ou SECUNDÁRIA	Triássico	120 000 000 a 100 000 000	— 2	19 — XI 25 — XI	Variável: fresco a sub-tropical	Dinossauros	Répteis	
	Jurássico	100 000 000 a 80 000 000	— 2	26 — XI 2 — XII	Frio nos pólos Quente a sub-tropical nos outros lugares	Pterodáctilos Aves		
	Comanquiano	80 000 000 a 70 000 000	+ 1	3 — XII 6 — XII	Temperado-quente	Angiospermas		
	Cretáceo	70 000 000 a 40 000 000	— 3	7 — XII 17 — XII	Quente, uniforme, mais frio no fim	Mamíferos primitivos	Insetos modernos Angiospermas	Grandes saúrios
CENOZÓICA ou TERCIÁRIA	Paleoceno				Temperado		Mamíferos	Mamíferos primitivos
	Eoceno	40 000 000 a 20 000 000	+ 2	18 — XII 31 — XII (18 h)	Temperado quente	Gramíneas Mamíferos modernos		
	Oligoceno				Quente	Antropóides		
	Mioceno				Mais frio, aridez local			
	Plioceno				Temperado, condições locais			
PSICOZÓICA ou QUATERNÁRIA	Pleistoceno	20 000 000 a 0 (1947)	— 2	31 — XII 18 h a 23h58'48''	Semi-áridas			Grandes mamíferos
	Recente				Variável		Homens	
	Tempos históricos			31 — XII 25h58'48'' a 24h	Glaciações			

belecendo-se nêles os *gradientes* (evolução geográfica insensível de um caráter qualquer num grupo de plantas ou animais). Deveria haver muitos gradientes nos períodos normais, enquanto, nos revolucionários, os gradientes são pouco freqüentes, pois as descontinuidades biológicas acompanham as descontinuidades topográficas ecológicas, etc

Em todo êste estudo, o papel das glaciações é muito importante, parecendo ter havido uma glaciação no fim de cada era geológica, abrangendo uma grande extensão, inclusive lugares não cobertos pelo gêlo.

RUSSEL (1941) organizou uma escala, visando uma síntese da evolução do clima, estabelecendo uma comparação entre o tempo geológico e um ano do calendário. (Vide tabela II)

Era criptozóica ou *pré-cambriana* — Estendeu-se do dia 1 de janeiro até o dia 23 de agosto, tendo abrangido 64% do tempo geológico. Esta era acabou com uma grande glaciação

Era paleozóica — Dividida em seis períodos No cambriano, ordoviciano e siluriano, o clima foi quente e uniforme, com exceção do fim do siluriano, em que houve glaciações locais. Aparecem no *cambriano* os moluscos, no *ordoviciano* os peixes (atingem o apogeu no siluriano) e no *siluriano* surgem as primeiras plantas terrestres (*Psilophytales*) (o *Psilotum* brasileiro, que é uma epífita, parece um descendente direto destas plantas silurianas) e os primeiros animais terrestres. O cambriano durou de 23 de agosto a 17 de setembro, o ordoviciano de 18 de setembro a 2 de outubro e o siluriano de 3 de outubro a 9 de outubro. O período seguinte, o devoniano, durou de 10 a 20 de outubro Houve frio no início, esquentando depois o clima. Aparecem os batráquios e a flora terrestre apresenta-se muito desenvolvida, com os enormes criptógamos vasculares (pteridófitas). No *carbonífero* (mississipiano e pensilvaniano, de 21 de outubro a 7 de novembro), o clima apresentou-se de temperado a sub-tropical (formando-se as florestas de pteridófitas). Durante o carbonífero, aparecem as *Gymnospermas*, que atingem, no fim desse período, o seu apogeu, havendo, então, grande número de espécies. Surgiram também plantas que pareciam pteridófitas, mas que produziam sementes São as *Pteridospermas*, características da primeira parte do carbonífero No *permiano* (8 a 18 de novembro), desaparecem as pteridófitas arbórescentes com exceção das samambaias-açu) e as *Pteridospermas*.

Era mesozóica — No *triássico* (19 a 25 de novembro) o clima apresentou-se fresco e sub-tropical, aparecendo, então, os dinossauros No *jurássico* (26 de novembro a 2 de dezembro), há frio nos pólos, sendo o clima quente e sub-tropical nos outros lugares Dominam aí os répteis e aparecem os pterodáctilos e as primeiras aves, como a *Archeopteryx*. No *cretáceo* (3 a 17 de dezembro), o clima é temperado-quente, tornando-se mais frio no fim e acabando por uma glaciação No *cretáceo* inferior (comanquiano), aparecem as *Angiospermas* (plan-

tas que dão sementes e flores) e no cretáceo médio e superior, aparecem os mamíferos primitivos, dominando, então, os insetos modernos e as *Angiospermas*. Com a enorme expansão das angiospermas, que dominam até hoje, as paisagens do fim do cretáceo são semelhantes a algumas paisagens atuais, como mostrou SEWARD (1941), que fez a reconstituição de diversas paisagens antigas. Os grandes répteis, que dominaram durante o triássico, o jurássico e parte do cretáceo, desaparecem, definitivamente, no fim deste, em virtude da glaciação (ou de outras causas biológicas ou, ainda, de outros fatores climáticos).

Era cenozóica — Durou de 18 a 31 de dezembro, às seis horas da tarde. O clima foi: temperado no *paleoceno*, temperado-quente no *eceno*, quente no *oligoceno*, mais frio e com sêca local no *mioceno*, temperado e de condições locais semi-áridas no *plioceno*. Dominam, nessa era, os *mamíferos*, que já haviam aparecido, em formas fracas, no cretáceo, sendo, então, dominados e talvez inibidos pelo répteis. Este novo grupo, ainda indiferenciado, ao lado de um grupo súper-diferenciado, muito adiantado mas também muito fraco em função de sua própria diferenciação, aproveitou as novas condições do *habitat* para se desenvolver e dominar durante a era terciária. Durante o *eceno*, aparecem as *gramíneas* e os mamíferos modernos, no *oligoceno* surgem os mamíferos adiantados, os antropóides.

Era psicozóica — Só no *pleistoceno* (quaternário) é que desaparece, devido à glaciação, a maioria dos grandes mamíferos, como os mamutes. O pleistoceno durou de 6 horas da tarde às 11 horas, 58 minutos, 48 segundos do dia 31. É aí que aparece o *homem* (no fim do plioceno ou começo do pleistoceno), chegando, então, num período revolucionário. O tempo histórico, onde o homem criou alguma coisa, vai das 11 horas, 58 minutos e 48 segundos até à meia-noite.

2. Separação dos continentes e transgressões marinhas

Na era terciária, existiu um continente boreal, formado pela América do Norte e Eurásia. Com o deslissamento dos continentes, a conseqüente formação do oceano Atlântico e a penetração dos mares no interior do continente americano, as terras boreais foram *divididas em três partes*, separadas por mares. Estas três partes, são América do Noroeste, América do Nordeste e Eurásia (MARIE-VICTORIN, 1929). Esta separação, porém, não trouxe o mesmo resultado para os diversos organismos existentes no grande continente boreal, tendo havido uma evolução independente.

Uma primeira série de seres vivos permaneceu no seu estado inicial, não tendo evoluído. É notável que nenhum deles seja árvore ou mamífero, isto é, seres mais importantes sob o ponto de vista ecológico (Vide tabela III).

Exemplos: 1 — *Polystichum Braunii*: a) na Europa este feto é muito difundido nas regiões sub-alpinas; b) na América do NE per-

TABELA III
 Grupos taxonômicos vicariantes

	AMÉRICA DO NW	AMÉRICA DO NE	EUROPA
Sem evolução	Polystichum aculeatum Caltha palustris Circaea alpina	Polystichum Braunii C palustris C. alpina Esox lucius	P. aculeatum P Braunii C palustris C alpina E lucius
Evolução até a variedade ou subespécie	Anemone nemorosa Pteridium aquilinum Molothus ater artemisiae	A nemorosa var quinquefolia P aquilinum var. latiusculum Cypripedium calceolus var. pubescens Hepatica nobilis var. americana M ater ater	A nemorosa P. aquilinum C. calceolus H nobilis
Evolução específica	Polypodium vulgare Pinus monticola Populus tremuloides Pinus contorta Rubus parviflorus Cervus canadensis Icterus bullocki	P virginianum P. Strobus { P tremuloides { P glandidentata { P Banksiana { P virginiana R odoratus C canadensis I galbula	P vulgare P. peuce P. tremula { P silvestris { P. montana C elaphus

sistiu, sendo, porém, uma relíquia, com poucos exemplares e muito espaçados entre si; c) na América do NW, não existe.

2 — *Caltha palustris*. Ranunculácea de flores amarelas: a) na Europa há grande distribuição, nas zonas frias e úmidas; b) na América do NE, idem; c) na América do NW, é pouco difundida.

3 — *Circaea alpina*, pequena onagrácea, delicada: a) na Europa há grande distribuição nas zonas frias e úmidas, vivendo na sombra das coníferas; b) na América do NE, idem; c) na América do NW, idem.

4 — *Esox lucius*, peixe típico das águas doces na Europa e na América do NE; na América do NW não existe.

A seguir, temos uma segunda série de seres vivos, que evoluíram, mas que não chegaram a formar espécies novas, só tendo dado variedades (vide tabela III).

Exemplos: 1 — *Cypripedium calceolus*. a) aparece na Europa em *habitat* sub-alpino; b) existe na América do NE a variedade *Cypripedium calceolus var. pubescens*, encontrada em zona de mesmo clima, mas a baixa altitude; c) não existe na América do NW.

2 — *Hepatica nobilis*, planta do início da primavera Existe na América do NE como *Hepatica nobilis, var. americana*.

3 — *Pteridium aquilinum*, que é muito difundido pelo mundo inteiro. Existe na Europa e na América do NW (na forma típica),

tendo evoluído na América do NE, como *Pteridium aquilinum var. latiusculum*.

Há, também, uma terceira série de sêres, que apresentam uma evolução específica. É o caso do *Pinus peuce* da Europa, do *Pinus Strobus* da América do NE e do *Pinus monticola* da América do NW. Estas três espécies de *Pinus*, têm uma origem comum, o que é demonstrado pelo seu estudo morfológico. Encontram-se outros exemplos de evolução paralela, como o *Pinus silvestris* da Europa, o *Pinus Banksiana* da América do NE, o *Pinus contorta* da América do NW. O *Pinus silvestris* que ocorre no Mediterrâneo até a Escandinávia e Rússia, acha-se em lugares fisiograficamente diferentes, tendo produzido muitas adaptações, que, porém, só chegam a constituir variedades. O *Pinus Banksiana*, é encontrado no Canadá e em tôrno dos Grandes Lagos, região arenosa e de pouca altitude. É uma espécie pioneira, isto é, não faz parte da floresta clímax. O *Pinus virginiana* é uma vicariante ao sul do *Pinus Banksiana*, sendo encontrado em regiões de clima mais quente e de maior altitude. O *Pinus contorta* é encontrado nas Montanhas Rochosas, em regiões sêcas e baixas.

A tabela III dá outros exemplos, pertencentes a vários gêneros de plantas. Nota-se a falta, muitas vêzes, do grupo num dos três painéis. Assim, no plioceno houve *Ulmus* na costa do Pacífico, hoje, porém, êle daí desapareceu completamente.

Dá-se o mesmo com os animais, havendo pássaros que apresentam uma sub-espécie em cada uma das províncias biológicas do Atlântico, dos Apalacheanos, da Planície Central, das Montanhas Rochosas, do Pacífico

A estas entidades com origem comum, mas hoje situadas em áreas geográficas diferentes, dá-se o nome de *vicariantes*. É claro que o papel ecológico de cada um dos vicariantes pode ser o mesmo (*Populus tremula* — *Populus tremuloides*) ou, então, muito diferente (*Pinus silvestris* — *Pinus Banksiana*). Frequentemente, o que poderia ser chamado de *vicariante ecológico*, pertence a famílias diferentes (*Cistus* no *maquis* mediterrâneo e *Salvia* no *chaparral* californiano; *Mercurialis perenis* na floresta de faia da Europa e *Osmorrhiza claytoni* na norte-americana).

Uma transgressão marinha também dividiu a Austrália, onde se encontram hoje em dia vicariantes de *Eucalyptus*, *Acacia*, *Epacris*, etc (CAIN, 1944).

3. Evolução dum tipo de vegetação desde o plioceno

Na costa da Califórnia, estende-se uma floresta constituída de pinheiros, que se caracterizam por ter o cone completamente fechado. Esta floresta presta-se a considerações biogeográficas muito interessantes (CAIN, 1944). Presentemente, é descontínua, pois só é encontrada em ilhas. No plioceno, esta floresta era homogênea, pois nela existem

RECENTE

PLEISTOCENO

PLIOCENO

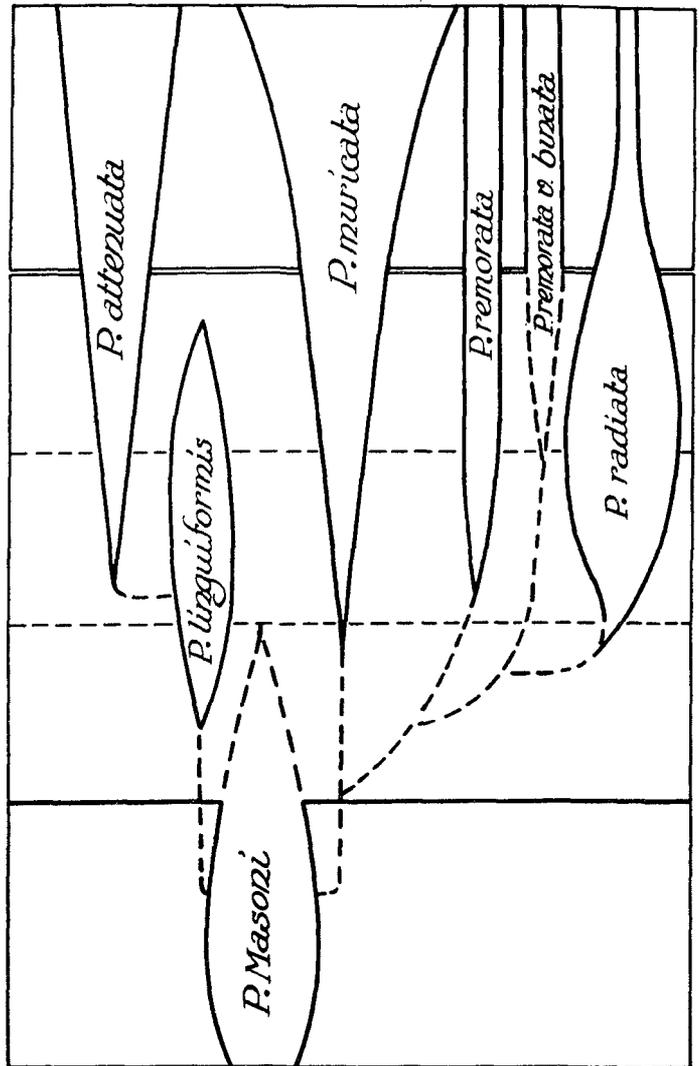


Fig 2 — Filogenia dos pinheiros de cone fechado da costa da Califórnia, segundo CAIN, (1944)

plantas endêmicas restritas a estas formações e testemunhas duma antiga ligação.

Nos depósitos do plioceno, encontramos uma espécie de pinheiro, o *Pinus Masoni*, que já não aparece no início do pleistoceno, porque as condições climáticas tornaram difícil a sua sobrevivência (fig. 2).

Nos depósitos do pleistoceno são encontrados:

1 — *Pinus linguiformis*, até a terceira parte do pleistoceno, não chegando ao fim do mesmo. 2 — *Pinus attenuata*, aparece na segunda parte do pleistoceno, tendo grande expansão geográfica no fim deste, estendendo-se pela costa e pelo interior. 3 — *Pinus muricata*, aparece desde o início do pleistoceno. 4 — *Pinus remorata*, não se desenvolveu muito, tendo aparecido na segunda parte do pleistoceno. 5 — *Pinus radiata* var. *binata*, surge no fim do pleistoceno, desenvolvendo-se muito. 6 — *Pinus radiata*, aparece desde o início do pleistoceno.

Na época recente, temos.

1 — *Pinus attenuata*, êste pinheiro continua a existir, cobrindo um grande território e ultrapassando a zona costeira. 2 — *Pinus muricata*, desenvolve-se, mas não ultrapassa a zona costeira. 3 — *Pinus remorata*, não aumentou sua área. 4 — *Pinus radiata var binata*, não aumentou a sua área, tendo mesmo regredido.

Atualmente, temos uma divisão dêstes pinheirais, na costa californiana, em três trechos distintos (CAIN, 1944):

A. *Norte* (zona fria) — O *Pinus muricata* é dominante, porém, se encontram, também, algumas espécies da floresta de coníferas do norte do Pacífico e alguns elementos muito interessantes da floresta de *Sequoia*.

B. *Central* — Nesta região, domina o *Pinus radiata*, que não apresenta porém, tanto desenvolvimento, sendo a floresta caracterizada por espécies endêmicas, como alguns ciprestes, o que demonstra uma influência do *chaparral* (vegetação das áreas mais sêcas).

C. *Ilhas* — Dominam nestas o *Pinus remorata* e *Pinus radiata var. binata*, podendo aparecer, também, o *Pinus muricata*.

De todo êste estudo, podemos chegar às seguintes conclusões (CAIN, 1944):

O *Pinus Masoni* abrangeu uma grande área, antes que a costa fôsse quebrada e dividida em ilhas. As espécies pleistocênicas se diferenciam por causa do isolamento insular. MASON (1932), estudando a distribuição fóssil e a atual destas espécies, concluiu que deve ter havido migração e extinção. Esta floresta de pinheiros, migrando, foi exposta à contaminação por outras florestas, como a floresta do norte e das regiões sêcas, havendo sinais desta contaminação. O *Pinus remorata* e o *Pinus radiata var. binata*, são restritos às ilhas, não podendo resistir à concorrência das outras espécies. O endemismo, nestes pinheirais, é muito interessante. 59% dos arbustos e árvores são típicos da província californiana e 29% são limitados ao próprio pinheiral.

SEGUNDA PARTE · PALEOECOLOGIA

1. Efeitos das glaciações

Houve glaciações nas diferentes épocas geológicas, terminando as grandes eras. Segundo parece, uma ligeira mudança de temperatura média do ano — 2 graus — bastaria para fundir o gelo dos pólos no verão (RUSSELL, 1941). O fenômeno da glaciação depende, pois, de uma *pequena variação* dos fatores meteorológicos. O que nos interessa mais, porém, não são as causas e a origem das glaciações, mas seus *efeitos* sôbre a flora e a fauna. É necessário destacar que as glaciações não interessam sômente às terras cobertas pelo gelo e suas proximidades, mas, também, às regiões afastadas, que nestas épocas têm regime meteorológico muito diferente. Assim, no Brasil e na África

do Sul, as glaciações induziram um clima muito mais úmido e parece provável que, naquele tempo, tenha havido invasão das regiões hoje secas pela floresta pluvial.

Os efeitos da última glaciação, sendo os mais sensíveis, podem ser estudados com pormenores. A glaciação pleistocênica cobriu, no hemisfério norte, quase todo o Canadá, Alasca, a maior parte da Rússia e Sibéria, o norte da China e, na Europa, até quase o Mediterrâneo. Estes glaciários avançaram e recuaram quatro vezes. O clima que produziu a glaciação nos dois continentes, encontrou nêles um *relêvo* muito diferente, o que tem grande importância para a Fitogeografia.

Na América do Norte as cadeias montanhosas apresentam-se orientadas no sentido N-S, enquanto na Europa, os maciços montanhosos têm, de um modo geral, orientação E-W.

Se imaginarmos uma migração da flora em função dos movimentos dos glaciários, veremos que, na América do Norte, não houve obstáculos que impedissem esta migração. Na margem dos glaciários, desenvolve-se uma vegetação de *tundra* (vegetação baixa e sem árvores); adiante, temos a *taiga*, com árvores espalhadas; em seguida, vem uma *floresta* típica das zonas frias, constituída de *coníferas* e, finalmente, mais para o sul, uma *floresta decídua* (de folhas caducas). São estes os quatro tipos principais de vegetação que se deslocam, acompanhando o movimento dos glaciários e do próprio clima, não somente do norte para sul, mas, também, em outras direções, pois houve vários centros de glaciários.

Os movimentos para o sul e para o norte não foram impedidos na América, onde os maciços têm orientação N-S, ao passo que, na Europa, as barreiras montanhosas e mesmo o Mediterrâneo, impediram a migração da vegetação para o sul. Desapareceu grande número de espécies que, entretanto, persistiram na América. Tanto a flora de coníferas como a flora decídua européa moderna, são muito mais pobres do que as da América. Assim, vejamos diferentes gêneros de plantas que só têm uma espécie viva na Europa e várias na América do Norte: *Crataegus* (75), *Ilex* (10), *Smilax* (11), *Vitis* (9), *Viburnum* (15). (BRAUN-BLANQUET, 1936).

Os principais efeitos das glaciações foram:

1.º *Destruição* — provada pelos depósitos pliocênicos europeus que mostram a existência de várias espécies, hoje aí não mais encontradas e que vivem ainda na América. Alguns gêneros desapareceram completamente do continente europeu, como *Sequoia*, *Taxodium*, *Sassafrás*

2.º *Restrição* — das áreas de distribuição de alguns gêneros e espécies. O *Sequoia* existiu no plioceno, em grande parte da Europa, sul da Groenlândia e em quase toda a América do Norte. Hoje só é encontrado num trecho da serra do Mar, na Califórnia. O *Taxodium*, antigamente de grande extensão, limita-se agora à Flórida e parte do vale do Mississipi. O *Laurus canariensis*, hoje endêmico das Caná-

rias, no plioceno existiu até no norte do Mediterrâneo. Os gêneros *Fagus* e *Quercus*, que eram encontrados na América do NW, atualmente não existem mais aí. Também na fauna houve restrições, como por exemplo, o elefante e o rinoceronte que no terciário existiam na França e hoje só são encontrados na África ou na Índia.

3.º *Isolamento* — de alguns grupos. Este isolamento produziu-se de diferentes maneiras. No Canadá, algumas pequenas regiões, como os planaltos da península de Gaspé e certas zonas do Wisconsin, permaneceram sem gelo, apesar de por êle cercadas (FERNALD, 1925). Quando as geleiras recuaram, estas espécies persistiram nos cimos mais altos, voltando outras a ocupar as partes mais baixas. Assim, os *Sibbaldia procumbens*, *Oxyria digna* e *Silene acaulis*, são ártico-alpinas. O mesmo aconteceu nos Apeninos, onde encontramos testemunhos do período glaciário, bem como nas turfeiras do litoral italiano, nos Brejos Pontios, onde há várias espécies (*Carex Paniculata*, *Rhynchospora* sp.) que persistiram como relíquias, sendo, no entanto, típicas de turfeiras de montanhas. Há, também, na América a W e a E do Canadá, vestígios desta época, com espécies vicariantes nas montanhas Rochosas e Baixo São Lourenço (*Cirsium foliosum*, *C. minganense*) (MARIE-VICTORIN, 1929).

4.º *Endemismo*. — Há elementos árticos-alpinos que permaneceram nas ilhas não glaciadas — os *nunataks*. Neste caso, as glaciações causaram, não só isolamento, mas até *endemismo*. Na Europa, há o caso interessante do *Pinus Laricio* (pinheiro negro) que, antes da glaciações, no terciário, estendia-se das margens do Mediterrâneo até à Europa Central. Hoje, apesar de ter esta mesma distribuição, apresenta-se sob a forma de florestas descontínuas, com variedades regionais: *var. austriaca*, na Áustria e Balcãs, *var. caramanica*, na Ásia Menor, *var. poiretiana*, na Córsega e no sul da Europa, *var. cebennensis*, na vertente meridional das Cevenas. É um caso típico de endemismo, pois estas variedades correspondem a diferentes condições regionais e climáticas.

2. O clima glacial

Para se ter uma idéia de um glacial, basta considerarmos uma região como a Groenlândia, que se acha ainda hoje, num período de glaciação, no terciário, estendia-se das margens do Mediterrâneo até flora da Groenlândia, atualmente, 67% das espécies são elementos de clima temperado e se estendem ao sul do estreito de Belle-Isle; 24% da flora é igual à da floresta decídua e se prolonga até o estado de Massachusetts; 18% da flora têm, no continente, seu limite N no S do Labrador (FERNALD, 1925).

3. Flutuações post-glaciais

As flutuações post-glaciais têm grande interesse para nós e há diversos métodos para o seu estudo. Podem-se estudar os varvitos,

isto é, depósitos flúvio-glaciais e lacustres, que têm uma correspondência estreita em todo o mundo. Êste método, foi òtımamente utilizado pelo sueco DE GEER (Vide DE GEER, 1940).

No SW dos Estados Unidos, foram feitos estudos interessantes por DOUGLAS, (1919), sôbre os anéis de crescimento de árvores muito velhas, como as *Sequoias* (5 000 anos). Êle conseguiu relacionar os anéis com as variações meteorológicas.

O estudo das turfeiras, baseado num princípio semelhante, é o que mais interessa no estudo da vegetação. Nas proximidades dos lagos e em terrenos mal drenados, desenvolve-se uma zona turfosa, com vegetação herbácea e arbustiva baixa. As turfeiras são compostas, na maior parte, de musgos do gênero *Sphagnum*, que têm a particularidade de conservar o pólen da vegetação das vizinhanças. Com a interrupção do inverno, formam-se camadas bem distintas, aí subsistindo grande

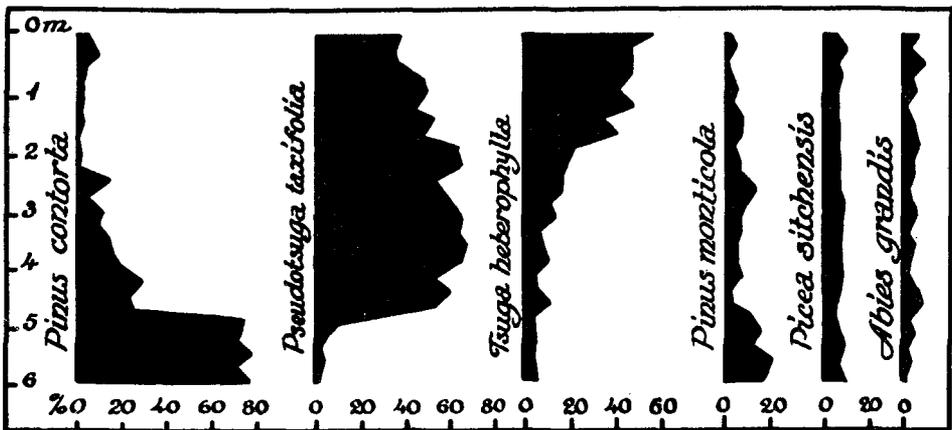


Fig. 3 — Perfil polínico, no oeste dos Estados Unidos, segundo HANSEN (1941)

quantidade do pólen caído durante o ano. Para estudá-las, foram feitas perfurações até o *substratum* rochoso, tirando-se amostras de diferentes níveis. Estudados os pólenes, pode-se identificar os gêneros e, muitas vezes, as próprias espécies. Contando-se o número de grãos de pólen de cada espécie em cada nível, pode-se ver as que aí viviam na época, assim como sua representação proporcional. Estabelece-se, assim, o chamado espectro polínico, isto quer dizer, um gráfico das espécies presentes em cada nível (correspondentes a tempos determinados), bem como a porcentagem da abundância de cada uma. Assim, a figura 3 (HANSEN, 1941) mostra uma dominância no nível mais baixo (no tempo mais antigo) do *Pinus contorta*; entre 4 e 5 metros, chega a dominar o *Pseudotsuga taxifolia* e o *Pinus contorta* diminui consideravelmente, ao passo que o *Tsuga heterophylla* aumenta; na última fase, êste último fica igual e até maior do que o *Pseudotsuga*.

Considerando-se um grande número de turfeiras e achando-se sempre um mesmo progresso num mesmo sentido, pode-se concluir

que se trata de uma causa geral e não local, da *variação do clima*. A figura 4 (CAIN, 1944), mostra as mudanças da vegetação e de clima na América do NE, desde o fim da glaciação até hoje. Apesar das diferenças regionais, nota-se uma conformidade no andamento geral do clima. Nos níveis inferiores, aparecem o abeto e a píceas, depois o pinheiro e, finalmente, o carvalho e o bórdo. Isto significa que o clima, a princípio, foi frio e úmido, desenvolvendo-se o abeto e a píceas. Torna-se depois mais quente e sêco com o pinheiro. Aumentando um pouco a umidade, desenvolveu-se o carvalho. O bórdo, aparece num clima úmido, porém mais frio que o precedente e menos frio que o inicial. O período intermediário, relativamente quente e sêco, correspondente ao pinheiro e ao carvalho, é chamado xerotérmico

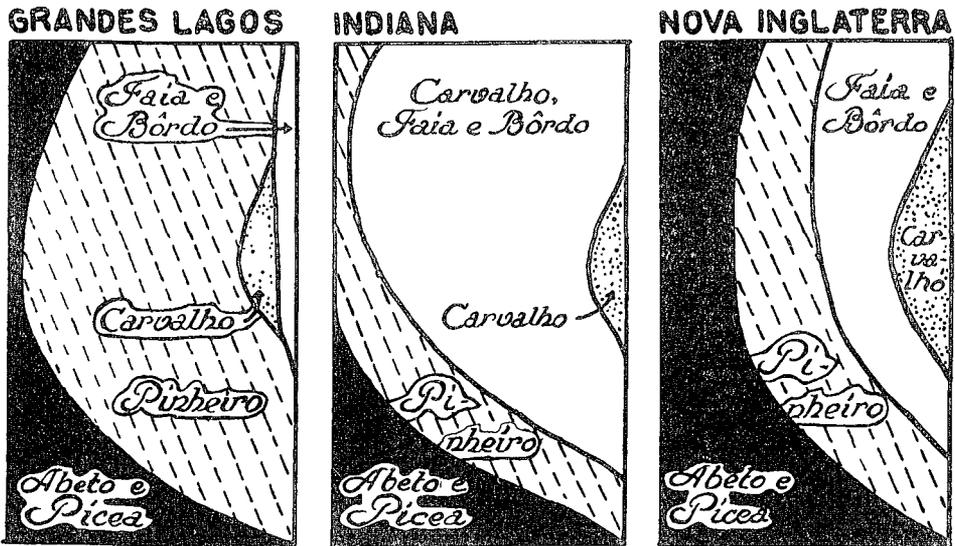


Fig. 4 — Perfis polínicos sintéticos a NE dos Estados Unidos, segundo CAIN (1944), mostrando o início muito frio e úmido (abeto e píceas), o período xerotérmico (pinheiro, carvalho) e o presente, outra vez relativamente frio e bem úmido (faia e bórdo)

Considerando a distribuição dos elementos florísticos, achamos numa região de taiga no NE do Canadá, pólen fossilizado nas turfeiras duma espécie de *Tsuga*, que hoje não ultrapassa, ao N, a cidade de Quebec. Houve, pois, no período xerotérmico, um progresso para o NE dos diversos tipos de vegetação. As cliseras (grandes faixas de vegetação sucedendo-se geograficamente, em função do clima), migraram durante este período xerotérmico e diversos elementos chegaram até o Labrador. Muitos desapareceram, posteriormente, com a volta do frio. Em alguns lugares, porém, persistiram algumas relíquias

4. Relíquias das flutuações post-glaciais

Acabamos de ver, com minúcias, a história post-glacial do leste da América do Norte. No baixo São Lourenço, existem testemunhos interessantes de um tempo mais quente. De SW a NE, tendo-se esten-

dido antigamente, um clima xerotérmico (mais quente e mais seco), esta orientação persiste ainda, na direção das isotermas atuais. Durante este período xerotérmico, penetraram na zona do baixo São Lourenço, alguns elementos de clima mais quente, que persistiram localmente, até hoje. Na zona intertidal, formam-se, quando a água baixa, pequenas poças. Nestas poças, encontramos uma planta de família tipicamente tropical, o *Eriocaulon Parkeri*, que se distribui na planície atlântica, em regiões mais quentes como Boston, Nova York, até mais para o sul (ROUSSEAU, 1937). Com a mudança do clima para mais frio, ela não pôde resistir a não ser em pequenos trechos, onde encontrou um biótopo favorável. Há, também, outros vestígios do tempo xerotérmico, como o *Ulmus Thomasi*, o *Justicia americana* (da família tropical das *Acanthaceae*) e um feto, o *Camptosorus rhizophyllus*. Esta flora atinge seus limites, hoje, nas ilhas da região de Montreal, mas existe em toda a região dos Grandes Lagos. No pleistoceno, houve uma continuidade entre os Grandes Lagos e Montreal, por meio do rio Ottawa. Assim, os aludidos *Ulmus* e *Camptosorus* são encontrados, hoje, na região de Montreal e espalhados pela zona por onde se fez a migração da flora da parte central, mostrando as antigas vias de comunicação (ROULEAU, 1945). O *Peltandra virginica* também emigrou do sul, mas através do rio Hudson, lago Champlain, rio Richelieu, chegando, também, até à região de Montreal durante o período xerotérmico. Há, ainda, exemplos de regressão de espécies, com a do *Platanus occidentalis*, que vive nas margens dos afluentes do rio Ohio e está regredindo de NE para SW, devido ao resfriamento atual do clima.

Há, no rio São Lourenço, uma série de ilhas que, anualmente, são expostas ao gelo. Ficando a água congelada, o gelo chega, em blocos, até o fundo, e vai arrancar raízes e pedaços de plantas, transportando, assim, plantas meridionais dos Grandes Lagos até Montreal. Estas ilhas são, pois, inseminadas periodicamente por uma flora exótica, que consegue manter-se aí, mais ou menos bem. As praias que aí existem, têm uma ecologia muito interessante. Seu solo arenoso, muito úmido na primavera e bem seco no verão, permite a sobrevivência de elementos da pradaria, em estado de relíquia, nesta micro-pradaria. Ex. Gramíneas, dos gêneros *Andropogon* e *Sporobolus* (DANSEREAU, 1945).

Nos Alpes, encontramos a mesma situação, havendo uma porção de elementos relíquias de invasões xerotérmicas (*Crocus*, *Helianthemum*). Neste período xerotérmico, correspondente ao americano, as plantas mediterrâneas subiram, usando como via de penetração, entre outras o rio Ródano. No alto Ródano, encontram-se, ainda, vários elementos mediterrâneos e da planície da Europa Central, que persistiram. Com um clima xerotérmico, a vegetação da pradaria subiu às montanhas e, atravessando os colos mais baixos, chegou ao alto Ródano (*Koeleria*, *Pulsatilla*). No Mediterrâneo também existe grande número de testemunhos de épocas mais quentes, como a última palmeira descoberta na Europa, por DE CANDOLLE, em 1850 a *Chamaerops humilis*. Esta

palmeira não existe mais em estado nativo, tendo desaparecido do Mediterrâneo europeu, por estar o clima esfriando (BRAUN-BLANQUET, 1936).

Há espécies isoladas, pertencentes a famílias muito desenvolvidas na África, que são relíquias no Mediterrâneo. Ex : nas ilhas Baleares, o *Caralluma europaea*. As faixas de vegetação mesófila encontram, hoje, na África, duas barreiras secas, que as impedem de se movimentar. No terciário, porém, deve ter havido uma continuidade longitudinal mais úmida, permitindo uma migração para o centro. O gênero *Erica* emigrou do S da África para o Mediterrâneo, onde produziu vinte e cinco espécies, com algumas na Europa temperada e uma na Escandinávia (BRAUN-BLANQUET, 1936)

No Brasil, na serra do Mar e da Mantiqueira, há numerosos elementos heterogêneos, como a *Araucaria*, que indicam uma antiga penetração de um clima mais frio. Há, também, aí, muitas *Melastomataceas* (*Microlicia*, *Lavoisiera*), que indicam a existência de um antigo clima mais seco.

5. Outros critérios biológicos: forma da área, posição do "timberline", vitalidade

O contôrno atual da área de uma espécie, permite concluir se ela está avançando ou recuando, verificando-se, assim, em que sentido o clima da região está se modificando. Quando uma espécie está em progressão, dispõe-se de uma maneira mais ou menos contínua. Quando há regressão, esta se faz de modo descontínuo, havendo sempre isolamento por influência de fatores diversos, como por exemplo uma topografia desigual. Há, desta forma, um atraso do regresso, quebrando-se a continuidade da área de distribuição. A regressão só se daria de modo contínuo, numa planície muito regular.

Outro critério indicativo das modificações do clima é o da vitalidade. Cada espécie tem uma região ótima, em que tem plena vitalidade, maior tamanho, maior número de indivíduos e, sobretudo, cumpre melhor o seu ciclo vital (o conjunto dos processos vegetativos e reprodutivos). Aproximando-se das fronteiras, êste ciclo começa a ser prejudicado. Nem sempre porém o *optimum* está no centro da área de distribuição, podendo, mesmo, ser encontrado próximo à fronteira. A vitalidade é um ótimo testemunho, pois, sabendo-se as exigências da planta, pode-se tirar conclusões sobre o progresso ou recuo dos limites de sua distribuição.

No monte Washington (Nova Inglaterra), encontramos, de baixo para cima, formações de carvalho, bôrdo, abeto e gramíneas. O *timberline* (limite das árvores), é um ótimo indicador da mudança de clima. Assim, se o clima está esquentando, no limite superior, o abeto terá grande vitalidade; enquanto no limite inferior, a vitalidade será menor. A zona das gramíneas começará, então, a ser invadida pelos abetos. Assim, tôda a clisera irá subindo. Se o clima estiver es-

friando, a clisera descerá e o abeto terá as árvores do limite superior com pouca vitalidade, estragadas, havendo mesmo uma invasão de gramíneas. Este último aspecto é comum na América do Norte, onde o *timberline* está descendo, pois o clima está se esfriando. No Alasca, acontece o contrário, pois o clima está se aquecendo, pelo menos localmente (COOPER, 1942, GRIGGS, 1937).

Este fenômeno, encontrado em altitude, é também notado em superfície, existindo uma movimentação também das faixas de vegetação. O pinheiral, em certas partes do Iowa, está invadindo a pradaria, o que indica uma progressão da umidade. No planalto do Paraná, há uma floresta pluvial, limitando com o pinheiral, onde se encontra uma zona de interpenetração, sensível a pequenas mudanças do clima. Na serra dos Órgãos, vê-se a *Cortaderia*, alta gramínea das turfeiras, cuja distribuição em altitude seria ótimo índice de mudança de clima, subindo ou descendo, de acordo com as variações climáticas.

Na vitalidade, há também a considerar a estabilidade genética ou a contaminação. Por ex. há duas espécies do gênero *Acer* (*A. saccharophorum* e *A. nigrum*), que se distribuem do SE do Canadá ao N da Flórida e até a planície central. A primeira espécie localiza-se para NE e a segunda, ultrapassa a primeira para W. Em quase toda a área em que se encontram, há hibridação. Na região de Montreal, existem o *A. saccharophorum*, os intermediários e o *A. nigrum*, em vários lugares do Illinois, são encontrados o *A. nigrum* e os intermediários, quase não havendo o *A. saccharophorum* absolutamente puro. Desta distribuição, conclui-se que, durante a extensão de um clima mais quente para NE, o *A. nigrum* emigrou até os limites atuais do *A. saccharophorum*. Tendo o clima se esfriado, o *A. nigrum* só pôde permanecer nesta zona, misturando-se ao *A. saccharophorum*. No W houve um período mais frio e mais úmido, durante o qual o *A. saccharophorum* estendeu-se até aí, tendo se misturado, depois, com o *A. nigrum*, para poder persistir. Assim, através destas combinações, houve, independentemente, uma migração de genes que se mantiveram numa área de onde têm desaparecido as próprias espécies que, a princípio, os continham (DANSEREAU et LAFOND, 1941; DANSEREAU et DESMARAIS, 1947).

TERCEIRA PARTE · AREOGRAFIA

Área significa extensão geográfica, quaisquer que sejam as limitações ecológicas. Neste plano areográfico, verificam-se, então, as descontinuidades e averiguam-se as razões que as criam. Devemos distinguir, além disto, as áreas primitivas (onde a espécie considerada é realmente indígena) e as secundárias (invadidas recentemente e geralmente devido à ação humana).

1. Princípios biológicos da distribuição

O conceito de área e a sua aplicação, exigem que se considerem os princípios gerais relativos à extensão, à origem e à continuidade

a) *Extensão cosmopolitismo* ou *endemismo* As espécies cosmopolitas não se restringem a determinada região ou continente, nem a determinado clima, estendendo-se fora dos limites de uma área homogênea: o rato (*Ratus norvegicus*) e a môsca (*Musca domestica*). As espécies endêmicas restringem-se a uma pequena área *Guracava difficilis* e *Begonia itatiaiensis* (ave e planta do Itatiaia), *Sorex gaspensis* e *Antennaria gaspensis* (mamífero e planta da Península de Gaspé, Canadá)

b) *Vicariância* As espécies são relacionadas entre si, mas apresentam distribuição geográfica descontínua veados, bisões, castores europeus e norte-americanos (vide tab III)

c) *Epibiotismo* Condições localmente favoráveis a determinada planta ou animal, conservaram-nos, apesar de ter havido uma mudança do meio gramíneas de pradaria na Nova Inglaterra, fetos andinos na serra do Mar no Brasil

d) *Continuidade* As plantas ou animais distribuem-se sem intervalos *Picea*, no Canadá, *Cedrela*, no Brasil

e) *Descontinuidade* Rutura de área devida, em grande parte, à evolução do meio, através dos períodos geológicos

Deduzimos portanto que, estar uma espécie limitada a uma pequena área, não significa que esta seja a melhor zona para a sua adaptação, mas sim que, somente nesta área, houve possibilidade para a sobrevivência, apesar de todos os acontecimentos desfavoráveis que possam ter atingido a região. Pode existir, mesmo, um meio que seja muito mais favorável ao melhor desenvolvimento da espécie, para o qual ela poderá migrar. É isto que explica as invasões de plantas, animais, doenças, etc. Pela distribuição geográfica das espécies, vemos que elas têm sua existência limitada por certas *condições do habitat*. Assim, a floresta-galeria poderá ter uma certa continuidade, ao longo dos rios, mas não em toda a região. A *Euphorbia palustris*, na Planície Central da Europa, tem uma distribuição ligada às margens dos rios. Os mangues, no litoral brasileiro, têm, também, sua distribuição descontínua, dependente da sedimentação que só é propícia em certos trechos do litoral. Do mesmo modo, as plantas das montanhas distribuem-se em faixas, segundo as altitudes. As dos andares mais elevados, são encontradas em ilhas até muito afastadas (*Primula farinosa* na Europa, *Lobelia camporum* no Brasil). Para cada pico esta situação se repete, formando-se, assim, colônias, completamente isoladas. Tal distribuição tem grande influência no destino da espécie, pois, havendo completo isolamento, não há possibilidade de contaminação, a não ser por meio de aves.

Além da evolução histórica e da influência das exigências ecológicas, tem, também, grande importância na descontinuidade de área das espécies, a *regressão* a que elas estão sujeitas.

2. Classificação das áreas

Dum ponto de vista mais estritamente geográfico, podemos classificar as áreas da maneira seguinte:

a) *Grandes áreas contínuas* continentais ou marinhas, abrangendo uma parte apreciável do mundo e ocupando tôdas as regiões onde existe o biociclo favorável. Ex.: as gramíneas, que existem no mundo inteiro, quer na zona tropical, quer na temperada, na ártica ou na montanhosa.

b) *Grandes áreas descontínuas*. Ex. a família das magnoliáceas, que existe nos dois hemisférios, tendo uma distribuição geográfica muito extensa, ocupando, porém, relativamente pequenas regiões

c) *Limitação a um hemisfério*, pode-se dar em latitude ou em longitude Ex.: as cactáceas limitam-se ao hemisfério ocidental, enquanto as araucariáceas limitam-se ao hemisfério sul

d) *Limitação a um continente* Ex. a família das garriáceas, que só é encontrada na América do Norte.

e) *Grupos limitados às regiões tropicais*: 1) elementos pantropicais, encontrados nos trópicos de todos os continentes (ocnáceas, combretáceas); 2) elementos páleo-tropicais, encontrados na África, Ásia e Austrália (dipterocarpáceas), 3) elementos neotropicais, encontrados na América Central e América do Sul (cariocaráceas).

f) *Grupos temperados*, ou das latitudes médias austrais (*Nothofagus*) e boreais (*Corylus*).

g) *Grupos glaciais*, ou das regiões muito frias de altitude (*Crocus vernus*, árticos (*Papaver nudicaulis*) e antárticos (*Primula magellanica*).

h) *Áreas regionais*. Constituem uma subdivisão geográfica, realmente homogênea, em função do clima (*Tibouchina estrellensis*), a quaresmeira da serra da Estrêla, *Carya ovata*, árvore da floresta da Nova Inglaterra.

i) *Grupos endêmicos* São os mais limitados; restringindo-se a pequenas áreas, ilhas, cimos de montanhas, vales, etc. (*Pinus remorata* — pinheiro das ilhas da Califórnia, *Phoenix canariensis* — palmeira das ilhas Canárias, *Thastylus Glaziovii* — escorpião da Pedra do Sino e Morro Açu). Estes tipos de distribuição mostram, geralmente, que as ordens mais altas da escala biológica, como as famílias, podem ser cosmopolitas, enquanto as ordens mais baixas, como as espécies, têm muitos fatores limitativos, chegando-se mesmo ao ecotipo (subdivisão da espécie que se limita a um *habitat* muito definido).

3. Categorias de áreas descontínuas

WULFF (1943), considerando os fatores acima esboçados nas duas primeiras partes (Paleontologia e Paleoecologia), fez uma classificação das áreas descontínuas. Esta classificação foi também baseada no fato de grande número de espécies manifestarem uma mesma resposta às limitações. Propôs, então, as seguintes categorias, que abrangem conjuntos de plantas de notável coincidência na sua distribuição.

a) *Área Ártico-Alpina* São as plantas árticas e das altas montanhas da Europa, Ásia boreal e América do Norte. São espécies que ficaram antigamente, ou ainda ficam, perto dos glaciares, tendo sobrevivido em latitudes médias nas regiões mais elevadas (*Salix herbácea*).

b) *Área Norte-Atlântica* Constituída por elementos que persistiram após a separação da Europa e da América do Norte, tendo alguns evoluído e outros não (tabela III). Estes elementos estendem-se de ambos os lados do Atlântico, limitados pelas planícies centrais da Europa e da América do Norte.

c) *Área Asturiana* Elementos das costas atlânticas européias quentes por influência da Gulf Stream. Dispõem-se numa faixa da Espanha à Irlanda (*Daboecia polifolia*, *Saxifraga geum*, *Rubia perigrina*).

d) *Área Norte-Pacífica* Característica da costa oriental da China e costa oriental e região apalachiana dos Estados Unidos, havendo, também, às vezes, representantes na costa do Pacífico, nos Estados Unidos. O gênero *Liriodendron* tem uma espécie na China e outra nos Estados Unidos, o gênero *Tovara*, uma no Japão, outra à leste da América do Norte.

e) *Área Norte e Sul-Americana* As sarraceniáceas, que na América do Sul só possuem uma espécie na Colômbia e várias na América do Norte. Outros exemplos são os *Koeberlina speciosa*, *Atamisquea marginata* e *Larrea divaricata*, que existem nas regiões semi-desérticas da América do Sul, tanto no Chaco como nos cerrados e caatingas do Brasil Central, e até mesmo, nos desertos patagônico e do Arizona (Estados Unidos).

f) *Área Eurasiática* Compreende as plantas encontradas na Europa Central, Rússia, Tibet, etc. (gênero *Wulfenia*).

g) *Área Mediterrânea* A região mediterrânea é um centro de evolução muito importante e bastante heterogêneo (vide tabela IV), que contém uma porção de espécies bem limitadas (*Olea europaea*, *Cercis siliquastrum*) e até mesmo gêneros (*Cistus*).

h) *Áreas Tropicais*. WULFF subdividiu esta categoria em.

1) *tipo Ásia-África*, distribui-se no SW da Ásia e SE da África (*Pandanus*, *Coffea*, *Vellozia*),

2) *tipo África-Madagascar* (*Viola abyssinica*, *V emirnensis*);

3) *tipo Asia-Madagascar (Nepenthes)*;

4) *tipo África-América* (gênero anona, que se distribui nos dois continentes, tendo várias espécies no Brasil).

5) *tipo Indo-Malaio*, estende-se pelas Índias, Malásia, Austrália e Polinésia (*Agathis, Dacrydium*).

i) *Área Gondwana*, inclui as Índias, África e Madagascar e Austrália (*Adansonia*).

j) *Área Pacífico-Sul*. Estende-se na América, a W dos Andes e na Austrália e Nova-Zelândia (o gênero *Pernettya* é encontrado no Chile e na Nova Zelândia).

l) *Área Atlântico-Sul*. Tem uma série de vicariantes entre o litoral brasileiro e o argentino e a África. Assim, o gênero *Telanthera* tem 45 espécies, na América do Sul e 1 espécie na África Ocidental; o gênero *Paullinia* tem 80 espécies na América e 1 na África.

m) *Área Australiana*. A Austrália no terciário, foi invadida pelo mar, havendo separação da parte E e W, ficando a flora separada, persistindo algumas espécies de ambos os lados ou formando vicariantes como na América (tabela III). Assim, vários *Eucalyptus* são encontrados a leste e a oeste, em pares de espécies

n) *Área Antártica*. Ex. *Nothofagus*.

TABELA IV

Número de espécies em vários gêneros, mostrando a localização das maiores densidades, e centro provável de dispersão (CAIN, 1944)

ESPÉCIES	Espanha	Itália	Grécia	Ásia litoral	Anatólia	Armênia	Pérsia	Tur-questão	Altai	Oriente Russo	Japão
Genista :	47	34	13	8	6	5	0	1	0	0	0
Trifólium	54	98	64	53	25	45	15	14	7	2	1
Silene	58	65	86	62	35	65	41	49	14	10	10
Alyssum	13	16	20	29	26	27	14	11	3	0	0
Gypsophila	3	3	7	11	19	23	16	19	7	3	0
Artemisia	20	17	5	5	10	20	23	68	30	30	17
Saussurea	0	0	0	0	0	1	2	41	23	24	19

Usando-se esta classificação, pode-se nela enquadrar a maioria dos gêneros, que têm áreas descontínuas. Na parte referente aos trópicos, esta classificação pode ser muito melhorada, especialmente a respeito do hemisfério sul.

4. Centros de origem e dispersão

Agora, que temos uma definição estática dos grandes tipos de áreas, veremos se há possibilidade de estabelecer-se o centro da área de um grupo, ou o centro de dispersão ou de origem de determinado

gênero. Para isto, podemos usar *vários critérios*. CAIN (1944), fez uma revisão crítica de treze dêstes, não tendo achado satisfatório nenhum considerado separadamente. Os principais, damos a seguir:

a) O centro de origem de um gênero será onde êle, ainda hoje, *tem maior número de espécies*. Isto, porque longe do ponto de origem, as espécies tiveram que se adaptar, tornaram-se mais diferenciadas, apresentando menor capacidade de defesa, sendo, portanto, menos numerosas. A tabela IV mostra diversos gêneros de dicotiledôneas, que se estendem do Mediterrâneo ao Japão. Os três primeiros (*Genista*, *Trifolium* e *Silene*), apresentam grande número de espécies, nos países do Mediterrâneo, sendo mais ou menos limitados a países de afinidades mediterrâneas. Os *Artemisia* e *Saussurea* têm uma concentração máxima no Turquestão, devendo ser esta a sua origem

Outro exemplo é o gênero *Erica*, que apresenta maior número de espécies na África do Sul, várias no Mediterrâneo e uma só na Escandinávia. O Mediterrâneo, neste caso, parece ser um centro secundário, onde o grupo, tendo emigrado da África do Sul no terciário, achou boas condições de evolução (BRAUN-BLANQUET, 1936).

b) Alguns consideram centro de origem a região onde umas espécies chegaram a dominar a paisagem, tendo conseguido *grande número de indivíduos*: a faia (*Fagus*) nas baixas montanhas da Europa Central e no maciço apalachiano.

c) Outro critério é o que relaciona o ponto de origem com a região onde o *desenvolvimento* dos indivíduos é *maior*. Ex. na floresta decídua do Tennessee, diversas árvores apresentam um tamanho muito grande, bem maior do que indivíduos da mesma espécie na floresta decídua do resto da América do Norte

d) A *continuidade* de distribuição e a *divergência* das linhas de dispersão são também usadas. Isto, quando relacionado ao número de cromossômios é particularmente interessante. Assim, a gramínea *Agropyrum elongatum* tem 14 cromossômios. A espécie *A. junceum* sp. *boreo-atlanticum* (o tipo com 28), fica na costa atlântica da França. Parecem derivados delas o *A. junceum* sp. *mediterraneum* com 42 cromossômios na região mediterrânea e o *A. caespitosum* com 70 na Europa Central (SIMONET e GUINOCHET, 1938).

e) Localização das espécies de um gênero que tenha *uma menor dependência de um "habitat" determinado*. Assim, o gênero *Picea* estende-se no hemisfério norte todo. No Canadá, os *Picea* são encontrados nas turfeiras, nas vertentes rochosas, em areia, argila, não sendo restritos, aí, a um *habitat* determinado. Na Europa, porém, o *Picea abies*

só é encontrado em altitude de 1 200 a 1 800 m, nas encostas bem drenadas das montanhas. Daí se conclui que o Canadá parece um centro mais provável. Este critério baseia-se em que, onde as espécies podem se adaptar a várias circunstâncias, é porque elas ainda não esgotaram o seu potencial inicial de adaptação, devendo ser este o seu ponto de origem.

5. Endemismo

O último grau, na restrição geográfica das espécies é o *endemismo*. Há plantas que são *epibiontes*, isto é, sobreviventes de uma época anterior, espécies relíquias ameaçadas de desaparecer. O endemismo, porém, não indica só regressão, podendo, também, indicar progressão de uma planta de formação recente que ainda não se expandiu muito (*Veronia illinoensis* (CAIN, 1944).

É interessante observar a *porcentagem* de endemismo, nas diversas regiões. Por exemplo (segundo SZYMKIEWICZ, 1938) a Córsega tem 58% de espécies endêmicas; Madagáscar, 66%; a Nova Zelândia, 79%, Havai, 82%; Santa Helena, 85%. As porcentagens muito elevadas de endemismo são encontradas, sobretudo, nas altas montanhas e nas ilhas. Nas ilhas Havai, existe um gênero de palmeira, *Pritchardia*, que tem 30 espécies em 8 ilhas, sendo que nenhuma destas espécies existe em duas ilhas, havendo mesmo algumas particulares a um vale (SKOTTSBERG, 1938). No Brasil, a ilha da Trindade tem vários fetos endêmicos: *Cyathea trinidadensis*, *Dryopteris novaeana*, *Doryopteris Campos-Portoi*, *Polypodium trinidadense* (BRADE, 1936). Também a serra dos Órgãos e o Itatiaia têm vários: *Congdonia coerulea*, *Begonia itatiaiensis*.

6. Os diversos graus de invasão

O endemismo é correlacionado com uma outra série de problemas, ligados ao fato de serem ou não indígenas as espécies. Antes, porém, há necessidade de precisar certos termos. Elementos *indígenas* são os que chegaram ao lugar sem ajuda, mesmo indireta do homem; *introduzidos* são os que foram trazidos pelo homem, voluntariamente ou não. *Autóctones*, são as espécies que tiveram origem no próprio lugar onde vivem. O indigenismo é, pois, uma noção relativa à antiguidade da origem. No Canadá, por exemplo, inteiramente coberto de gelo durante a maior parte do pleistoceno, poucas plantas permaneceram continuamente desde o terciário. Houve, porém, na época recente da reinvasão, uma volta de espécies autóctonas, quer dizer, formadas

no território canadense e refugiadas no sul durante a glaciação De modo que, os invasores de ontem, são os indígenas de hoje e o indigenismo relaciona-se com tempo e modo de chegada e com a capacidade de se manter na área considerada. Então, ao estudarmos os elementos invasores cuja área vai crescendo, devemos considerar o duplo critério de origem e de vitalidade.

a) *O elemento indígena que se propaga.* Assim, certas espécies, como a quaresma (*Tibouchina estrellensis*), os *Crategus* (MARIE-VICTORIN, 1929), que têm uma capacidade de expansão muito grande, invadem as zonas devastadas pelo homem, ou, pelo menos, tornam-se mais densas. O coelho europeu (*Lepus europaeus*) está progredindo cada vez mais, no W da Europa e o coelho *cottontail* (*Sylvilagus floridanus*) dos Estados Unidos, invade o S do Canadá.

b) *Elementos esporádicos* ou elementos estrangeiros que nunca se estabelecem, quer dizer, não possuem capacidade de cumprir o ciclo todo Assim, a papoula (*Papaver rhoeas*), planta muito comum na Europa, só aparece de vez em quando na América do Norte Desta forma, também, os “náufragos” pinguins (*Spheniscus magellanicus*) no sul do Brasil (IHERING, 1940)

c) *Elementos estrangeiros plantados e conservados pelo homem.* Sua propagação está subordinada diretamente ao cuidado do homem Ex · o *Eucalyptus*, no Brasil, não é um elemento naturalizado, pois nunca chegou a se aclimatar completamente, nunca tendo germinado em condições naturais Há, plantada no Canadá, uma *Picea* da Europa (*Picea abies*), muito parecida com as canadenses, que, porém, nunca se pôde manter espontâneamente

d) *Elementos estrangeiros naturalizados*, mas só dentro das habitações. Ex.: môsca (*Musca domestica*), rato (*Rattus rattus*, *R norvegicus*), barata (*Blatta germanica*, *B. americana*).

e) *Elementos estrangeiros naturalizados nas cidades* Ex . pardal (*Passer domesticus*), em Montreal. Nesta cidade, a planta mais abundante nas ruas é tìpicamente tropical, brasileira, a *Galinsoga ciliata* (CLÉONIQUE-JOSEPH, 1936)

f) *Elementos estrangeiros naturalizados nos lugares abandonados* Ex os cactus (*Opuntia Ficus-indica*) e os agaves (*Agave americana*), encontrados nos países mediterrâneos, são originários da América Central. São elementos *ruderais*, isto é, encontrados à beira dos caminhos, nos cortes das estradas ou nos terrenos abandonados

g) *Elementos estrangeiros naturalizados nos campos de cultura* Ex.: a mostarda (*Brassica nigra*), elemento mediterrâneo que ocorre em tôda a América do Norte.

h) *Elementos estrangeiros naturalizados em "habitats" devastados*, sejam lagos drenados, florestas derrubadas, etc. Nas Agulhas Negras, há uma pequena gramínea (*Poa annua*), que se naturalizou nos caminhos trilhados pelo homem. Há um grande número de compostas que invadem os campos de criação, etc.

i) *Elementos estrangeiros naturalizados num "habitat" primitivo*, ainda colonizado pela vegetação indígena. Os tipos b) a h), não podem estabelecer concorrência à flora indígena, somente vivendo onde há a intervenção do homem. Cessando esta intervenção, haverá regressão. Os invasores desta última categoria, porém, naturalizaram-se sem a intervenção do homem no meio invadido e podem competir com as plantas indígenas. Ex. *Butomus umbellatus* apareceu em 1900 mais ou menos, abaixo de Quebec, progrediu para os Grandes Lagos (CORE, 1941) e está invadindo a região aquática argilosa do São Lourenço. A vegetação indígena, constituída de *Scirpus*, *Sparganium*, etc., está sendo deslocada. A carpa (*Cyprinus carpio*), tem invadido as águas doces dos Grandes Lagos e a bacia do São Lourenço. Na Europa, o rato almiscareiro (*Ondathra zibethica*), animal da América do Norte, que vive acima da zona de inundação dos rios, foi introduzido, no século XX, na Tchecoslováquia, progredindo, anualmente, em círculos concêntricos. Nas florestas decíduas, há uma pequena orquídea européia (*Epipactis latifolia*), que se difundiu, a princípio com pequeno número de indivíduos, e invadiu a floresta indígena. No Brasil, há o *Bryophyllum calycinum* (muito conhecido como "fôlha da fortuna"), que é encontrado em paredes graníticas íngremes, *habitats* colonizados por plantas indígenas, sem a intervenção do homem. Há, também, o *Hedychium coronarium* (o chamado "lírio do vale" ou "açapão"), que desempenha em várias regiões neotropicais um papel semelhante àquele do *Butomus*.

7. A noção de flora e fauna

A sobrevivência é o fator essencialmente responsável pela composição florística e faunística de uma região. Poderíamos definir flora e fauna como o *resíduo da composição específica das várias populações vegetais e animais que se sucederam numa dada região*. Precisa-se fazer sobressair o fato de que as classificações florísticas e faunísticas têm base taxonômica e geológica e não têm nada a ver com áreas climáticas de vegetação. Infelizmente, faz-se muita confusão entre êstes pontos de vista bem diferentes.

Na bacia do São Lourenço, há os elementos seguintes: (DANSEREAU, 1944, 1945):

a) Elementos *boreais-canadenses*, característicos da faixa da floresta canadense, que se movimentou para o sul e para o norte, com as oscilações climáticas do passado. Ex: espécies de *Picea*, que dominam as próprias florestas e os *Kalmia*, típicos das turfeiras, bem como um musgo, o *Calliergonella Schreberei*. Há, também, um peixe que se pode chamar de boreal ou canadense, o *Leucosomus corporalis*.

b) Elementos *temperados* ou *da floresta decídua*. *Acer* (bôrdo), algumas liliáceas, típicas da fase primaveril e, também uma série de pteridófitas

c) Elementos *da floresta de carvalho*. Há várias espécies arborescentes, como carvalhos (*Quercus*) e peixes como o *Lepomis gibbosus*. Estes elementos, são, aí no São Lourenço, relíquias de um período mais quente e menos úmido.

d) Elementos *da planície costeira atlântica*, como a *Rosa virginiana* e o *Eriocaulon Parkeri*, típicos da planície, entre os Apalaches e o Atlântico.

e) Elementos *da pradaria*, da planície central, que, no período xerotérmico, penetraram para o NE e que hoje estão restritos a áreas onde há possibilidades de sobrevivência. Ex: árvores, como o *Celtis occidentalis*; gramíneas, como *Sporobulus heterolepis*; peixes, como o *Esox vermiculatus*.

f) Elementos *cordilheirianos*, das Montanhas Rochosas, que antes da glaciação tiveram uma distribuição circumboreal e, hoje, sobrevivem, no baixo São Lourenço, em pequenas ilhas. Ex: *Erigeron compositus*.

g) Elementos *eurasiáticos*, sendo espécies que têm semelhança e mesmo conformidade total com os europeus. Ex: a planta de turfeira *Drosera rotundifolia*, o peixe *Esox lucius*.

h) Elementos *ártico-alpinos*, que, depois da glaciação, ficaram isolados nas regiões árticas, nos cimos alpinos das Montanhas Rochosas, dos Apalaches e na Europa e Ásia (*Silene acaulis*).

i) Elementos *endêmicos*, sendo uma categoria muito variada, pois este endemismo pode ter várias origens, plantas epibiontes, relíquias e outras espécies novas que estão agora ainda em zona limitada.

j) Espécies introduzidas pelo homem (*Chrysanthemum leucanthemum*, *Capsella bursa-pastoris* (ervas daninhas), *Pirausta nubilalis* (praga do milho).

Considerando a flora e a fauna de um lugar qualquer, torna-se interessante estabelecer as porcentagens dos elementos que pertencem

a cada uma das categorias. Assim, no caso mencionado acima, os elementos boreais canadenses constituem, provavelmente, mais de 50% das espécies.

Não sendo possível estudar todo o Brasil, vamos examinar, ligeiramente, a serra do Mar e a Mantiqueira, que formam uma área homogênea, geológica, geomorfológica e climaticamente. Aí, podemos distinguir dez tipos diversos:

a) *Elementos pan-tropicais*. Ex.: gênero *Drymis*, da família das winteráceas; gên. *Clethra*, gên. *Buddleia*; gên. *Vismia*.

b) *Elementos neo-tropicais*, como as bromeliáceas, cactáceas, o gênero *Vochysia*, uma porção de pteridófitas, como a *Cyathea Gardneri* (BRADE, 1942).

c) *Elementos austrais* (hemisfério austral), como os *Araucaria* e *Podocarpus*.

d) *Elementos atlântico-sul*, como o *Annona*

e) *Elementos sul-americanos*, como os *Tropaeolum*.

f) *Elementos de regiões secas*, invasores ou relíquias de períodos mais secos, como várias melastomatáceas dos gêneros *Lavoisiera* e *Microlíxia*; ericauláceas, do gên. *Paepalanthus* e uma pteridófito, *Gleichenia nervosa*.

g) *Elementos dos planaltos frios*. Relíquias da invasão, para o N do clima do planalto sulino. Ex.: *Eryngium* (com várias espécies), *Araucaria*, umas gramíneas (*Cortaderia*, *Danthonia*, *Deschampsia*).

h) *Elementos de climas ainda mais frios*, característicos dos Andes. Ex.: Pteridófitas, como os *Blechnum andinum* e *Woodsia mollis* (BRADE, 1942).

i) *Elementos testemunhos de uma invasão da flora patagônica*. Ex.: *Blechnum pennamarina*, *Lycopodium fastigiatum*, var. *assurgens* (BRADE, 1942).

j) *Elementos endêmicos*, cada um com uma origem das mencionadas acima. Ex.: *Buddleia Ulei* (a); *Begonia itatiaiensis* (a); *Doryopteris itatiaiensis* (g); *Eryngium fluminense* (f); *Blechnum itatiaense* (h ou i).

QUARTA PARTE: BIOCLIMATOLOGIA

1. Princípios da classificação dos climas: fatores e elementos

Insistiremos somente nos princípios básicos da classificação e na equivalência ou falta de equivalência da definição dos climas pelos diversos climatologistas. Devemos destacar, em primeiro lugar, os fatores e os elementos. Os fatores são: latitude, distribuição dos con-

tinentes, relêvo, depressões barométricas e correntes marinhas. Os *elementos* são: temperatura, precipitações e ventos. Os fatores têm influência sôbre os elementos e êstes sôbre a vida. A vegetação, a fauna e, de certo modo, o homem servirão de índices de resposta a êstes fatores, através dos elementos (fig 5).

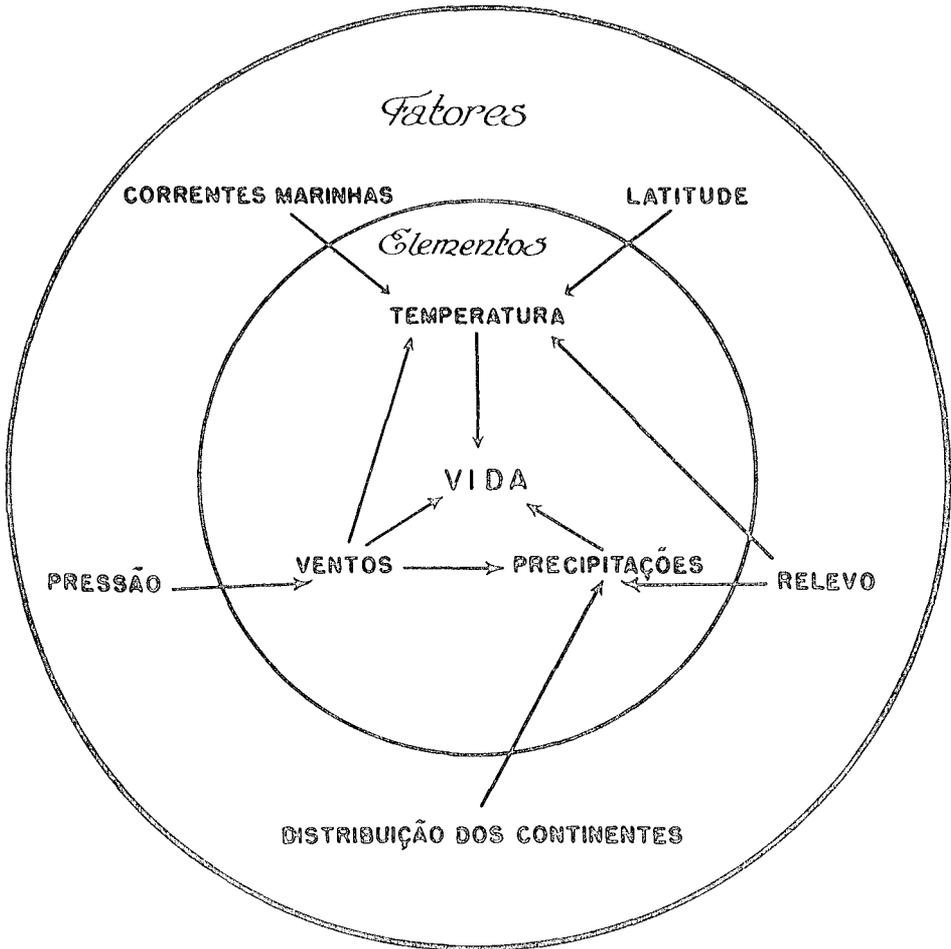


Fig 5 — Fatores e elementos do clima e influência destes sôbre a vida

2. Características das grandes zonas

O efeito do fator latitude sôbre o elemento temperatura é o primeiro que interessa na definição das grandes categorias de climas, ou seja, das grandes zonas, onde o comportamento biológico é bem diferente

I — A zona quente se subdivide em equatorial, tropical e subtropical

a) A zona *equatorial* caracteriza-se por uma temperatura elevada e regular com precipitações consideráveis. A fisionomia biológica do globo mostra que esta zona tem a flora e a fauna mais ricas,

isto é, com número elevado de espécies, apresentando, assim, grande variedade de formas de vida. Aí quase não há *ciclo*, isto é, cada um dos fenômenos biológicos não está limitado, necessariamente, pelas estações. Não havendo interrupção dos processos vegetativos, os anéis de crescimento nas árvores não permitem saber qual a sua idade. Na zona equatorial há pouca variação de luz, o que tem grande influência sobre a distribuição das plantas. A umidade é, geralmente, muito elevada, havendo chuvas torrenciais. O tipo de vegetação mais difundido na zona equatorial é, então, a *floresta pluvial* (ou *rainforest*), constituída por árvores, em formação densa e com grande desenvolvimento de lianas e epífitas, as maiores cobras e uma fauna de peixes muito rica.

b) Na zona *tropical* há uma diferenciação muito maior dos climas, havendo dois tipos: *tropical úmido* e *tropical sêco* (clima sêco, de temperatura alta apresentando condições muito adversas). Há, também, pouca influência da luz, havendo somente, algumas manifestações de restrição por isso. Aí, o ciclo é bem definido e acentuado. Ex.: a caatinga perde as fôlhas durante o período sêco do ano. Encontram-se nesta zona alguns trechos de *rainforest*, a *floresta semi-decídua* e as *savanas*. É a zona dos macacos, dos elefantes e outros grandes mamíferos.

c) Na zona *sub-tropical* ainda não se faz sentir a influência do frio, sendo a temperatura elevada. Há, também, dois tipos: *sub-tropical sêco* e *sub-tropical úmido*.

II — A zona *temperada* é encontrada nas latitudes médias. A luz, aí, tem um caráter nitidamente cíclico e a umidade apresenta grandes desigualdades, não se chegando, porém, a formações mais secas do que a estepe. Sendo grande a diversidade dos *habitats*, a flora e a fauna apresentam-se bastante diversificadas. Há, porém, aqui maior homogeneidade de vegetação e de tipo de vida, do que nos trópicos. Há possibilidades para a existência de maior número de indivíduos de uma mesma espécie, em certa área. Nesta zona há sempre uma interrupção no ciclo de vida, apresentando, porém, grande variedade de climas, devido às diferenças de duração do inverno em cada lugar.

a) A zona *temperada quente* é o tipo mediterrâneo, por exemplo, onde não há neve ou, quando há, ela não persiste. A vegetação tem um ciclo comprido, podendo ser interrompido pela-sêca e pelo abaixamento de temperatura. A vegetação desta zona é de *floresta* ou *pradaria*.

b) A zona *temperada média*, onde há neve permanente, mas pouca. O inverno é úmido, durando de quatro a seis meses. A vegetação tem um ciclo definido, sendo de *floresta decídua*.

c) A zona *temperada fria*, tem um inverno que dura mais ou menos seis meses, havendo, aí, a floresta de coníferas de fôlhas persistentes.

III — A zona *fria*, acha-se grandemente submetida à influência da luz. A ciclicidade atinge, aí, o máximo, pois há grandes variações na

luz e na temperatura (bastante alta, no verão, pois não há resfriamento durante a noite, sendo esta curtíssima, ou mesmo, inexistente).

A vegetação é de *tundra*, constituída por arbustos pequenos e plantas herbáceas. As plantas têm que se reproduzir muito rapidamente, produzindo, assim, grande número de sementes, que fornecem comida abundante às aves migradoras. A disseminação das sementes é feita pelas próprias aves e, antes que a neve caia, surgem as plantas novas. Aves, como os patos, emigram para aí, devido aos fatores temperatura e luz. No verão os dias, até de 23 horas de luz, permitem uma atividade prolongada às aves, que podem consumir várias vezes mais do que o peso do próprio corpo durante um dia e que, além disto, têm que dar comida aos filhos no ninho. Animais característicos são também o caribu (*Rangifer rangifer caribou*) e o boi almiscareiro (*Ovibos moschatus*).

Nesta classificação usamos, então, como elemento principal, a temperatura, onde distinguimos, depois as zonas de umidade.

3. Os indicadores

Houve época em que os climatologistas procuraram *plantas-índices* para caracterizar um clima. Classificaram os climas em. hequistotermos, microtermos, mesotermos, megatermos e xerotermos DE MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT (1927), dão esta classificação relacionando-a com certas plantas. Haveria, assim, um clima da bétula, dos carvalhos (hemisfério N) ou dos *nothofagus* (hemisfério S), do milho e da oliveira (mesotermos) da *carya* (América do Norte) e da camélia (China). Examinando, porém, a distribuição espontânea destas plantas, vemos que elas não podem servir como índices climáticos. As bétulas têm uma extensão por vários climas, indo do sul da Itália à Escandinávia. As plantas cultivadas também não servem de índice, pois o homem trabalha no sentido de adaptá-las a vários climas. PAPA-DAKIS (1938) mostrou, de modo claro, a ordem das concordâncias entre as plantas cultivadas e o clima.

O melhor indicador do clima é o *climax*, isto é, o tipo de vegetação espontânea (floresta, pradaria, etc.) que, sem a intervenção do homem, vai atingir seus próprios limites. Este tipo de vegetação é complexo, possuindo várias espécies, cada uma limitada por vários fatores. Ele vai responder, pois, holocenoticamente, a um conjunto de fatores. Tem que dar, então, a melhor característica do clima (vide sexta parte. Sinecologia).

4. Fatores e elementos limitativos

Poderá um elemento ou um fator de ter um papel nitidamente limitativo quanto à expansão duma espécie? Serão elas limitadas, por exemplo, por extremos, ou obedecem a um certo tipo de oscilação em torno de uma média?

Embora os seres vivos reajam holocenoticamente, acontece que um fator excessivo por ter um papel limitativo. Ex. há plantas

TABELA V

Limite médio da floresta em diversas partes do mundo (DE MARTONNE, CHEVALIER E CUENOT (1927))

	Limite da floresta (Metros)	Altitude máxima (Metros)	Latitude média (Graus)
Pré-Alpes do Dauphiné	1 600	2 000	45°
Altos Alpes Ocidentais			
Zona externa	2 000	2 900	45°
Tarentaise, etc	2 150	4 000	45°
Alpes da Provence (Ventoux)	1 780	1 910	44°
Pré-Alpes suíços			
Santis	1 560	2 504	
Pilate	1 660	2 132	
Altos Alpes suíços			
Valais	2 160	4 638	47°
Bernina	2 150	4 052	
Adula e Alpes bernenses	1 950	4 275	
Pré-Alpes Calcários da Bavária	1 700	3 300	47°,30
Alpes Orientais			
Dachstein	1 731	2 996	
Kaisergebirge	1 623	3 331	
Alpes Centrais	2 050	3 900	47°
Oetzthal	2 080	3 776	
Ortler	2 190	3 905	
Hohe Tauern	2 016	3 797	
Adamello	2 060	3 557	
Alpes Orientais			
Alpes Calcários			
Meridionais	2 000	3 500	46°,30
Brenta	1 980	3 256	
Dolomites	2 069	3 500	
Pirineus Orientais	2 300	2 920	43°
Centrais	2 150	3 404	
Plateau Central da França	1 560	1 886	44°
Carpates Setentrionais			
(Tatra)	1 510	2 660	49°
Meridionais	1 600	2 540	45°,30
Paringu	1 690	2 530	45°,30
Balkão (Stara Blanina)	1 850	2 186	43°
Cáucaso Ocidental Elbrouz	2 200	5 630	43°
Central Ossetie	2 400	5 040	42°
Armênia Ararat	2 200	5 136	40°
Alpes Ilirianos (Bósnia-Montenegro)	2 000	2 588	43°
Vosges	1 250	1 426	48°
Riesengebirge	1 300	1 605	51°
Jura suíço	1 550	1 610	47°
Atlas algeriano (Djurdjura)	1 900	2 308	36°,30
Sierra Nevada (Espanha)	2 100	3 481	37°
Etna (Itália S)	2 000	3 274	37°,40
Himalaia (Vertente Sul)	4 000	8 500	29°
Chile Meridional	1 800	3 900	37°
Montanhas Rochosas.			
Middle Park	3 600	4 350	40°
White Mountains (EU do NE)	1 400	1 915	44°
Japão central	2 000	3 200	36°

que resistem ao excesso ou deficiência de todos os fatores, menos o frio. SALISBURY (1926), estudou a *Rubia peregrina* sob esse ponto de vista concluindo que o limite NE desta planta coincide com a isoterma de 4.95' em janeiro. Neste caso, eis uma planta limitada pelo frio na fronteira NE, o que não significa que ela seja limitada, também, por isotermas, nas outras fronteiras.

O bôrdo de açúcar da América do Norte (*Acer saccharophorum*) tem a seguinte distribuição: a E é limitado pelo oceano Atlântico (limite físico); ao N pelo frio, a W coincide com o limite da própria floresta, sendo êste limite uma questão de distribuição das precipitações. Há um pássaro, *Junco hyemalis*, que migra da Califórnia para as florestas de coníferas do Canadá, acompanhando o movimento das isothermas do 10 a 12°.

Também quanto à temperatura, há um fator muito importante, que é a *geada*, isto é: sua existência e duração. Um mapa da distribuição de noventa dias sem geada (vide DAVIS, 1942), coincide com a faixa da chamada floresta canadense (de coníferas) e a distribuição no NE americano dos cento e vinte dias sem geada com a floresta decídua de bôrdos.

Outro fator que tem mais nitidamente poder limitativo independente dos demais, é a *luz*. Especialmente no caso de plantas, há inúmeras espécies duma grande sensibilidade à duração diária de insolação. Há plantas de dias curtos e há as de dias longos. Assim, a distribuição delas vai mais ou menos seguindo os paralelos. Um exemplo muito conhecido é o da *Ambrosia artemisiifolia*, que só floresce com dias curtos e que, por isto, não consegue ter seu ciclo vegetativo nos trópicos nem o reprodutivo nas regiões frias. Assim, esta planta que produz a "febre dos fenos" (*hayfever*) acha-se nas latitudes médias (ALLARD, 1943) Êste fato é chamado *fotoperiodismo*.

5. Os isófenos

Considerando as reações holocenóticas das plantas, podemos estabelecer mapas geográficos sôbre os quais marcamos os isófenos ou pontos onde certa espécie tem, ao mesmo tempo, determinada fase do seu ciclo. Para fazer isto, escolhe-se uma planta que se estenda numa grande região geográfica abrangendo diversos climas. Determina-se o mês em que aparece determinada manifestação periódica, em cada trecho da região, traçando-se uma linha que ligue os pontos onde esta manifestação aparece na mesma época. A bétula, cuja relação fenotérmica é ilustrada por DRUDE (in DE MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, 1927, p. 1128), é uma boa planta para a construção de isófenos, pois se estende do Mediterrâneo à Escandinávia. Na América do NE, os isófenos caminham de SW para NE.

HOPKINS, estudando isto, estabeleceu a lei bioclimatológica seguinte (in SHELFORD, 1929):

"outras condições sendo iguais, a variação no tempo do aparecimento duma certa fase periódica de atividade biológica, na América do Norte temperada, é na razão geral média de quatro dias mais tarde com cada grau de latitude, 5 graus de longitude e 400 pés de altitude ao N, ao E e em altura na primavera e no começo do verão e o contrário no fim do verão e no outono" O que vale para o E da América do Norte deve ter analogias com outras partes do mundo, inclusive regiões tropicais.

6. Efeitos da altitude sobre a flora e a fauna

A altitude assim como a latitude, é um dos fatores que mais influenciam na distribuição das espécies, criando, além disto, uma verdadeira zonação. Os vários efeitos sobre a distribuição das plantas e dos animais, são:

1.^o efeito — *diminuição do número de espécies*. Estudos feitos na Suíça evidenciaram esta diminuição (SCHROETER, 1908, tab. VI, RAUNKIAER, 1934, tab. VII). Entre 2 600 e 2 700 metros de altitude, existem mais de trezentas espécies, sendo que no cantão de Glarus, muito montanhoso, só aparecem neste mesmo nível, quarenta e duas espécies. Em maior altitude diminui gradativamente o número de espécies que a 4 225 metros não é mais do que 6 em toda a Suíça. No cantão de Glarus, a menos de 3 250 metros já não existe mais nenhuma espécie. Cálculos semelhantes foram feitos no vale de Aosta, na Itália e ainda em outros lugares.

TABELA VI

Número de espécies de plantas superiores, na Suíça, relacionado com a altitude. (Nota-se, no Valais, o número elevado de espécies até 3 250 metros devido ao clima regional quente e o contrário em Glarus, onde a 2 600 metros não há mais de 42 espécies, só uma acima de 3 087 e nenhuma acima de 3 250 SCHROETER, 1908)

ALTITUDE	Suíça	Cantão dos Grisons	Davos	Valais	Berne	Glarus
3900 — 4225	6			2	5	
3575 — 3900	12			10	5	
3412 — 3575	13	4		18	6	
3250 — 3412	49	16	14	36	17	
3087 — 3250	120	32	32	118	17	1
2925 — 3087	152	78	58	139	24	4
2762 — 2925	226	185	97	156	25	24
2600 — 2762	336	294	204	206	150	42

2.^o efeito — *modificação da forma biológica das espécies*. Pode-se citar como exemplo uma composta, o *Taraxacum officinale*, muito comum no hemisfério norte. Nas baixas altitudes, esta planta tem um desenvolvimento muito maior do que a 2 000 metros e suas folhas são maiores. Outra espécie interessante, é o *Pinus silvestris*, que tem papel ecológico notável nas montanhas da Europa. Apresenta-se nas diversas altitudes, mas com grande variedade em sua forma (SCHROETER, 1908). Também pode servir de exemplo deste segundo efeito da altitude, uma rã muito comum na Europa, *Rana temporaria*, cujo período de reprodução nas planícies, vai de fevereiro a abril; nas zonas

montanhosas, só tem lugar em junho Os girinos desta espécie que, nas planícies evoluem até adultos num ano, podem levar até três nas montanhas. Os tritões alpestres também hibernam sob forma larval (DE MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, 1927).

Com a altitude, varia, também, a proporção das diversas formas biológicas que compõem a flora (vide, mais adiante, a tabela VII).

Pode-se dizer que, de modo geral, o fator altitude não se faz sentir nos seres vivos pela variação da pressão. A variação de temperatura e à maior ou menor duração dos períodos em que pode crescer a vegetação, é que se devem, sem dúvida, as modificações verificadas com a altitude.

3.^o efeito — *vicariância de espécies, de acôrdo com a altitude.* As vezes, várias espécies dos mesmos gêneros se substituem a cada novo andar da vegetação. Assim, os pinheiros apresentam-se nos Alpes com várias espécies, cada uma correspondendo a um nível. *Pinus silvestris*, *Pinus echinata* e *Pinus cembra*

Nas montanhas do E da América do Norte, onde existe um andar alpino (como no monte Washington), há espécies de bétula que se sucedem em altitude e que se apresentam com altura cada vez menor A distribuição é, aproximadamente, a seguinte:

De	0	a	300 m	— <i>Betula populifolia</i>	(20 m)
De	300	a	700 m	— <i>Betula papyrifera</i>	(20 m)
De	700	a	1 000 m	— <i>Betula papyrifera</i> <i>var. cordifolia</i>	(15 m)
De	1 000	a	1 200 m	— <i>Betula papyrifera</i> <i>var. minor</i>	(5 m)
De	1 200	a	1 500 m	— <i>Betula glandulosa</i>	(2 m)
De	1 500	a	1 700 m	— <i>Betula michauxiana</i>	(20cm)

TABELA VII

Variação com a altitude nos Alpes do espectro biológico e do número de espécies (RAUNKIAER, 1934)

METROS	Número de espécies	F	C	H	G	T
3 600 e mais	6		67	33		
3 300 — 3 600	12		58	42		
3 150 — 3 300	19		58	42		
3 000 — 3 150	42		52 5	45		2 5
2 850 — 3 000	117		33	45	2	3
2 700 — 2 850	148		33	62	3	3
2 550 — 2 700	229	0 5	28	61	2	4
2 400 — 2 550	323	1	24	67	4	4

No Brasil há várias borboletas que manifestam, assim, substituições com a altitude, aparecendo a *Copiopterix semiramis* até 900 metros e daí para cima, a *Copiopterix derceto* (LAURO TRAVASSOS *in conv.*). No Itatiaia, as várias espécies de *Morpho* têm a distribuição seguinte *M. Menelaus*; — 0 — 1 000 metros; *M. Laertes*, 0 — 1 200 metros; *M. anaxibia*, 0 — 1000 metros; *M. bortis*, 1000 — 1800 metros (F. SEGADAS VIANA, *in conv.*).

7. Os andares da vegetação

Além da influência da altitude sobre as espécies, na distribuição e no comportamento, há uma verdadeira zonação altitudinal, aparecendo vários andares, com faixas de vegetação distintas, dispostos numa *clisere* que se pode comparar com a da distribuição geográfica dos climas.

1.º — A *planície* tem o clima característico da própria região-geográfica, de acôrdo com a distribuição dos continentes, etc. Nas regiões temperadas o clima da planície será temperado, com um desenvolvimento considerável da vegetação de floresta decídua, se o clima for úmido. O tipo de exploração aí é a agricultura e a criação.

2.º — Acima da planície há o andar de *montanha*, mais frio, com nebulosidade e umidade maiores. O período vegetativo é mais curto, a floresta é de coníferas ou mista ou ainda floresta decídua.

3.º — Acima desta, há o andar *sub-alpino*, apresentando, muitas vezes, atmosfera clara e seca, pelo menos mais seca do que no andar precedente. A vegetação ainda consiste em árvores, mas estas estão mais dispersas e são menores.

4.º — O andar *alpino* é muito frio e freqüentemente nebuloso, com período vegetativo muito reduzido. Neste andar, não aparecem mais árvores.

5.º — O último andar é o *nival*. Nesta zona, geralmente não há vegetação nem vida alguma, a não ser as poucas algas que podem viver na neve e vermes, como o *Helodrilus octaedrus*. Há, também, uma formiga que suporta estas condições e uma pulga (*Isotomurum glacialis*) que vive sobre a neve, mas alimentando-se do pólen dos pinheiros para aí levado pelo vento (de MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, 1927).

Os Pirineus constituem um bom exemplo de zonação altitudinal apresentando, entretanto, diferenças na encosta N e S. No andar da planície temperada, exposto à influência do Atlântico e do Mediterrâneo, há uma floresta de carvalhos. No andar de montanha do lado N, há faias e abetos, enquanto, do lado S, aparece um pinheiro, o *Pinus silvestris*. Na zona sub-alpina há, nas duas encostas, um outro tipo de pinheiro de turfeira (*Pinus uncinata*) (GAUSSEN, 1933, NEGRI, 1934). No andar alpino, desenvolvem-se pequenas ciperáceas do gênero *Carex*.

Nos Alpes, encontra-se, no andar da planície, um outro carvalho (*Quercus pubescens*). Na montanha aparecem a faia, o abeto e mais uma conífera, a *Picea* (*Picea abies*). Na zona sub-alpina há um outro pinheiro, o *Pinus cembra* e, na zona alpina como na dos Pirineus, os *Carex*.

Nas regiões montanhosas do Mediterrâneo, em Marrocos, nas zonas próximas às planícies centrais, encontram-se, em andares superiores, antigos invasores mediterrâneos testemunhos de um antigo avanço destas espécies, algumas das quais se adaptaram ao clima alpino.

Fazendo-se o perfil de tôdas as montanhas, acham-se tipos de vegetação equivalentes para cada andar, mas que apresentam diferenças florísticas notáveis, devidas às condições locais, como acabamos de ver. É interessante determinar, em todos êstes maciços montanhosos, a altitude máxima do aparecimento de árvores ou *timberline*. Sobre a localização dêste último, a tabela V, reproduzida da de De MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, (1927), dá uma idéia da concordância das altitudes e latitudes. HUGUET DEL VILLAR (1929), FONT-Y-QUER (1928) e DAVIS (1942), também dão diagramas e tabelas de concordância dos mais significativos.

8. Fatôres equivalentes e compensadores

Nas regiões temperadas, a zonação parte de uma vegetação de tipo temperado. Nos trópicos a diversificação é maior, pois parte de uma planície com vegetação tropical, para chegar, às vêzes, ao próprio andar nível (Andes).

Assim, a Baixada Fluminense apresenta uma floresta pluvial. No andar montanhoso (acima de 400-600 metros), aparece, ainda, uma floresta tropical, mas já diferente da da planície. Encontram-se aí, por exemplo, outras espécies de *Tibouchina*, de *Cecropia*, de *Cassia*, etc. É aí a zona de condensação com forte umidade. Acima de 1 700 metros, em zona um pouco mais sêca, aparecem espécies de proteáceas (que na África do Sul formam uma vegetação tipicamente mediterrânea). Depois dêste andar montanhoso, aparece mais uma floresta com pequenas árvores dispersas (compostas, mirsináceas, etc.), que se assemelham, fisionômicamente, ao tipo de vegetação sub-alpina. Acima desta zona, há uma região quase desnuda que, muitas vêzes, é chamada alpina, embora na realidade não mereça esta denominação.

Essa sucessão dos andares da vegetação, nos leva a considerar a equivalência que existe entre a ação da latitude e a da altitude, pois, a substituição em altitude, corresponde à que se verifica ao nível do mar, com o aumento da latitude: a mesma clisere que é observada em extensas áreas por influência da latitude, repete-se nas zonas montanhosas, mais ou menos fielmente. Esta correlação pode ser obser-

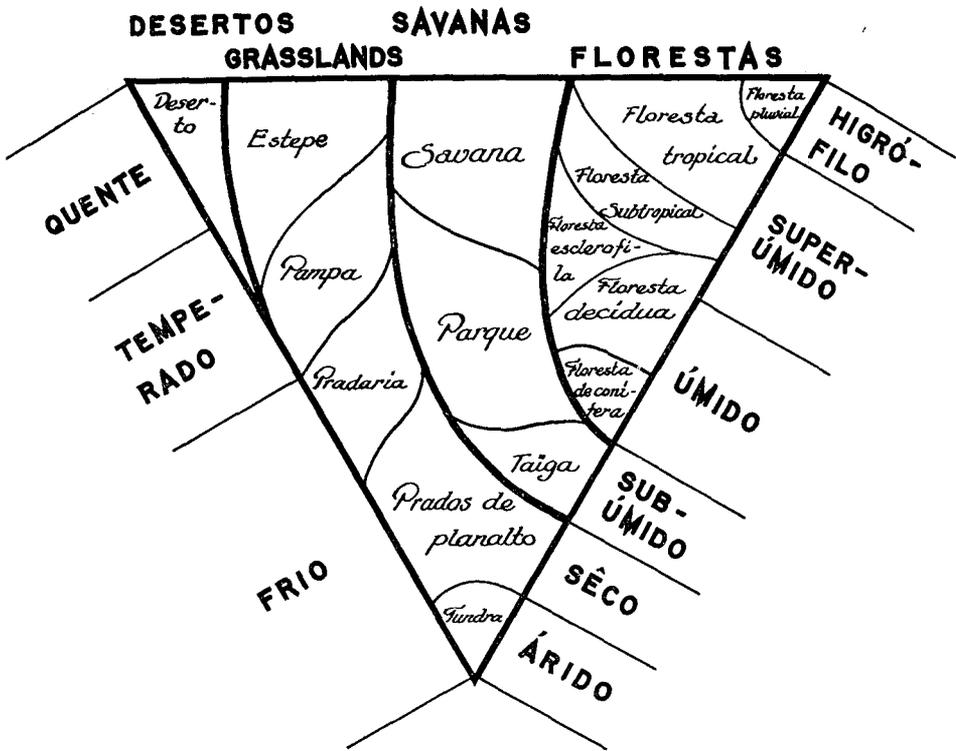


Fig. 6 — Esquema das relações entre os principais biócoros e o clima. A temperatura aumenta de baixo para cima e a umidade da esquerda para a direita.

vada na progressão contínua das espécies que, existindo nas latitudes mais altas, ao nível do mar, só aparecem nas menores latitudes a uma certa altitude. Isto se observa com o *Acer spicatum*, que na península de Gaspé acha-se ao nível do mar, na Nova Inglaterra a 300 metros na Virgínia perto do seu limite sul, a 900 metros, apresentando-se aí com o seu maior tamanho.

Progressão semelhante pode ser notada no Brasil com a *Araucaria angustifolia*, que no Paraná aparece em baixas altitudes (600 — 1000 metros), em São Paulo acima de 1000 metros, no Itatiaia a 1500 metros e em Minas Gerais em altitude ainda maior.

Outro fator, a umidade, também provoca uma progressão semelhante. Certas plantas, como o capim dos pampas (*Gynerium argenteum* ou *Cortaderia selloana*), na Argentina, podem viver em ambiente méxico, aparecendo, também, em latitudes menores (estados de São Paulo e do Rio de Janeiro), mas só em lugares muito mais úmidos. Na América do Norte, o *Populus tremuloides*, em seu limite sul, onde a temperatura é mais elevada, só pode ser encontrado nos lugares úmidos. A umidade parece representar, nestes casos, o papel já citado da altitude, amenizando a temperatura, pois, num ambiente úmido e mesmo aquoso, as grandes diferenças de temperatura são atenuadas, não ocorrendo, então o choque térmico.

9. As precipitações e o ciclo da água

Assim como a temperatura e a altitude, também, a *água* tem grande influência sobre os seres vivos, através de seu ciclo (evaporação, condensação e precipitação) A água decompõe as rochas e constitui os solos, provoca erosão e aluvionamento, solubiliza as substâncias nutritivas e serve na transpiração

A *ação da água* pode ser estudada sob vários aspectos

1.º) precipitação, 2.º) umidade relativa, 3.º) distribuição da precipitação, 4.º) forma da precipitação, 5.º) possibilidades de utilização da água.

Cada uma destas tem ação própria sobre a vegetação e a vida animal. Os totais de precipitação são o primeiro fator na distribuição dos tipos da vegetação (fig 6) na superfície dos continentes É nos trópicos que se encontram os máximos (Manaus 2202 mm, Buitenzorg 4427mm, Tcharrapounji 12040mm) e em regiões quentes os mínimos (Cairo 34mm, Suez 25mm, Iquique 1,25mm).

A *umidade relativa* acha-se relacionada com a nebulosidade e a evaporação e varia no sentido inverso das temperaturas e da umidade absoluta, também vai diminuindo no interior dos continentes Certos tipos de floresta estão limitados a uma estreita zona de umidade, como os *Sequoia* da serra do Mar na Califórnia (COOPER, 1917) e os louros (*Laurus canariensis*) das ilhas Canárias (De MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, 1927).

A *distribuição das precipitações*, sobretudo quando o total é baixo, é que impõe um periodismo muito nítido à vegetação, igual ao induzido pelo frio. Os desertos de Karoo, na África do Sul, de dez em dez anos têm um período de floração das suas aizoáceas e outras plantas suculentas de ciclo rápido. Nas áreas de regime mediterrâneo há ciclo duplo, ocorrendo os máximos de temperatura e de chuva em épocas diferentes

A *possibilidade de utilização da água* pela vegetação pode variar. Ex. a floresta de coníferas do Canadá, quando ainda era virgem, utilizava quase toda a precipitação do inverno, pois, sendo muito densa e fechada, o sol não atingia, diretamente, o chão e a neve ia se derretendo muito lentamente. Hoje, porém, tendo sido a floresta muito devastada, há áreas em que o sol chega quase diretamente ao chão, fundindo toda a neve num curto período Há, assim, enormes inundações nas partes baixas das bacias, enquanto as florestas das montanhas pouco aproveitam a água SEARS (1942) no Ohio, fez um bom estudo sobre o progresso das inundações nos últimos 100 anos devido a esta causa Verificou êle, que uma região climaticamente úmida ou sub-úmida, pode passar a sêca, devido ao mau aproveitamento da água.

A *duração da neve* tem, pois, grande importância para a vegetação, principalmente em lugares onde ela dura muito Ex Moscou — 150 dias de neve durante o ano. A ordem de resistência de diversas asso-

ciações à neve é devida não à quantidade de neve que cai, mas à duração do período que passam as plantas sob a mesma. Em regiões da Europa, há pinheirais muito relacionados com a duração da neve: há um tipo de pinheiros nas encostas N e nas noruegas onde a neve dura 7 meses, outro tipo onde a neve dura 6½ a 6 meses, outro nas encostas menos íngremes, onde dura só 6 a 5½ meses (BRAUN BLANQUET, 1932).

As precipitações são, pois, o fator principal na distribuição dos grandes tipos de vegetação, isto é dos biócoros, que chegam a caracterizar o próprio clima (fig. 7). Para isto, a noção de clímax é importantíssima, sendo ela a forma final da vegetação de um lugar, somente limitada pelos fatores climáticos. Existem, pois, vários tipos de biócoros, determinados por fatores climáticos.

10. Principais tipos de biócoros

Um biócoro será uma unidade de *tamanho geográfico* em determinadas condições meteorológicas, às quais a vegetação manifesta uma resposta caracterizada pela sua *estrutura*. A figura 6 mostra os conjuntos principais do calor e das precipitações que determinam as quatro subdivisões e os vários tipos de biócoros correspondentes. Há, nos continentes, quatro grandes tipos de biócoros: desertos, *grasslands* (regiões de vegetação herbácea), savanas e florestas. Esta classificação baseia-se na estrutura, isto é, considera, primeiramente, as formas biológicas dominantes (vide capítulo seguinte) e a sua disposição no espaço. A figura 7 mostra os quatro principais biócoros, na escala regional, onde a vegetação mais característica ocupa as terras altas (bem drenadas, apesar de encontrarem-se outras formas de vegetação à beira dos rios, nas paredes rochosas, etc.).

A. *Climas de florestas*. São caracterizados pelas grandes precipitações que podem ter, porém, uma distribuição muito desigual. Não há ventos dessecadores no inverno e a umidade relativa é alta. As regiões de florestas de um modo geral têm a seguinte estrutura: árvores em densa formação, apresentando, geralmente, uma estratificação bem visível, com sinúsias em número variável. O solo é protegido pela sombra, que forma um microclima, podendo registrar-se até grandes diferenças em relação aos campos dos arredores.

Há vários tipos de florestas no mundo, entre os quais:

a) *Floresta pluvial*. Existente em região de muito calor e umidade, quase sem variações. As árvores nem sempre são muito altas, havendo, porém, inúmeras epífitas e lianas. O solo é muito húmifero. Não há, na mata pluvial, ciclo bem distinto na vegetação. As folhas, são persistentes e não têm estrutura protetora contra a evaporação, apresentando textura fina e não coriácea. Ex.: Amazônia. Plantas típicas: *Dinisia excelsa*, *Bertholletia excelsa*, *Strychnos sp.*

b) *Floresta tropical* existe nas regiões tropicais úmidas, mas com uma diferença sensível entre verão e inverno, podendo mesmo haver

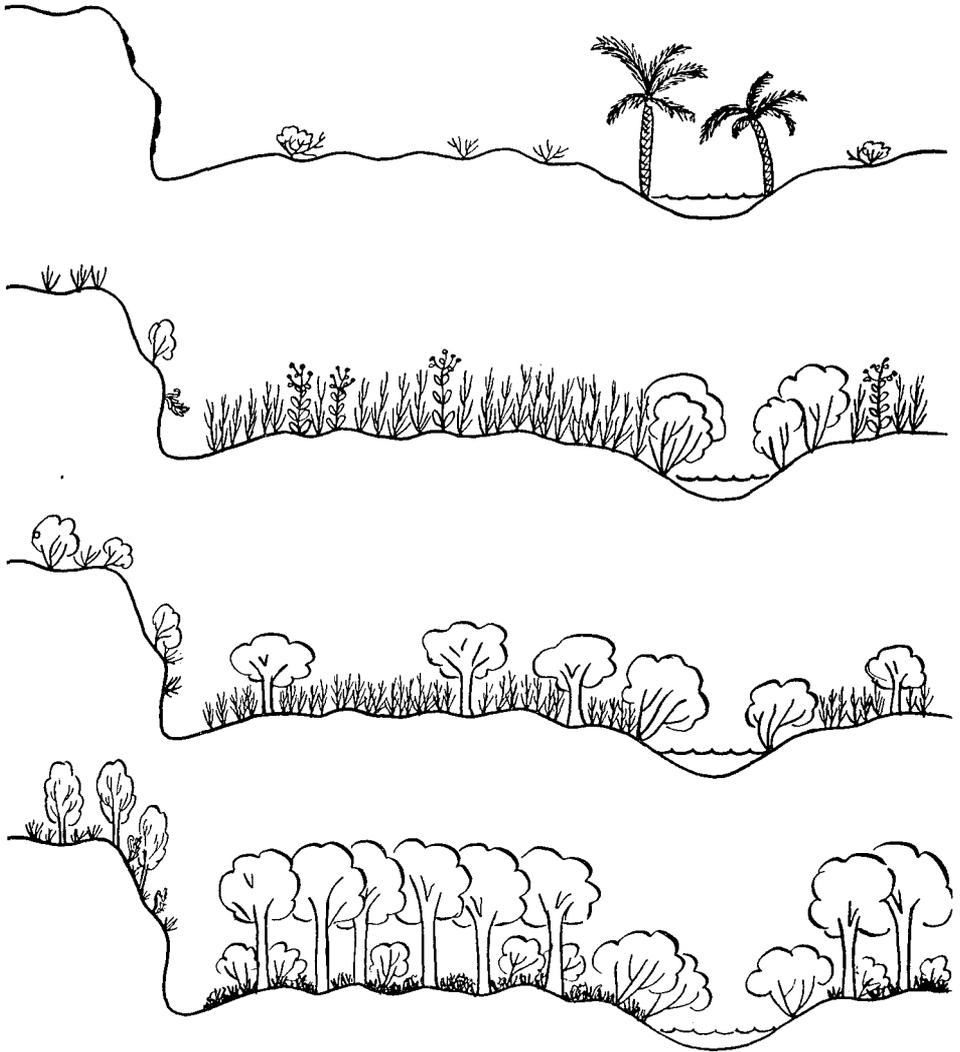


Fig 7 — Estrutura dos quatro principais biócoros, mostrando a vegetação-clímax (ao centro) e alguns outros "habitats"

ligeira influência da sêca. A queda de temperatura não influi muito, mas diminui o número de espécies que florescem. As árvores têm fôlhas persistentes, geralmente de consistência fina. Algumas, porém, apresentam fôlhas duras. O ciclo aí já é um pouco mais sensível. Há numerosas epífitas, porém menos lianas e o solo é um pouco menos úmido. Ex : serra do Mar. Plantas típicas. *Piptadenia communis*, *Arecastrum Romanzoffianum*, *Bromelia fastuosa*.

c) *Floresta esclerófila úmida*. Apresenta árvores com fôlhas largas coriáceas, algumas espécies decíduas, poucas epífitas. O ciclo já é bem sensível. O solo é muito úmido. Ex : sul da Flórida. Plantas típicas: *Magnolia grandiflora*, *Ilex opaca*.

d) *Floresta esclerófila mediterrânea*. Encontrada nas regiões onde a estação sêca coincide com o verão, havendo chuva no fim do inverno e começo da primavera. As árvores são pequenas e as fôlhas

de tamanho médio e muito coriáceas. Não há epífitas. O solo tem relativamente pouca matéria orgânica, a qual é exposta à seça no verão. O ciclo é muito nítido e tem dois máximos. Ex.: NE da Espanha. Plantas típicas: *Quercus ilex*, *Cistus albidus*, *Brachypodium ramosum*.

e) *Floresta decídua temperada*. Existe nas regiões de inverno bem acentuado, geralmente com neve e precipitação uniformemente distribuída. As árvores são altas (até 50 metros), as folhas largas, finas e caducas. Não há epífitas nem lianas, senão algumas trepadeiras e musgos. O ciclo é muito destacado. O solo é bastante profundo e bem húmido. Ex.: Nova Inglaterra. Plantas típicas: *Acer saccharophorum*, *Cornus alternifolia*, *Aster acuminatus*.

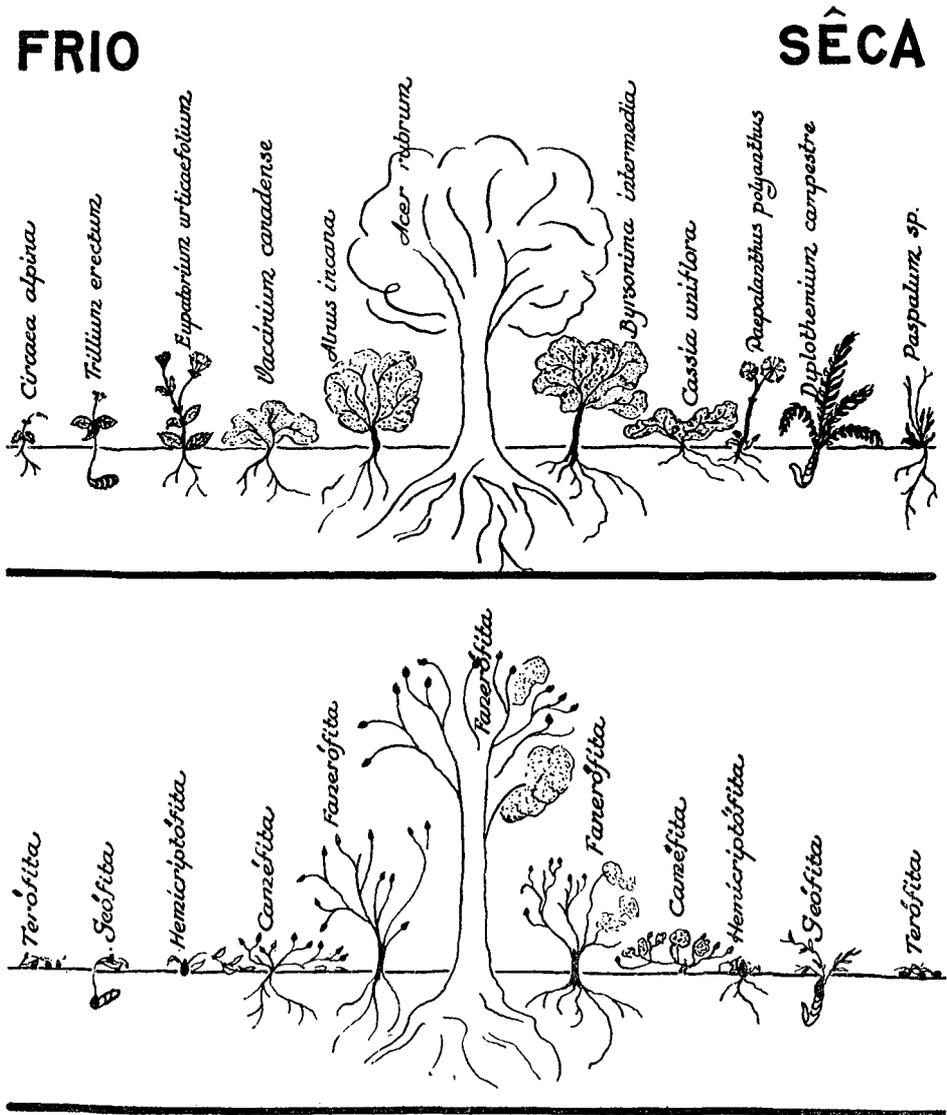


Fig 8 — As formas biológicas de Raunkiaer, baseadas na posição do broto regenerativo, que indica o modo de resistência da planta às intempéries durante a estação desfavorável (fria ou seca) Ver p 51

f) *Floresta de coníferas*. Característica das regiões frias, de invernos prolongados e precipitações elevadas. As árvores, às vezes, são enormes (até 100 metros na Califórnia). Geralmente as folhas são muito pequenas e aciculares. O solo é pouco profundo e diferenciado. O ciclo é bem destacado, embora as coníferas não percam as folhas e o ciclo seja menos acentuado do que na floresta decídua. Ex : Alpes. Plantas típicas. *Picea abies Vaccinium myrtillus, Circacea alpina*.

Há, ainda, vários outros tipos, como os pinheirais, as florestas de monção, as florestas sub-alpinas, etc

B. *Climas das formações herbáceas ou "grasslands"*. São caracterizados por precipitações limitadas e desigualmente distribuídas, havendo, no inverno, também ventos dessecadores. As árvores limitam-se à beira dos rios (floresta galeria), sendo o resto colonizado somente por vegetação mais baixa, sobretudo ervas, às vezes muito grandes, que permitem também a existência de sinusias. A cobertura pode ser contínua ou descontínua. O solo, embora às vezes seja bem protegido na superfície, não permite que aí se constitua uma atmosfera interior como nas florestas.

Há vários tipos de formações herbáceas, entre outros.

a) *Pradaria*. Existe nas regiões temperadas, de precipitações reduzidas, principalmente no fim do verão. Caracteriza-se pelas gramíneas altas que morrem, na superfície, durante o inverno e pelas plantas bulbosas e de folhas largas, que crescem no comêço do período de vegetação. Há muitas compostas que só chegam a florescer quando há alta porcentagem de água e dias longos. Há outras que germinam no momento mais úmido da primavera, produzindo folhas até o verão seco, quando, então, florescem. O comprimento das raízes, às vezes, pode chegar a ser considerável (WEAVER e CLEMENTS, 1938) O pampa argentino, provavelmente, pertence a este tipo geral de pradaria. O ciclo apresenta-se bem acentuado na pradaria, devido à ação do frio e da seca. O horizonte superior do solo contém muita matéria orgânica. Ex.: Iowa. Plantas típicas. *Andropogon scoparius, Bouteloua curtipendula, Rudbeckia nitida, Phlox pilosa*.

b) *Tundra*. Existe nas regiões de dias de verão muito compridos e onde a neve dura até oito meses, sendo o frio intenso. As plantas são baixas, lenhosas ou herbáceas. Os líquens, especialmente, são abundantes. O solo é muito superficial e o ciclo extremo. Ex.: litoral da baía de Hudson. Plantas típicas: *Vaccinium uliginosum var. alpinum, Salix herbacea, Carex bicolor, Cladonia alpestris*.

c) *Prados alpinos e de planalto*. São parecidos com a tundra, havendo muitas espécies comuns, mas com dias mais curtos e maiores variações de temperatura durante o período de vegetação, apesar de estarem em climas mais quentes. Ex.: Monte Washington, N.H., E.U. Plantas típicas *Vaccinium uliginosum var alpinum, Arenaria groenlandica, Cladonia rangiferina*

d) *Estepe*. Existe nas regiões temperadas, até temperadas quentes, com chuvas de inverno. A vegetação descontínua é baixa, herbácea, havendo, porém, alguns arbustos. O solo, às vèzes, é pouco diferenciado e o ciclo é muito sensível. A permeabilidade do solo muitas vèzes é notável. Há uma floração extraordinária num período muito curto. Ex.: W de Nebraska. Plantas típicas: *Stipa comata*, *Bouteloua gracilis*, *Helianthus rigidus*, *Oxytropis Lambertii*.

C *Climas de savanas*. É um clima de precipitações limitadas, havendo sempre distribuição desigual e um período sêco muito definido.

Não é raro, também, uma certa inconstância do regime pluviométrico, quer dizer, anos seguidos sensivelmente mais secos ou mais úmidos uns do que os outros. A savana, então, é o tipo intermediário entre a floresta e a vegetação herbácea. Há árvores disseminadas, em geral baixas, havendo uma estratificação nítida, formada pela sinusia descontínua de árvores e a sinusia, contínua ou não, de gramíneas e plantas pequenas. O solo fica sêco na superfície, havendo, talvez, grande acumulação de água no interior. No cerrado, por exemplo, RAWITSCHER, FERRI e RACHID (1943), acharam plantas com raízes que penetram no solo até 17 metros. As savanas são, pois, uma formação heterogênea, não sendo mata nem pradaria. Pode formar-se aí um verdadeiro mosaico de microclimas, pois a zona de influência das árvores possui condições diferentes da zona das gramíneas. Graças a êstes microclimas, pode haver tipos de flora e fauna inteiramente diferentes. Só há homogeneidade na savana, considerando-se uma área bem extensa. (N.B. — A própria palavra *savana* não é geralmente empregada num sentido tão extenso, isto é, para designar uma categoria da mesma ordem da floresta, *grassland* e deserto).

Há vários tipos de savana:

a) *Caatinga*. O período sêco é maior do que o da vegetação ativa. As árvores, geralmente baixas, são decíduas, havendo muitas suculentas e algumas de grande tamanho Ex.: NE do Brasil. Plantas típicas. *Mimosa verrucosa*, *Neoglaziovia variegata*, *Cereus jamacaru*.

b) *Cerrado*. A sêca dura também muito. As árvores, pequenas, perdem só uma parte das fôlhas que são geralmente, grandes. Muitas espécies desaparecem totalmente da superfície durante a sêca. Os solos são profundos. Ex.: Mato Grosso. Plantas típicas: *Kielmeyera coriacea*, *Tristachya chrysothrix*, *Anacardium humile*, *Diplothemium campestre*.

c) *Parque*. As precipitações, sobretudo, são inconstantes e induzem à formação duma floresta que nunca se fecha. Isto ocorre nas regiões subtropicais e até nas temperadas. Há, geralmente, uma densa vegetação de gramíneas e, não raramente, uma sinusia arbustiva. Ex.: W. do Manitoba. Plantas típicas: *Populus tremuloides*, *Rubus idaeus*.

d) *Taiga*. Com muito frio e precipitações reduzidas, dias muito longos no período de vegetação, as árvores são baixas, pouco extensas

em largura, espaçadas; a sinusia arbustiva é mais desenvolvida. O mais característico é o solo, muito pouco diferenciado, coberto duma camada de líquens e musgos. Ex.: N do Canadá. Plantas típicas. *Picea mariana*, *Kalmia angustifolia*, *Cladonia rangiferina*.

D. *Climas de desertos*. Apresentam populações dispersas, sendo só possível a sobrevivência de poucas espécies resistentes ou especializadas, como *Welwitschia mirabilis* (Angola), *Aristida pungens* (Saara). *Lithops* sp. (Karoo).

Esta classificação baseia-se sobretudo na estrutura, um critério nem sempre utilizado pelos biogeógrafos que, ainda, quase sempre, procuram definir a paisagem pela composição botânica. Últimamente, KUCHLER (1947) propôs um novo sistema paralelo ao de KÖPPEN, empregando uma escala hierarquizada como a dos climatologistas. É a seguinte:

Primeira subdivisão (letras maiúsculas)

- B — vegetação lenhosa de fôlhas largas persistentes
- D — vegetação lenhosa de fôlhas largas decíduas
- E — vegetação lenhosa de fôlhas aciculares persistentes
- N — vegetação lenhosa de fôlhas aciculares decíduas
- M — mistura de D e E
- S — mistura de B e D
- G — gramíneas e outras ervas.

Segunda subdivisão (letras minúsculas)

- Grupo I — l: baixo; com árvores, altura máxima 10 m
 l: baixo; com ervas, altura máxima 5 m
 m: médio com árvores, altura máxima 10-25 m
 m: médio; com ervas, altura máxima 5-2 m
 t: alto; com árvores, altura mínima 25 m
 t: alto; com ervas, altura mínima 2 m
- Grupo II — h: plantas herbáceas outras que não as gramíneas
 s: arbustos com altura mínima de 1 m
 z: arbustos anões altura máxima de 1 m
- Grupo III — a: árido; vegetação nitidamente xerofítica ou cumprindo o ciclo dentro de poucas semanas; terra nua entre as plantas e conspícua
 b: desprovido quase completamente da vegetação
 c: crescimento denso e contínuo (com G significa tufo contínuo).
 d: dominante (emprega-se somente para fazer sobressair um caráter mais notável do que os outros).

- g: formações de galeria ou qualquer vegetação limitada à beira das águas (ex.: manguezais)
- i: interrupto; árvores e arbustos estão bastante afastados para não se tocarem; com G signi-
fica "tufos".
- p. crescimento isolado ou em bosques (árvores e arbustos: parques, etc) ou em manchas (de G).
- r: raro; caráter conspícuo, embora não fre-
qüente

Grupo IV — e. epífitas abundam.

j: lianas conspícuas.

k: suculentas conspícuas.

w: vegetação aquática, seja submersa (*Sargassum*), flutuante inteiramente (*Lemna*) ou em parte (*Nymphaea*). (Plantas que enraízam abaixo da água, mas que têm partes impor-
tantes acima da superfície (ex.: mangues) não são incluídas aqui).

Não há dúvida que se demonstrou ser muito útil esta escala. Aplicando as suas fórmulas aos tipos de vegetação representados na figura 7, encontram-se as fórmulas seguintes:

Fig. 7 A: Glb (deserto; Algéria)

Fig. 7 A': Gtc (pradaria; Iowa).

Fig. 7 A'': Bmi Gm (cerrado; Mato Grosso).

Fig. 7 A''': Dtsh (floresta decídua; Ohio).

Fig. 7 B': Dmg (floresta galeria; Iowa).

11. As formas biológicas e os isobiócoros

São êstes os principais tipos de biócoros. Há, porém, um método mais moderno de caracterizar as áreas geográficas, com uma base estatística. RAUNKIAER procurou classificar as plantas de acôrdo com a localização dos órgãos regenerativos, quer dizer, do grau de defesa contra as intempéries (fig. 8). Êle criou as seguintes categorias que chamou de formas biológicas:

1.º — *Fanerófitas* (F), que têm os brotos muito altos e expostos ao frio, à sêca e ao vento. Existem em grande número nos climas quentes-úmidos, não precisando de proteção.

2.º — *Caméfitas* (C), espécies muitas vêzes lenhosas, baixas, com brotos perto do solo, que existem nos climas mais secos ou frios (onde têm proteção durante o inverno, pela neve).

3.º — *Hemicriptófitas* (H) têm grande desenvolvimento durante a estação de vegetação; depois, a parte aérea morre até o nível do solo,

onde fica o brôto regenerativo; são características das zonas frias e úmidas.

4.º — *Geófitas* (G) por causa do frio ou da sêca a parte acima do solo morre todo ano, ficando, somente, um brôto abaixo da superfície, inteiramente protegido do ar e mesmo das geadas.

5.º — *Terófitas* (T) produzem sementes que, caindo na superfície, ficam inativas até chegar a estação favorável.

Pode-se acrescentar outra categoria, as *hidrófitas* (HH) ou plantas aquáticas, embora vários autores as considerem como equivalentes às geófitas, enquanto a proteção da água é análoga à do solo. Todavia, existem também hidrófitas do tipo hemicriptófito e terófito. Aliás, poderíamos adotar para as aquáticas outra classificação (DANSEREAU, 1945).

RAUNKIAER (1934), procurou estabelecer em várias áreas uma *porcentagem* de cada uma destas formas biológicas. Verificou que nas regiões tropicais úmidas há preponderância de fanerófitas, nas regiões sêcas de terófitas, nas temperadas úmidas de hemicriptófitas. A esta estatística das formas biológicas das plantas de uma região dá-se o nome de *espectro biológico*. RAUNKIAER examinou a forma biológica de 1 000 espécies escolhidas ao acaso e tomou este *espectro normal* como padrão para a sua classificação. A tabela VIII mostra como é que se pode falar em clima hemicriptofítico, camefítico, etc., bem

TABELA VIII

Espectros biológicos de diversas regiões, em comparação com o normal, mostrando a influência dominante do clima e as influências acessórias (Segundo RAUNKIAER, 1934, BRAUN-BLANQUET, 1932; o espectro do Ártico canadense (inédito) por Y DESMARAIS, segundo os dados de POLUNIN)

FORMA BIOLÓGICA		F	C	H	G	HH	T
NORMAL (1 000 spp)		46	9	26	4	2	13
F	Seychelles	61	6	12	3	2	16
	Ilhas da Vitgem	61	12	9	3	1	14
	Antilhas Dinamaiquesas	74	16	4	1		5
C	Alpes (Suíça)		24,5	68	4		3,5
	Spitzberg	1	22	60	15		2
	Ártico do L (Canadá)		26,3	56,9	11,1	3,7	2,0
H	Suíça Central	10	5	50	15		20
	Região de Paris	8	6,5	51,5	25		9
	Connecticut (Estados Unidos)	15	2	49	22		12
T	Death Valley (Califórnia)	26	7	18	2	5	42
	Cirenaica	9	14	19	8		50
	Deserto da Líbia	12	21	20	4	1	42

como se percebem influências secundárias (ex.: a sêca relativa na Suíça Central, com 20% de T, devido às antigas invasões da Europa Central). Depois de unir no mapa, por meio de linhas, os pontos de espectros biológicos iguais, é que se podem mostrar os *isobiócoros*.

QUINTA PARTE: AUTOECOLOGIA

A *Autoecologia* é o estudo do organismo, desde o nível da espécie até o do indivíduo, nas suas relações com o meio. Não é o ambiente o objeto de estudo e sim o organismo e as modalidades de sua adaptação ao *habitat* (no sentido restrito). Neste estudo, utilizam-se dois métodos: a *observação direta* do animal ou planta no meio natural e a *experimentação*, isto é, o estudo do comportamento do indivíduo quando se faz o contróle dos fatores.

1. Condições de adaptações: exigências, tolerâncias e capacidade de utilização

Cada espécie tem *exigências* que são o conjunto das condições *indispensáveis ao cumprimento de seu ciclo vital*. Estas exigências, manifestam-se quanto a diversos fatores, devendo-se considerar qual é a quantidade mínima de um determinado fator para a espécie, quando os outros não são deficientes.

Paralelamente às exigências, existe outro fenômeno, a *tolerância* em relação a um fator, que é *a intensidade máxima ou mínima desse fator, que uma espécie pode experimentar sem ser prejudicada*. Neste caso, há a considerar a *duração* e a *variação* do fator.

Exigência e tolerância são fenômenos complementares e contrários, devendo ser considerados em cada caso. Estas noções, permitem distinguir certas espécies que, possuindo poucas exigências e muita tolerância, podem *aproveitar melhor* que outras os recursos do meio. Exemplo: o *Taraxacum officinale* (composta) tem exigências muito baixas, vivendo em solos pobres em lugares úmidos ou secos. Ele tem tolerância para luz excessiva, solo sêco, dias compridos ou curtos. A capacidade de utilização dos recursos do meio desta planta é muito grande e, em quase todos os *habitats*, difunde-se grandemente. Tem, porém, *preferências* por solos frescos, bem expostos ao sol e bastante ricos em matéria orgânica.

Outro exemplo. o *Mytilus edulis*, marisco ou mexilhão do baixo São Lourenço. Exige: água salgada, durante mais de 12 horas por

dia, pouca profundidade e *substratum* rochoso. Por outro lado, tolera exposição ao ar durante menos de 12 horas por dia, luz muito forte e variação considerável da temperatura. Sua capacidade de utilização do meio é muito grande, decompondo a rocha e formando colônias fechadas. Manifesta, todavia, uma preferência, pois localiza-se, sobretudo, junto da linha de maré baixa.

2. Área e "habitat"

É preciso lembrar, quanto à adaptação das espécies a determinado meio, as diferenças entre as limitações geográficas ou climáticas e as do ambiente mais imediato, que é o *habitat*. Assim, a palmeira *Phoenix dactylifera* é planta de clima desértico, mas só é achada à beira dos rios ou poços, de modo que é mesmo de *habitat* úmido. A andorinha *Riparia riparia* é de climas úmidos e frios, mas só faz o ninho em bancos de areia seca. Cada organismo, então, tem se adaptado quanto às suas exigências e tolerâncias aos fatores cósmicos (duração de horas de luz) e climáticos (regime térmico) para depois, no *habitat*, manifestar, mais imediatamente, sua reação e o poder de aproveitar os recursos. Os fatores limitativos do *habitat* são pois químicos, físicos e biológicos

3 Fatores químicos

a) *Oxigênio*. No escudo canadense há uma espécie de truta (*Salvelinus fontinalis*), que só vive em águas frias com muito oxigênio. Numa mesma caverna, pode haver várias colônias de morcegos de espécies diferentes que, localizadas de modos diversos (uma perto da entrada, outra no fundo, etc.), precisam de quantidades diferentes de oxigênio

b) *Cálcio e silício*. São muito importantes no solo, já tendo mesmo sido feita uma classificação nêles baseada: flora calcícola e flora silicícola. Não há dúvida que seja muito forte o poder seletivo do solo, chegando até a favorecer uma verdadeira vicariância. Assim, na região de Paris, há espécies afins em terrenos calcários e silicosos (DE MARTONNE, CHEVALIER e CUÉNOT, 1927)

SILICÍCOLAS

Viola riviniana
Thymus chamaedrys
Agrimonia odorata
Verbascum lychnitis var *alba*

CALCÍCOLAS

Viola Reichenbachiana
Thymus serpyllum
Agrimonia eupatoria
Verbascum lychnitis

Esta distinção, porém, não é sempre muito exata, pois dá idéia de que a planta precisa de cal. Há, porém, certas plantas que estão nas pedras calcárias, porque estas se esquentam mais que os granitos. É, pois, uma relação física e não química da planta com o cálcio (ex.: flora dolomítica). Em outros casos, ao invés de temperatura, é uma questão de pH, pois os terrenos calcários são alcalinos, possuindo uma flora característica.

c) *Sais*. Nas praias, à beira dos lagos salgados e até nas margens das fontes “minerais”, encontra-se uma zonação, conforme o grau de concentração dos sais no solo. Várias espécies do gênero *Salicornia* constituem colônias nos lugares mais salgados da beira-mar, assim como nas salinas abandonadas (Cabo Frio). São encontradas, também, nos lagos salgados do interior, como o Salt Lake (Estados Unidos) e os *schotts* da Argélia. Até as pequenas fontes minerais salgadas apresentam logo espécies, como as de *Atriplex* e várias outras pertencentes à família das quenopodiáceas.

d) *pH*. A concentração iônica é muito importante na distribuição dos tipos de vegetação, pois a acidez ou alcalinidade têm grande papel. O pH, num mesmo lugar, principalmente num meio aquático, varia muito, havendo plantas que têm de resistir a estas variações. As plantas e mesmo os animais, podem ser classificados em: acidófilos, neutrófilos e basófilos. As turfeiras, onde o solo é de matéria orgânica molhada, são um meio ácido, com *Sphagnum*, *Carex*, etc. As florestas têm, geralmente, tendência para o neutro. Qualquer que seja o ponto inicial de colonização de um terreno virgem pela vegetação, há sempre tendência para a neutralização, com a sucessão de diversas associações de plantas (vide *sinecologia*).

e) *Outros fatores*. Zinco, ferro, manganês, magnésio, selênio, enxôfre, são elementos que, aparecendo em excesso, tornam muito pobre a vegetação, pois não há plantas que tenham alta exigência dos mesmos, mas sim poucas, que resistam ao seu excesso.

4. Fatores físicos

a) *Luz*. Tem um efeito importantíssimo sobre a fotossíntese. Foi provado, porém, que nem todas as plantas aceleram a *fotossíntese* quando aumenta a luz, o que permite a seguinte classificação: espécies *heliófilas* (que crescem proporcionalmente ao aumento de luz) e espécies *ciófilas* (que crescem proporcionalmente à luz até mais ou menos 10% e depois pouco aproveitam) LUNDEGARDH (1931), con-

cluiu que o aumento de intensidade da assimilação é tanto maior quanto mais perto do mínimo. No caso das espécies ciófilas, há uma parada no aproveitamento proporcional.

A luz, também, tem influência sôbre a reprodução, sendo isto o *fotoperiodismo*. De acôrdo com a necessidade que têm certas plantas de dias breves ou longos, podem ser classificadas em *brevidiurnas* e *longidiurnas*.

A luz, ainda, pode influenciar a *forma* das plantas ou animais. Conforme a exposição, os mexilhões terão as três dimensões do crescimento influenciadas de modo diferente: assim, o comprimento evoluindo mais rapidamente que a largura e espessura, dará formas bem diferentes ao *Mytilus* que cresceu em plena luz (HUNTSMAN, 1921). A dissecção mais ou menos acentuada das fôlhas lobadas (*Taraxacum*, *Quercus*, *Cecropia*), é muitas vêzes questão de luz.

A *germinação* é, também, influenciada, germinando certas plantas na sombra, outras na luz. As embaúbas (*Cecropia*) germinam na luz e, formando uma grande colônia, vão fazer sombra e impedir a germinação de novas embaúbas.

Outro fenômeno relativo à luz, é o *fototropismo*, que é a tendência a aproximar-se ou afastar-se da luz, podendo ser positivo ou negativo. O *Kielmeyera* do cerrado, tem fototropismo negativo e suas fôlhas dispõem-se tôdas verticalmente, oferecendo o mínimo de superfície à luz. Inúmeros insetos também manifestam fototropismo (mariposas)

b) *Calor*. Tem influência na fotossíntese, diminuindo-a consideravelmente em plantas aquáticas (MEYER et al., 1943). Afeta também o apetite dos animais. Há um peixe (*Coregonus clupeaformis*), que não come mais em temperatura acima de 25° no lago, de modo que uma numerosa população fica com tamanho reduzido (FRY, 1939).

O *frio* e a resistência a êle são muito importantes. Em várias plantas lenhosas, a relação entre amido e açúcar cresce do mês mais frio para o mais quente (GIBBS, 1940). A *migração* das aves começa com a chegada dos grandes calores na região onde vivem, indo, então, para o ártico, onde os dias são longos e a temperatura pouco variável. O *trabalho* humano, também sofre grandemente a influência do frio e, sobretudo, das variações de temperatura, como mostrou HUNTINGTON (1940).

c) *Umidade*. Tem importância, principalmente nas partes críticas do ciclo (reprodução, germinação e eclosão dos ovos). A defesa contra a *sêca* mostra-se muito visível nas plantas xerófilas, como as

cactáceas que acumulam água e têm mecanismo de resistência à evaporação. O tipo higrófilo não tem quase defesa contra a evaporação e algumas plantas aquáticas não têm nem epiderme.

A umidade, também determina *migrações*, como no caso dos mosquitos silvestres, que migram em altura durante um dia, conforme a saturação do ar em diversos níveis.

d) *Pressão*. Não parece ter influência nas plantas. Quanto aos animais, há uma influência direta sobre a pressão do sangue.

O caso mais notável é o da mudança do biociclo: o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), espécie *anadroma* que vive nas águas salgadas e se reproduz nas águas doces; a enguia (*Anguilla bostoniensis*),

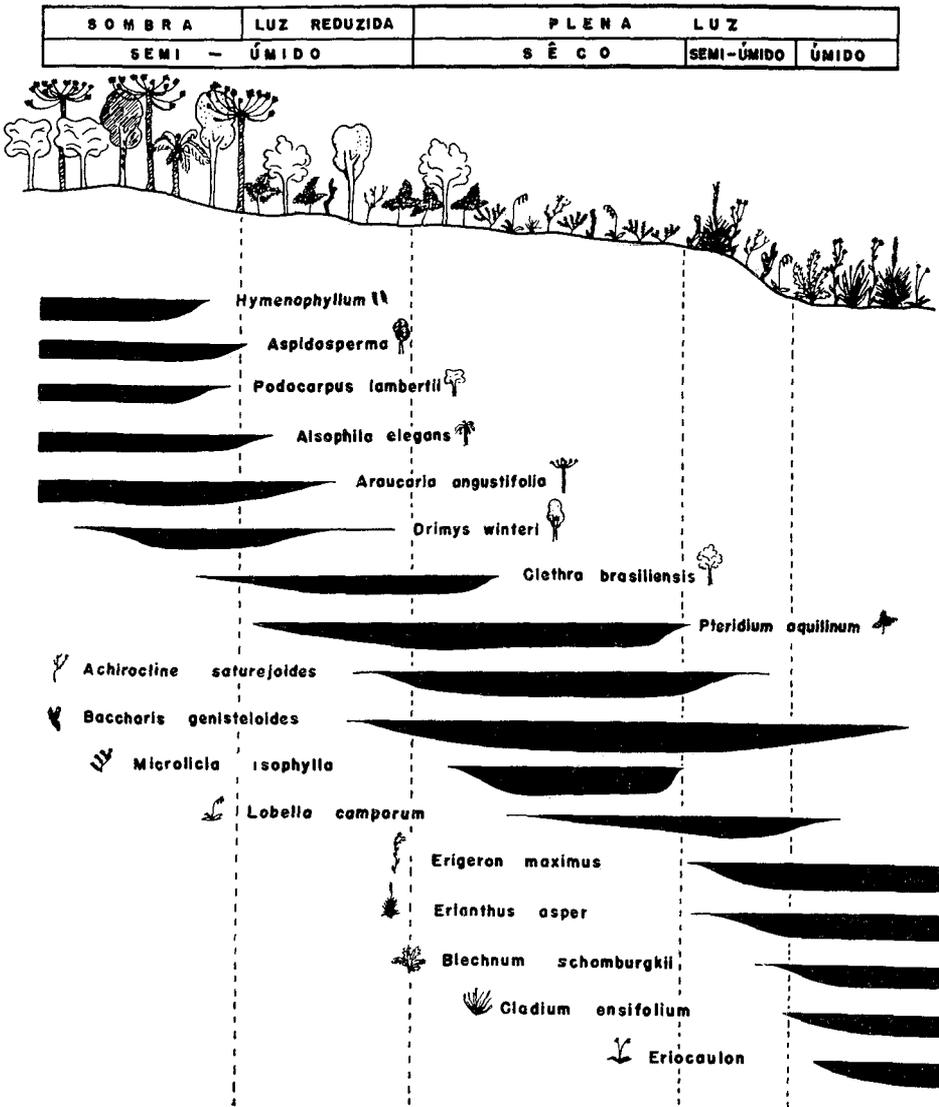


Fig 9 — Corte esquemático da vegetação em Campos de Jordão, mostrando a adaptação e a amplitude ecológica de diversas espécies em relação à luz e à umidade

espécie *catadroma*, que vive na água doce e se reproduz no mar de Sargaços Isto faz supor uma adaptação extraordinária dos líquidos internos

e) *Classificação* A respeito dos fatores físicos, então, há uma nomenclatura que exprime as preferências das espécies (fig 9).

1.º Em relação à *luz*, são pois *heliófilas*, as espécies dos lugares abertos, com muito sol (*Baccharis genisteloides*, *Microlicia isophylla*, a maioria dos bambus e dos gafanhotos); são *ciófilas*, as espécies de sombra (samambaias-açu, *Coccocypselum* sp. *Peperomia galioides*, serelepes, baratas); são *intermediárias*, várias espécies da beira das florestas, que não toleram muita sombra nem muita luz (*Piptadenia* sp., *Begonia itatiaiensis*), e são *indiferentes*, as que não manifestam uma relação bem nítida à luz (*Drymis Winteri*). Além disto, levando-se em conta a tolerância, chamaremos de *eurifóticas* as espécies que se adaptam à grande amplitude da luz (*Piptadenia* sp.) e de *esteno-fóticas* as que ficam restritas à pouca amplitude, quer sejam *heliófilas* (*Cortaderia modesta*) ou *ciófilas* (*Alsophila elegans*, *Hymenophyllum* sp., morcegos).

2.º Com respeito ao *calor*, vigoram as mesmas distinções Os *criófilos* (ou *equistotermos*), são organismos da neve e dos glaciários, todos eles são *estenotermos* (*Glenodinium pascheri* (alga), *Isotomurus glacialis*. (pulga). Os organismos adaptados ao frio chamam-se *microtermos* (*Picea*, *Alces*) e ao calor, *megatermos* (*Hevea*, *Crocodylus*), havendo também *mesotermos* (*Quercus virginiana*). Entretanto, podem ser *euritermos* (*Cedrela fissilis*, *Panthera onça*), ou *estenotermos* (*Hevea brasiliensis*, *Crocodylus* sp., *Alces americanus*). Os animais também podem ser classificados em *homeotermos*, com temperatura que não varia, metabolismo constante (*Panthera onça*, *Cervus canadensis*) e *pecilotermos* com período de hibernação ou estivação (*Ursus horribilis*, *Marmota marmota*)

3.º Em relação à *umidade* há que distinguir espécies *aquáticas* (*Nymphaea*, peixes), *anfíbios* (*Scirpus validus*, *Polygonum amphibium*, foca, capivara, *Tapirus americanus*), *higrófilas* (*Xyris*, *Sphagnum*, *Hylidae*), *mesófilas* (*Cedrela fissilis*, *Fuchsia Campos-Portoi*) e *xerófilas* (*Chaetostoma* sp, *Liolumus Lutzae*). As *eurigricas* têm grande tolerância aos extremos (*Arecastrum romanzoffianum*, *Selaginella Sellowii*, *Bufo marinus*), ao passo que as *estenoigricas* têm pouca (*Adiantum* sp., *Cereus variabilis*, *Hyla crucifer*)

5. Fatores biológicos

a) *Relações biocenóticas* (fig 10) A *biocenose* é a participação de diversos organismos nos elementos nutritivos do meio, ou, então, em todos os recursos do ambiente espaço, alimento, abrigo, etc Na biocenose, há várias modalidades.

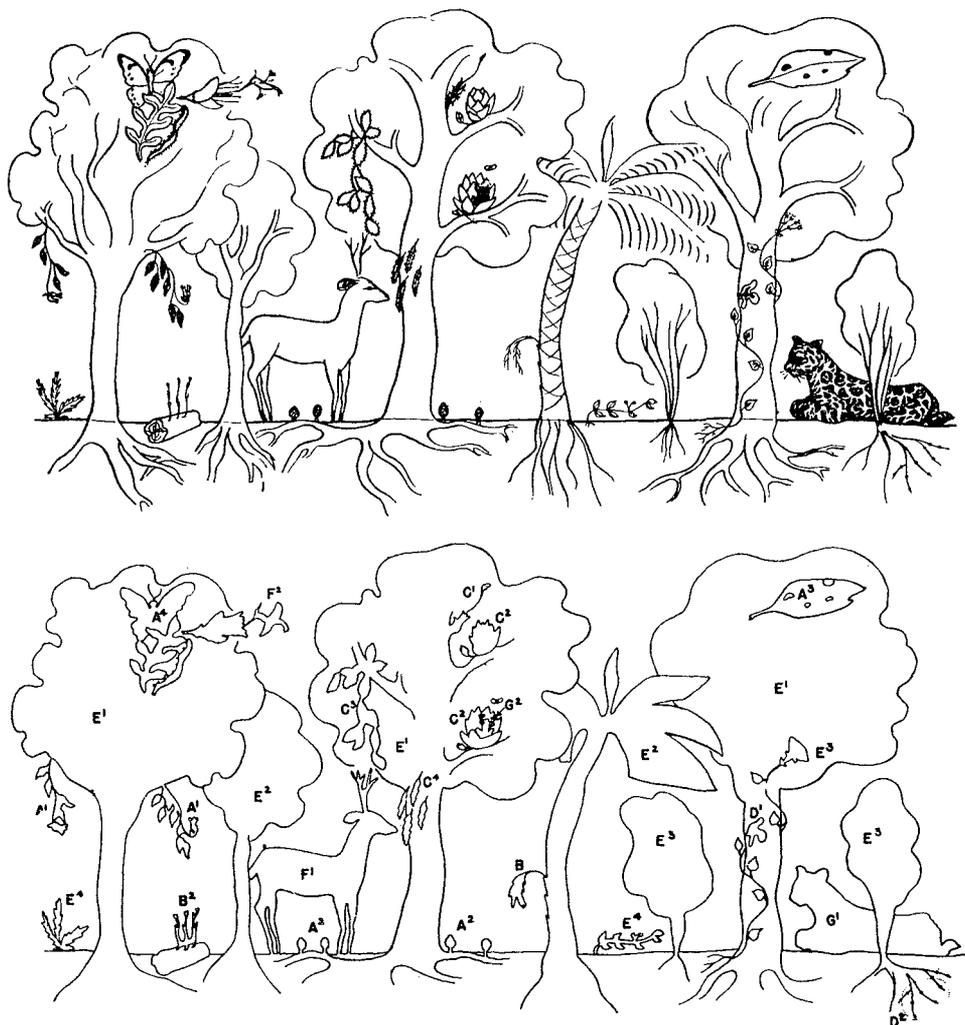


Fig 10 — Relações biocenóticas

A	Parasitismo	A ¹ : Psittacanthus sobre Inga A ² : Langsdorffia sobre Cabralea A ³ : Asterinella sobre Roupala A ⁴ : Morpho sobre Inga
B	Saprotitismo	B ¹ : Psilotum nas bainhas de Euteipe B ² : Burmannia sobre troncos caídos
C	Epifitismo	C ¹ : Tillandsia sobre Cabralea C ² : Aechmaea sobre Cabralea C ³ : Epiphyllum sobre Cabralea C ⁴ : Hymenophyllum sobre Cabralea
D	Simbiose	D ¹ : Líquen (alga e fungo) D ² : Micorizas e Clethra.
E	Comensalismo	E ¹ : Inga, Cabralea e Roupala E ² : Drimys e Euteipe E ³ : Psychotria, Begonia e Clethra E ⁴ : Dryopteris e Coccocypselum
F	Fitofagia	F ¹ : Veado e plantas herbáceas F ² : Beija-flor e Inga
G	Predação	G ¹ : Onça e veado G ² : Hyla e mosquito

1.º) *Parasitismo*. Supõe que um dos dois organismos precise do outro para subsistir. Há diversos tipos de adaptação parasitária desde o fungo restringido a uma só espécie, crescendo nas flores ou nas

fôlhas, até o que tem as diversas fases do ciclo em diferentes hóspedes, como a ferrugem do trigo (*Puccinia graminis*) no trigo e no *Berberis*

Várias plantas superiores, como as monostropáceas, orobancáceas, lorantáceas e citináceas são parasitas, quer na parte superior ou na raiz das plantas (desta última família é a maior flor que se conhece, a *Rafflesia Arnoldi*, parasita nas raízes das árvores) Há, também, animais parasitas, como o berne (*Dermatobia hominis*) e uma porção de insetos e de vermes, quer cumprindo todo o ciclo num hóspede vegetal ou animal, quer mudando conforme a fase vital.

Há plantas que, só accessoriamente, são parasitas ou então hemiparasitas, como as do gênero *Euphrasia* e do gênero *Comandra*, quando uma ou outra raiz alcança a raiz de outra planta e ataca os tecidos.

Há até parasitismos úteis, como no caso de uma grande liliácea, a *Yucca gloriosa*, com a borboleta *Pronuba yuccasella*. A *Yucca* tem um ovário grande com muitos óvulos. A *Pronuba* faz bolos de pólen e deposita-os no estigma, permitindo a fecundação da planta. A borboleta põe os ovos dentro do ovário e suas larvas alimentam-se comendo parte das sementes. As sementes que sobram, então, germinam.

2º) *Saprotitismo* É a sobrevivência de vegetais e animais sobre matéria orgânica em decomposição. Ex : bactérias, cogumelos e plantas superiores, como as burmaniáceas, geralmente desprovidas de clorofila. O *Psilotum nudum* (Pteridófito) é também saprófita. No Rio de Janeiro, no Jardim Botânico, esta planta vive num meio saprofítico, constituído pela matéria orgânica em decomposição, contida nas bainhas das fôlhas mortas, no tronco de várias palmeiras

3.º) *Epifitismo* As epífitas vivem sobre outras plantas, usando-as somente como suporte, sem utilizar a sua seiva. Ex orquidáceas tropicais, muitas bromeliáceas, cactáceas, polipodiáceas e líquens.

Há espécies que são epífitas facultativas, vivendo nas árvores ou no chão, sendo interessante verificar se suas raízes são primárias ou adventícias.

4º) *Simbiose* É a associação de duas ou mais espécies com benefício para tôdas. Os líquens são formados pela associação de uma alga com um fungo numa perfeita simbiose. Também as micorizas (fungos), vivem nas partes subterrâneas de várias plantas (*Trifolium*, *Alnus*, *Clethra*).

5º) *Comensalismo*. Para que possam viver juntos no mesmo *habitat*, os organismos de diversas espécies têm que possuir exigências muito vizinhas, porém, complementares. Assim, numa floresta, as plantas herbáceas ciófilas aproveitam a sombra das árvores e utili-

zam só o horizonte superior do solo; nas bainhas das grandes bromélias epífitas, as pererecas ficam na parte baixa, mais molhada, ao passo que diversos artrópodos comensais encontram-se na parte apenas úmida.

6.º) *Fitofagia*. Entre os animais que comem plantas, alguns são mais ou menos específicos, quanto à escolha do alimento. Assim, o caribu (*Rangifer rangifer caribou*), sobretudo no inverno, gosta dum líquen o *Cladonia rangiferina*; o bicho da sêda (*Bombyx mori*) só come as fôlhas do *Morus alba*. Outros comem diversas espécies, como os ursos que gostam de bagas de inúmeros arbustos e ervas, os *Ungulados* que comem ervas, brotos e fôlhas diversas.

7.º) *Predação*. Existem predadores em tôdas as classes de animais, sejam caçadores em bandos como os lóbos, as piranhas, ou solitários como a onça, o jacaré e uma porção de aves. A predação nem sempre será prejudicial à espécie caçada, como bem mostrou OLSON (1938), no caso dos lóbos e dos veados do Minnesota.

b) *Reprodução*. Os modos de propagação impõem às plantas e animais limitações no tempo e no espaço. Pode ser feita de várias maneiras, com ou sem fecundação. O tipo *assexual*, diminui as possibilidades de expansão e adaptação dos organismos. Com os *processos sexuais* e a recombinação dos fatores hereditários, há diversas possibilidades de adaptação. Na reprodução sexual, há o *hermafroditismo* e a reprodução dióica (sexo em indivíduos diferentes). Há uma espécie de *Populus* (*P. canadensis*) na qual só existem indivíduos machos, só havendo propagação pelo plantio.

A periodicidade sexual tem muita importância, pois há espécies que poderiam hibridar se coincidissem o período de reprodução

A fecundação às vezes pode fazer-se por meio de *agentes externos*, como, por exemplo, o *vento*, que fertiliza as gramíneas e a maioria das árvores que não têm flores atraentes para os insetos. Vários *Potamogeton* vivem na água e florescem na superfície. A *Vallisneria* é uma planta dióica. O pé feminino produz uma inflorescência que vai crescendo e fica fora d'água. A haste masculina quase não cresce e, por isto, não atinge a superfície, depois quebra, flutuando então e a fecundação é feita por choque ou por meio de insetos. O fruto vai para o fundo, havendo uma contração da haste feminina. Há uma arácea (*Cryptocoryne*), que tem fecundação dentro d'água, porém é protegida por uma bolsa de ar, que proporciona um ambiente seco dentro da espata. Os insetos têm um papel muito importante para a fecundação. Várias famílias (labiadas, orquídeas, asclepiadáceas), têm dispositivos, até muito complicados, que facilitam a fecundação entomófila.

Outros animais, ainda, moluscos, aves, mamíferos (marsupiais australianos), fazem o transporte do pólen e realizam a fecundação cruzada

c) *Dispersão*. É o caminho que pode percorrer uma parte vegetativa de uma planta ou a sua semente para reproduzir outro indivíduo. Entre os fatores que favorecem a dispersão, destacam-se

1.º) *Vento*. Transporta as sementes, havendo diversas adaptações que favorecem este transporte, como as asas nas sementes (*Tetrapteris*, *Acer*, *Arreabidea*) Pode ser o fruto inteiro envolvido numa espécie de balão (*Physalis*), ou, então, muito leve ou com sêda (asclepiadáceas, compostas), facilitando o vôo. Há espécies que possuem inflorescência cilíndrica, facilitando, uma vez no chão, o rolamento (*Sisymbrium altissimum*). Até plantas inteiras podem ser transportadas a grandes distâncias (*Salsola pestifer* nas planícies centrais da América do N e da Europa)

2.º) *Água*. As marés carregam as sementes de muitas plantas da zona intertidal (*Gentiana Victorinni* no São Lourenço, *Rhizophora mangle* na África e no Brasil) e também das zonas imediatamente acima. O exemplo mais notável é o do *Cocos nucifera*, que talvez faça migrações de grande amplitude.

3.º) *Aves*. Há aves que fazem o transporte de parasitas. As pernaltas, difundem os moluscos que grudam em suas pernas, migrando com elas (HESSE, 1937). Isto explica a existência de vários moluscos em antigas regiões glaciais que não as poderiam ter reinvasido pela locomoção normal. Mais importante, ainda, é o papel dos pássaros que comem bagas de semente dura (como as de *Prunus*) e cuja moela quebra a parte exterior e facilita a germinação.

d) *Vagilidade*. É a capacidade de um organismo de se movimentar pela própria força. Varia muito, conforme a fase do ciclo. Assim os anterozóides dos fetos, apenas percorrem poucos centímetros. Formigas, toupeiras, moluscos, vão mais adiante. Mosquitos, serelepes, andam vários quilômetros, atravessando mesmo diversos *habitats*. Peixes, coelhos e raposas, fazem migrações locais, veados, alces, lobos e salmões, migrações regionais. Várias aves fazem migrações continentais, passando até de um hemisfério para outro

e) *Vitalidade*. É a capacidade de um organismo de cumprir todas as fases de seu ciclo, devendo ser considerada em relação a um determinado ambiente. Um animal, com plena vitalidade, cumpre todo o seu ciclo num mesmo lugar, havendo porém, outros que, em certo *habitat*, só podem conseguir uma parte do ciclo. Há plantas heliófilas, que precisam de muita luz para crescer e cumprir seu ciclo. Dentro de uma floresta, elas poderão germinar e, talvez mesmo, crescer, mas não

completam o ciclo, pois não florescem. Para o estudo de diversos tipos de vegetação, num mesmo terreno, esta questão de vitalidade é essencial.

Uma noção relacionada com a vitalidade é a *longevidade*. MOLISCH (1938), estudando a longevidade das plantas, verificou que a *Adansonia* (baobab), a *Sequoia*, o *Ficus religiosa*, alcançam idade avançada, até vários mil anos (tabela IX). Quanto aos animais, só a baleia e o

TABELA IX
Duração da vida de diversas árvores e arbustos, segundo MOLISCH (1938)

NOME	Idade máxima	Circunferência em metros	Diâmetro em metros	Altura em metros
<i>Adansonia digitata</i>	5150			10
<i>Sequoia</i>	4000-5000		10	142
<i>Ficus religiosa</i>	2000-3000 ?			
<i>Cupressus sempervirens</i>	2000-3000		3	50
<i>Taxus baccata</i>	900-3000			
<i>Juniperus communis</i>	2000	2.75		
<i>Taxodium distichum</i>	2000			
<i>Cedrus libani</i>	1200-1300			
<i>Platanus sp.</i>	1300 ?			
<i>Picea excelsa</i>	200-1200			
<i>Pinus cembra</i>	1200	7.65		
<i>Tilia sp.</i>	800-1000	16.5	4.50	
<i>Quercus sp.</i>	500-1000			
<i>Fagus silvatica</i>	600- 930			
<i>Abies alba</i>	300- 800			
<i>Dammara australis</i>	700- 800			
<i>Castanea vulgaris</i>	500- 700	9		
<i>Tilia platyphylla</i>	700	14.5		
<i>Olea europaea</i>	700	6.4		
<i>Pinus nigra</i>	600			
<i>Populus alba</i>	300- 600	12		
<i>Ulmus sp.</i>	300- 600	16.68		36
<i>Acer platanoides</i>	400- 500	5.10		25
<i>Pinus silvestris</i>	500			
<i>Pinus Strobus</i>	400- 450			
<i>Pinus canariensis</i>	440			
<i>Juglans regia</i>	300- 400			
<i>Ulmus effusa</i>	300- 400	6.43		20
<i>Rosa canina</i>	400			
<i>Crataegus oxyacantha</i>	400			
<i>Prunus avium</i>	100- 400			
<i>Alnus glutinosa</i>	100- 300			
<i>Populus nigra</i>	300	8		
<i>Pirus communis</i>	300			
<i>Cornus mais</i>	300	2.5		
<i>Carpinus betulus</i>	250			
<i>Fraxinus excelsior</i>	250			
<i>Sorbus terminalis</i>	230			
<i>Dracaena draco</i>	185- 200	17.45	4.82	22
<i>Acer campestre</i>	150- 200	3.4		
<i>Acer montanum</i>	200			
<i>Sorbus aria</i>	50- 200			
<i>Sorbus domestica</i>	140- 200			
<i>Pirus malus</i>	200	3.63	0.43	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	200			18
<i>Hedera helix</i>	200			
<i>Myrtus communis</i>	156			6

corvo atingem mais de uma centena de anos (tabela X). As árvores da floresta decídua da América do Norte, quando protegidas, vivem 200 a 300 anos, mas na própria floresta, não ultrapassam 120 a 130 anos.

TABELA X

Longevidade conhecida e período de gestação ou incubação de vários animais superiores, segundo HEILBRUNN (1943)

NOME COMUM	Nome científico	Período de gestação ou incubação (dias)	Duração comum da vida (anos)	Duração máxima (anos)
Homem	Homo sapiens	280	70-80	110 ?
Chimpanzé	Troglodytes niger	260	15-20	30
Macaco	Macacus sinicus	160 (210)	12-14	
Gato	Felis domestica	56	9-10	
Leão	Felis leo	105	20-25	40 ?
Cachorro	Canis familiaris	60	10-12	34
Urso polar	Ursus maritimus	240	40-50	
Camundongo	Mus musculus	(23)	3-3,5	
Rato	Epimys decumanus	21	2,5	
Castor	Castor fiber	42	20-25	50 ?
Coelho	Lepus cuniculus	30	5- 7	
Cobaia	Cavia cobaia	63	4- 5	
Vaca	Bos taurus	285	20-25	30
Carneiro	Ovis aries	150	10-15	20
Cabrito	Capra hircus	150	12-15	19
Rena	Rangifer tarandus	240	16	
Camelo	Camelus (dromedarius)	360 -400	25-45	50
Porco	Sus scrofa	120	ca 16	27
Hipopótamo	Hippopotamus amphibius	210 -250	40	
Rinoceronte	Rhinoceros (unicornis)	510 -550	40-45	
Cavalo	Equus caballus	330 -350	40-50	62
Elefante	Elephas indicus	628 (615)	70	98
Baleia	Balaena mysticetus	360 ?	algumas centenas?	
Volturino	Gyps fulvus		118	
Águia	Aquila chrysaetos		104	
Canário	Fringilla canaria		24	
Pombo	Columba livia	17 - 19	50	
Galinha	Gallus domesticus	20 - 22	20	
Pato	Anas boschas	26 - 30	50	
Ganso	Anser cinereus	28 - 31	80	
Avestruz	Struthio camelus		50	
Coruja	Bubo bubo			68

SEXTA PARTE. SINECOLOGIA

O objeto de estudo da sinecologia não é um organismo, em particular, mas todos os organismos presentes num determinado *habitat*. O *habitat* é o lugar onde se desenvolvem tôdas as atividades das espécies, vivendo isoladas ou em conjunto. As plantas e animais que vivem num determinado *habitat*, pertencem a uma flora e a uma fauna e, tendo exigências e tolerâncias, podem ser achados em um ou vários *habitats* de região onde, climatologicamente, sua vida é possível. Em cada caso, têm-se que investigar as condições físicas do *habitat*, a duração, a ciclicidade dos fatores.

1. Biosfera, biociclo, biócoro, "habitat" e biótipo

Para chegar a uma boa definição do *habitat* deve-se considerar a subdivisão da *biosfera* (o meio favorável à vida na terra, na água e no ar), que pode ser subdividida em *biociclos*, que são: a água salgada, a água doce e o meio terrestre (fig. 11). O fator físico que varia aí, é a densidade muito diferente nestes três meios.



Fig. 11 — Os três biociclos: marinho, terrestre e dulcícola, cada um deles com diversos "habitats"

O *biócoro* é o meio geográfico onde dominam certas formas biológicas, adaptadas a um conjunto particular de *fatôres meteorológicos*. Sua distribuição é determinada, sobretudo, pelas precipitações e cada um é caracterizado por um grande tipo de vegetação (vide acima bioclimatologia). Dentro de um biócoro, há possibilidade de se achar certo número de *habitats*. O *habitat* é, pois, o meio particular a um certo número de espécies, vivendo em condições homogêneas do ponto de vista físico, dinâmicas, do ponto de vista biológico, e mais ou menos limitadas geograficamente. Dentro do *habitat*, há outras subdivisões, que são *sinusia* e biótopo.

As *sinusias* (ou estratos) são caracterizadas pela dominância, presença ou comportamento de algumas espécies que só se aproveitam de uma parte do espaço, num determinado nível ou altura. Dentro de uma *sinusia*, pode haver vários *biótopos* com condições ainda mais particulares e de menor extensão no espaço (vide figs. 10 e 11).

Os organismos estão limitados mais ou menos estritamente a cada nível de sua integração ao meio e, de uma maneira geral, cada vez mais restritos, à medida que se aproxima a unidade biocenótica menor, o biótopo. Alguns, porém, não são limitados nem pelos biociclos: ex. o salmão que vive na água doce e na água salgada. Há também espécies que não se limitam aos biócoros. ex., espécies ruderais como o *Melinis minutiflora* presente no cerrado e na Baixada Fluminense. O *habitat*, todavia, limita geralmente as espécies. Assim, certas árvores silvestres, embora não morram ao se destruir a floresta, não mais se reproduzem. Há vários seres vivos, limitados a uma *sinusia*, como a pteridófita, *Pteridium aquilinum*. As árvores, embora sejam limitadas a um *habitat*, não se limitam às *sinusias*, pois crescendo, passam das mais baixas às mais altas. Há espécies, no entanto, que só podem viver em duas *sinusias*, como os arbustos (*Baccharis Schultzii*, *Byrsonima intermedia*). Há poucas espécies ligadas estreitamente a um *biótopo*.

Assim, os mosquitos que são criados nas bainhas das bromeliáceas, quando adultos, abandonam este biótipo e com as variações de umidade mudam de sinusia e até mesmo de *habitat*.

Quanto mais limitado fôr um organismo, mais servirá de indicador das condições do *habitat* e do biócoro.

2. Classificação dos "habitats"

a) *Meio salgado*. São aí fatores limitativos densidade do meio, concentração em sais; circulação, isto é, correntes marinhas e marés; materiais em suspensão ou dissolução, cor da água e penetração da luz; temperatura da água que pode ser mais ou menos estratificada; relêvo do fundo.

Há a considerar três zonas (HESSE, 1937). a zona *intertidal* (entre a maré alta e a maré baixa), a zona *bêntica*, onde há plantas e animais fixados e a zona *pelágica*, onde as plantas e os animais são livres. A zona intertidal pode ser argilosa ou arenosa. No primeiro caso é colonizada por gramíneas, ciperáceas, plantas com poucas folhas. No segundo caso, a vegetação é pobre e a vida animal muito desenvolvida. Um tipo interessante de vegetação intertidal é o manguezal. Há, neste caso, uma nítida *zonação*, aparecendo o *Rhizophora mangle*, mais acima o *Avicennia tomentosa* e, a seguir, o *Laguncularia racemosa*, em três faixas. Na parte das marés mais baixas do ano, há uma zona caracterizada por mariscos e algas, não havendo, porém, plantas superiores. De forma que, no manguezal, há vários *habitats*. *Rhizophora* tolera umidade prolongada e exige *substratum* mole, formado de partículas finas, *Avicennia* vive melhor em terra com menos matéria orgânica e mais areia, tolerando apenas menor inundação, *Laguncularia* tolera ainda menos inundação e prefere solos firmes. Estas três plantas apresentam adaptações características: a primeira produz raízes adventícias radicadas no lodo; a segunda não tem raízes adventícias mas sim *pneumatóforos*, isto é, raízes que saem à superfície e absorvem aí oxigênio, pois o solo é compacto, a terceira é como a precedente. O *Avicennia* possui, além disto, um processo de exudar o excesso de sal, ficando suas folhas cheias de cristais de sal, que são lavados pela chuva.

Acima do manguezal (em outro biociclo, portanto em *habitats* terrestres), aparecem espécies que ainda podem tolerar certa porcentagem de sal, como o *Hibiscus tiliaceus* e uma grande pteridófita, *Acrostichum aureum*. Mais além há ainda uma palmeira (*Bactris setosa*) e diversas gramíneas e compostas. Há, pois, uma *zonação* proporcional à maré e ao sal (DANSEREAU, 1947 a).

b) *Meio limnético*. O *segundo biociclo* é constituído pela *água doce*. A limnologia é geralmente subdividida em estudo dos meios *lóticos* (águas correntes) e *lênticos* (águas paradas) (WELCH, 1935; KLERKOPFER, 1944). Nos lagos, há a considerar a distribuição das tem-

peraturas, em profundidade, no correr do ano. A sua estratificação resulta numa impossibilidade de renovação do oxigênio nas camadas inferiores. Neste *habitat* particular só sobrevivem alguns invertebrados que podem tolerar, durante muito tempo, tal queda de oxigênio. Outras espécies (plantas, crustáceos e peixes) só vivem nas águas correntes ou mesmo nas cachoeiras, onde há saturação de oxigênio. Outras espécies, ainda, só completam seu ciclo quando há grandes mudanças, vivendo algum tempo, mesmo expostas ao ar (anfíbios).

c) *Meio terrestre* (o ar, o solo e a superfície). Neste caso, o fator umidade é básico para a distinção dos *habitats*. O grau de saturação do solo pela água é o primeiro critério que permite a diferenciação dentro do biociclo. Os dois extremos são, neste caso, os brejos e os desertos, havendo entre êles, grande número de *habitats*. A mesofilia é a equidistância entre as condições úmidas e secas. A *higrofilia* é a preferência pela umidade excessiva e a *xerofilia*, a tolerância à seca.

A vegetação mais característica ou clímax de uma região geográfica é sempre a mais mesófila possível dentro dos limites do biócoro. O cerrado, por exemplo, tem uma vegetação relativamente xerófila, onde predominam os tipos mais mesófilos da região, havendo tipos extremos, somente nos lugares de maior seca ou umidade. Pode-se classificar os *habitats* tendo como base os três tipos: higrófilo, xerófilo e mesófilo

1.º) Como "*habitats*" *higrófilos* salientam-se as *florestas-galerias* (nas zonas de campos), as *matas ciliares* (onde o clímax é a mata), as *turfeiras*, os *pântanos* e os *brejos*. Bom exemplo deste tipo de *habitat* é o brejo de tábuas (*Typha domingensis*), que se apresenta numa formação quase pura e só aparece em lugares de umidade permanente ou quase permanente. Existem neste *habitat*, pelo menos, duas sinusias: uma alta, de tabuas e de *Fuirena*, outra com *Jussiaea*. Há, também, possibilidades de se constituírem vários biótopos, como os tufos de vegetação que dão asilo às espécies até um pouco mais mesófilas como *Oldenlandia* sp., *Polygonum acre*, etc.

2.º — A maioria das *florestas* é *mesófila*, porém, existe nelas uma atmosfera interior, um microclima, que pode ser muito diferente do clima regional medido em lugares abertos, enquanto os fatores meteorológicos apresentam aí melhor equilíbrio, sendo os extremos menos afastados e as variações de menor amplitude. Acontece que as espécies silvestres, apesar de cumprirem seu ciclo na floresta e, portanto, atingirem maior vitalidade, têm aí vida mais curta que no campo.

Um fator de grande importância nas florestas é a *luz*, que pode ser até ausente nas sinusias mais baixas, aumentando para cima. Diversas espécies vão ter limitadas certas partes de seu ciclo, especialmente se houver grande variação durante o ano. Exemplo: a floresta decídua, *habitat* muito iluminado na primavera, época de floração e de frutificação rápida de muitas plantas (*Erythronium*, *Claytonia*).

A relação da floresta com o solo é também notável: a diminuição da luz de cima para baixo vai trazer a diminuição da evaporação. O horizonte superficial do solo é a camada que tem maior porcentagem de matéria orgânica, sendo importantíssimo para o abastecimento de água às plantas e a conservação da umidade

A *água subterrânea* vai ser utilizada, em muito maior quantidade, na floresta do que no campo, porque neste, com as gramíneas, a evaporação, embora intensa, é menor do que naquela. Tal mecanismo de bomba faz baixar o lençol d'água e, cortando-se a floresta, aquêla subirá, dando-se a êste processo o nome de *paludificação*. A floresta sendo um *habitat* muito diferenciado, vamos achar aí plantas que exigem condições diversas em cada parte de seu ciclo. A liana, por exemplo, precisa de matéria orgânica e da frescura da sombra para germinar, porém, só floresce ao atingir o cimo da árvore. Ela é ciófila na parte vegetativa e heliófila na parte reprodutiva de seu ciclo

Há, também, tipos de "*habitats*" *mesófilos herbáceos*: pradaria, gramados, prados e a própria tundra ártica. As *pradarias* constituem uma formação com gramíneas grandes, associadas a espécies de folhas largas (latifoliadas ou *forbs*), havendo predominância das primeiras. A cada *habitat* corresponde certa formação (aspecto do tipo de vegetação dominante). Ex na pradaria há uma formação de gramíneas. As *estepes* diferenciam-se da pradaria por apresentarem descontinuidade e vegetação geralmente mais baixa. Há, também, as *savanas*, constituídas por árvores espalhadas e vegetação contínua ou descontínua. Há várias transições, como o *parque*, que tem árvores isoladas, permitindo a penetração da luz e podendo, dêste modo, ser considerado, *sensu lato*, como savana. Êstes últimos aproximam-se da xerofilia

3^o — Verdadeiramente *xerófilas* são as dunas, as praias, as paredes rochosas, *habitats* encontrados em qualquer biócoro até nas regiões mais úmidas e não somente em áreas de desertos e dunas. Apesar da grande dispersão das plantas aí, devido à hostilidade do meio, há uma tendência ao agrupamento, pois, onde já existe uma planta, o lugar torna-se mais favorável ao estabelecimento de outra. Isto também se dá em terrenos novos como as lavas vulcânicas

3 Os solos

A *pedologia* é o estudo dos solos, sendo uma ciência que muito interessa à Geografia. O solo acha-se adaptado às condições do clima e tem uma tendência a favorecer certa vegetação que, também, obedece ao clima. O estudo dos *solos naturais* é de data recente, interessando-se por isto os silvicultores, pois desejavam manter em suas florestas as condições naturais (LUTZ e CHANDLER, 1946). Quem deu uma nova orientação foi JENNY (1941), salientando a evolução paralela dos solos e da vegetação. Além disto, dava-se mais importância aos fatores *quí-*

micos, como limitativos. No entanto, os fatores *físicos*, como a drenagem e outros, são importantes e, também, a *biologia dos solos* (WILDE, 1946).

O tipo de solo resulta, então, de um lado, da ação do clima sobre a rocha matriz e de outro, da proteção e do enriquecimento relativos pela vegetação. Assim, os seguintes têm perfis característicos:

a) *Lateritos*. São encontrados em climas quentes e possuem atividade biológica superficial rápida e muito intensa. Há penetração do silício em profundidade e concentração dos elementos alcalinos na superfície. São solos roxos ou vermelhos.

b) *Podsol*. É característico das regiões temperadas frias. Nêta a atividade biológica superficial é lenta, demorando muito a decomposição das folhas caídas e outros resíduos orgânicos. A matéria orgânica acumula-se na própria superfície, os silicatos não são drenados em profundidade e os sais alcalinos vão formar em determinado nível uma camada de cor cinza.

c) *Solos dos desertos*. Estes quase não têm matéria orgânica, possuindo, porém, grande abundância de sais solúveis na superfície, sendo, por isto, potencialmente fertilíssimos. No Karoo, após um curtíssimo período de dias de chuva, há uma enorme floração, embora efêmera, em todo o deserto.

d) *Chernozion*. São solos de regiões com precipitações abundantes, mas interrompidas (ex.: pradaria da América do Norte). Quando o clima não é muito quente, os processos de decomposição tornam-se lentos, havendo acumulação de matéria orgânica que pode ser, mesmo, muito grande.

e) *Turfeiras*. São brejos em áreas de má drenagem, com espessa acumulação de matéria orgânica, resultante, geralmente, da decomposição de musgos do gênero *Sphagnum* e de ciperáceas do gênero *Carex*. A reação é geralmente muito ácida.

O solo é, pois, um dos fatores da vegetação e as relações entre ambos apresentam-se em diversas fases. O triângulo clima-vegetação-solo manifesta muitas influências recíprocas.

4. O fenômeno da sucessão

a) *Ecese*. Um solo novo pode ter diversas origens, como: a erosão que destrói as camadas superficiais, expondo as rochas do *substratum*, depósitos fluviais, depósitos resultantes da drenagem de uma lagoa ou da emersão de uma área, etc. A acessibilidade de uma zona que não estava colonizada por plantas cria uma condição de *vazio ecológico*. Esta disponibilidade à colonização provoca uma *ecese*, quer dizer, uma corrente de plantas que chegam ao novo *substratum*. Poucas, porém, são as espécies que se podem estabelecer em condições tão más: solo pobre, excessivamente úmido ou sêco e sem matéria orgânica. Somente plantas muito tolerantes quanto ao excesso de sol, drenagem

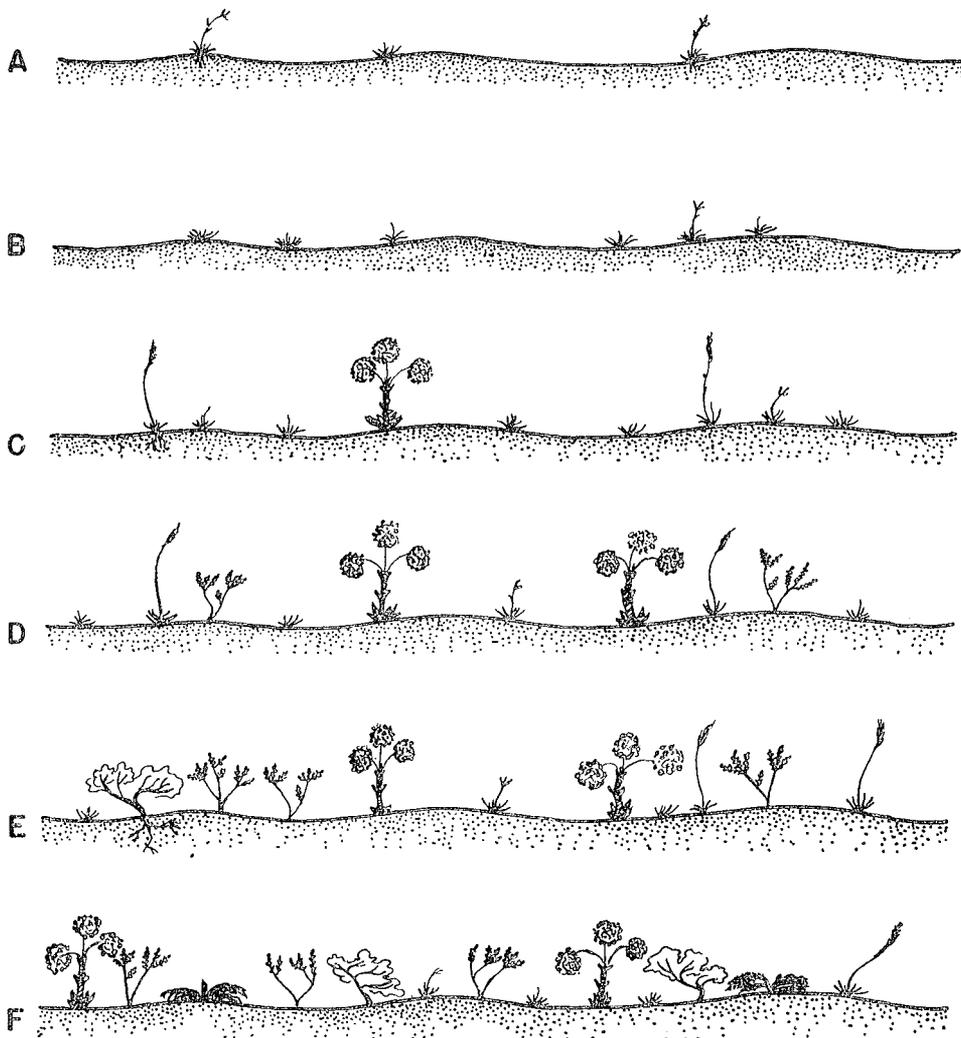


Fig. 12 — Ecese em uma restinga, mostrando as diferentes fases da evolução (A a F) da vegetação, que correspondem a uma melhora gradativa do meio e a um aumento da cobertura vegetal

excessiva ou insuficiente e enorme aquecimento superficial podem estabelecer-se aí. A ecese é feita sempre por plantas muito tolerantes e pouco exigentes. Estas plantas vão ficar a distâncias variáveis. Após certo tempo, as suas fôlhas vão cair, originando um pequeno depósito de matéria orgânica. Além disto, suas raízes também modificam um pouco a penetrabilidade e a estrutura do solo, que, de homogêneo, vai passando a ser um pouco heterogêneo. Após certo tempo, podem chegar mais indivíduos da mesma espécie, num meio já um pouco melhorado. Virão, então, se instalar umas plantas que tenham apenas maiores exigências, estabelecendo-se no próprio biótopo da primeira. Cada vez irão chegando plantas mais exigentes, enquanto as que já estão, modificam o solo. Exemplo, na restinga fluminense (fig. 12), as areias nuas são colonizadas por pequenas gramíneas muito resistentes (*Paspalum maritimum*, *P. arenarium*). O biótopo criado

por elas, permite a instalação, depois, de plantas mais exigentes e de maior desenvolvimento, como a *Gaylussacia brasiliensis*. Logo chegam outras espécies que aproveitam de uma proteção relativa, como o *Paepalanthus polyanthus* e o *Marcetia taxifolia* e formam colônias mais fechadas, já bastante desfavoráveis aos *Paspalum*, que vão desaparecendo, muito favoráveis porém às grandes gramíneas e ciperáceas de raízes fibrosas, aos pequenos arbustos *Croton migrans* e *Cassia uniflora*, à palmeira anã, *Diplothemium maritimum*. Iniciou-se a sucessão (fig. 12).

b) *Competição*. Vai então aparecer o fenômeno da *competição*, que pode ser definido “uma exigência, mais ou menos ativa em excesso, do aproveitamento imediato de materiais ou de condições por parte de dois ou mais organismos” (SHELFORD, 1929).

A competição é, então, uma luta mais ou menos desigual, entre duas ou mais espécies, que têm exigências próximas, ou mesmo muito diferentes. A competição dura mais quando o poder de aproveitamento dos recursos é o mesmo. Por esta razão existem associações compostas de indivíduos pertencentes a espécies que têm o mesmo poder adaptativo. A competição pode ser considerada sob vários aspectos: a) competição entre indivíduos da mesma espécie; b) competição entre indivíduos de espécies diferentes; c) poder de competição de uma espécie em diversas associações e *habitats*; d) poder de competição de uma espécie no curso de seu ciclo; e) poder de competição de uma espécie quanto ao regime estacional (no período úmido tal ou tal espécie aproveita mais essa umidade e se difunde).

No caso de *competição entre indivíduos da mesma espécie*, não há o mesmo desequilíbrio que entre os indivíduos de espécies diferentes, só havendo a considerar as variações genéticas, que são aí pouco importantes. Precisa-se saber quantos *indivíduos novos* são necessários para se obter um *indivíduo adulto*. Há uma pequena planta halofítica (*Suaeda maritima*) à beira do Mediterrâneo, que em 1 metro quadrado apresenta o seguinte: em maio 2 000 germinaram, em setembro só existem 6 a 8 adultas (BRAUN-BLANQUET, 1932). Os finlandeses, sobretudo CAJANDER (1926), fizeram vários trabalhos sobre isto. Por exemplo, na Finlândia, o *Pinus sylvestris* com 50 anos de idade precisa de 2 metros quadrados; com 75 anos 3,8 metros quadrados; com 125, 11 metros quadrados; com 150 anos, 15 metros quadrados. Na Europa Central, a faia (*Fagus silvatica*) em: 200 metros quadrados apresentava: 2 100 indivíduos em 10 anos, 9 indivíduos em 50 anos e 1 indivíduo em 120 anos (BRAUN-BLANQUET, 1932). Na manutenção de pastagens, este fator é de suma importância (CLEMETS, WEAVER e HANSON, 1929).

c) *Sucessão*. O que mais interessa, porém, aos processos biogeográficos dinâmicos, é a competição entre indivíduos de diversas espécies, o que constitui a base da própria sucessão. Na baixada laurenciana,

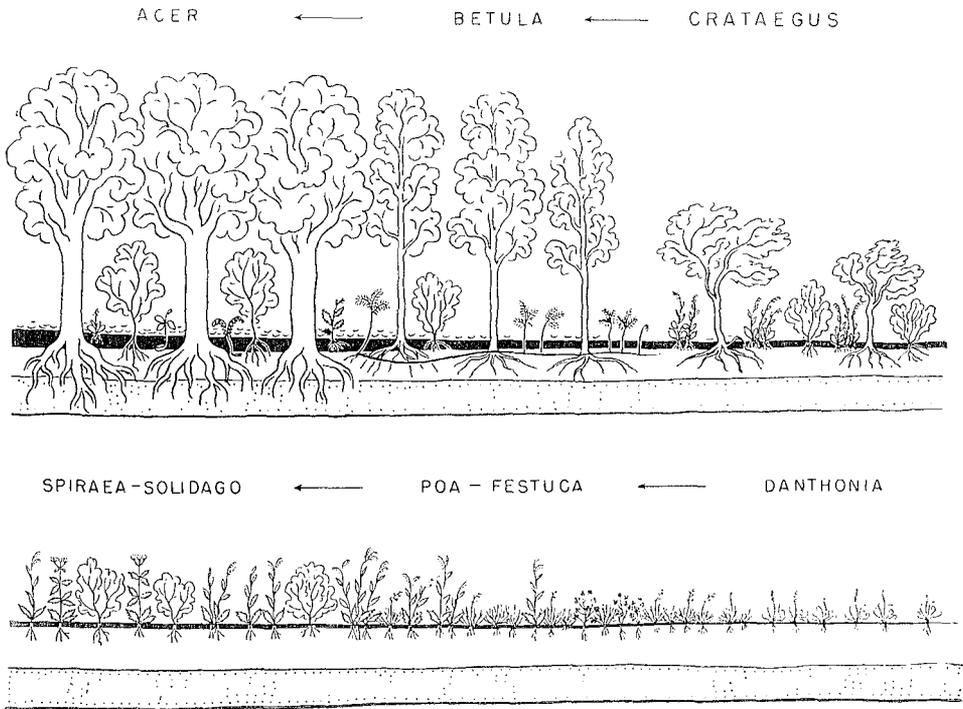


Fig 13 — Esquema da sucessão na Baixada laurenciana (Canadá), mostrando as várias dominantes que acompanham o progresso na diferenciação do solo e um aproveitamento cada vez maior dos recursos do meio

por exemplo (fig. 13), a colonização de um terreno novo, muito pobre, inicia-se por *Danthonia spicata* (pequena gramínea de folhas enroladas). Em seus tufos instalam-se logo as *Oenothera*, com grandes rosetas, haste alta e raiz comprida. O solo começa a acumular um pouco de matéria orgânica. Isto vai permitir a instalação de, por exemplo, uma outra gramínea (*Poa*), que formará um tapête fechado, protegendo a superfície do excesso de evaporação, dando lugar, então, ao aparecimento de plantas maiores como a *Spiraea* e o *Solidago*. Após ter havido competição pela matéria orgânica, haverá competição pela luz, por parte das plantas baixas. Este processo de mudança vai transformando também o solo e, quanto mais este é colonizado por sucessivas vagas de vegetação, mais se diferencia, com horizontes distintos.

No comêço da colonização, não só na superfície existia uma só sinusia como também somente a parte superficial do solo era utilizada, isto é, só havia um horizonte já diferenciado em virtude da ação da vegetação sobre o substrato. Assim, quanto mais sinusias existem, maior número de horizontes há. Há, pois, uma diferenciação paralela do solo e da vegetação que é, também, acompanhada pelas populações animais. Esta diferenciação progressiva da vegetação pode parar, não mais, porém, devido às limitações impostas pelo clima. Por exemplo, na zona de floresta do SE do Canadá, após surgirem os arbustos, aparecem as bétulas que, no processo de crescimento, vão se eliminando mutuamente, pois suas grandes copas formam uma

sombra que não mais permitirá a formação de novas bétulas (estas só germinam na luz) e sim de plantas que germinem na sombra, como a faia e o bôrdio. Sob êstes, então, crescem espécies arbustivas, como o *Cornus alternifolia* e, mais embaixo, espécies herbáceas como as *Osmorhiza* e várias espécies bulbosas. Chega-se assim, a plantas com *vitalidade total*, neste *habitat*, e existência indefinida, pois nascem na própria sombra. Estas plantas são as de maiores exigências. Poderiam esgotar o solo, iniciando uma regressão? Por enquanto não se conhece nenhum caso que o prove. O que há é um equilíbrio entre a dinâmica do solo, a vegetação e o clima.

5. O clímax e sua extensão

Ao equilíbrio já descrito é que se chama *clímax*, e ao estado imediatamente anterior, dá-se o nome de *sub-clímax* (ou *ante-clímax*). O sub-clímax mantém-se por relativamente pouco tempo, pois suas espécies estão, por assim dizer, condenadas. Como distinguir, na prática, o clímax do sub-clímax? No clímax há plantas novas da mesma espécie das dominantes, enquanto no sub-clímax os indivíduos invasores são de espécies diferentes dos adultos.

O que vem antes do sub-clímax constitui os *estados pioneiros*. Esta classificação em estados pioneiros, sub-clímax e clímax, é uma classificação dinâmica.

O clímax coincide, geográficamente, com o clima. É o tipo de vegetação que se estabelece na maior parte da área de um clima. Na *periferia da área*, o clímax só se apresenta na melhor topografia, porém, na *parte central* da área pode haver o clímax, com pequenas variantes, até em topografia desfavorável, como terrenos permeáveis demais, encostas íngremes, etc. Nas margens da área, isto é, na *zona de contacto* com outro clímax, podem persistir algumas ilhas dêste outro clímax. Estas ilhas ficarão dentro da área, no caso de êste outro clímax, já ter ocupado, anteriormente, esta região. Esta persistência é chamada *pré-clímax*, no caso de ser o clima mais sêco e quente que o clímax atual e *post-clímax*, no caso de ser mais úmido e frio. Assim, os pinheirais do Itatiaia são relíquias dum tempo mais frio. Esta permanência pode ser devida também ao microclima, a acidentes geográficos insuperáveis. Quando resulta da ação do homem, é chamada *disclímax*. A adaptação do homem à paisagem, nada mais é do que a adoção de um ou outro estado da sucessão ou então, a criação de um estado que não existe espontaneamente na natureza (vide oitava parte).

No contacto entre dois clímax, existe uma área onde as pequenas mudanças de clima causam uma contaminação de uma zona pela outra, chamando-se a estas zonas de transição, de *ecotones*. O que é estranho, é que há relativamente pouca contaminação, o que mostra a solidez do complexo do clímax.

Outra noção com isto relacionada é a de *clisere*, que é a ordem geográfica do clímax. A duração do clímax é a do próprio clima.

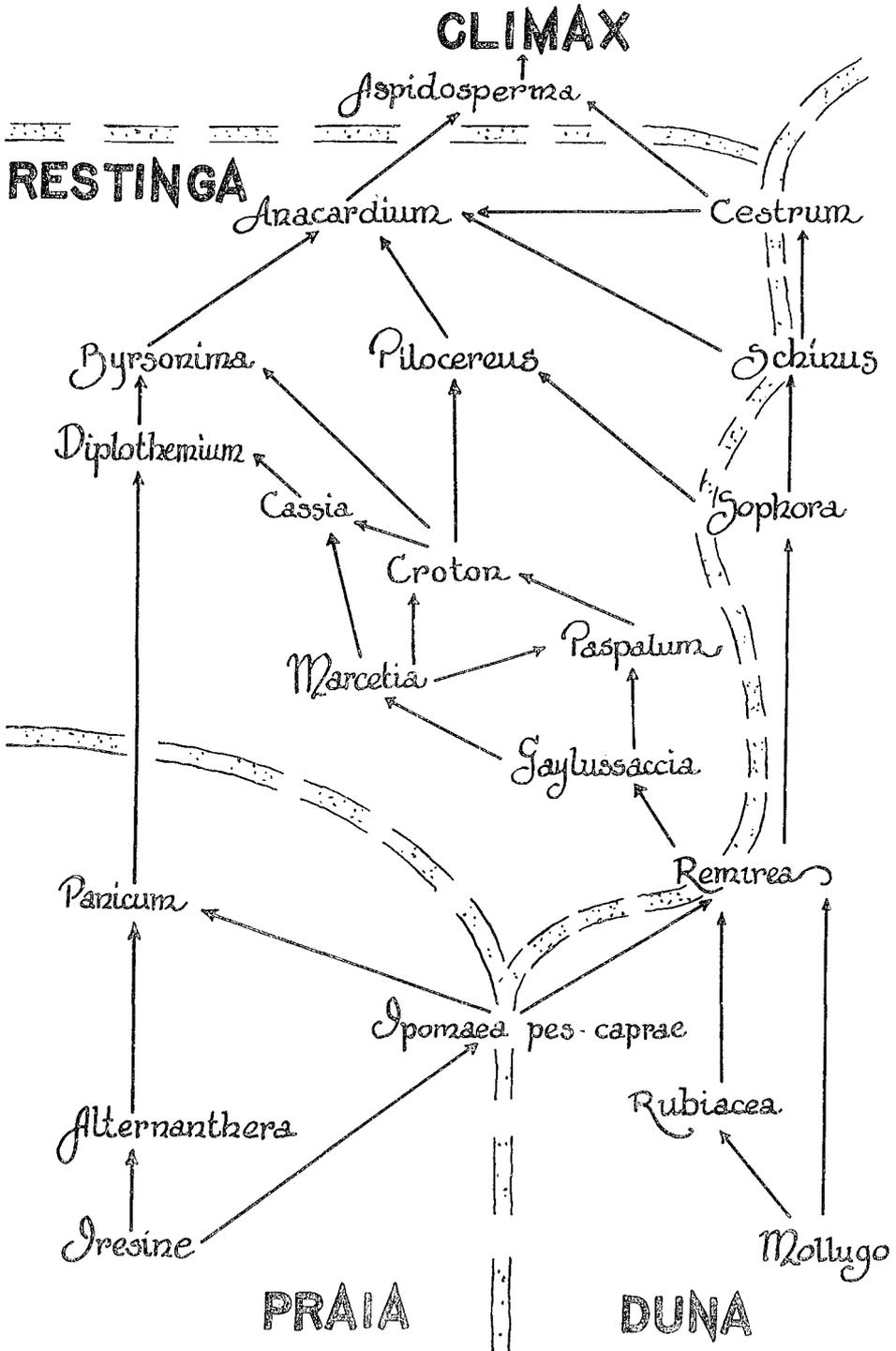


Fig 14 — Esquema da sucessão na restinga fluminense

6. A convergência das seres

À linha de sucessão da vegetação, dá-se o nome de sere. O clímax, em uma dada região, é sempre o mesmo, porém o ponto inicial da sucessão pode ser um qualquer (água, areia, pedra, argila, etc.), ha-

vendo sempre uma convergência para o equilíbrio. Concorrem assim, para o clímax diversas seres que podem ser iniciadas em vários meios; em água ou brejo (*hidrosere*), em lugares secos (*xerosere*), em areia (*psamosere*), em terrenos salinos (*halosere*), em terrenos queimados (*pirosere*), etc. A figura 14 dá uma idéia de tal convergência na restinga fluminense (vide fig. 12 para o início da *sere*). Vários autores têm publicado diagramas, em escala regional, das convergências: BRAUN-BLANQUET (1932), CLEMENTS e SHELFORD (1939), DANSEREAU (1946).

As seres naturais dá-se o nome de *priseres*, sendo que, depois da intervenção humana, inicia-se uma *sub-sere*, encaminhando-se ambas para o clímax. O homem porém, pode repetir a sua intervenção, cortando periodicamente as árvores, ou então, tratando-se de pastagem, sempre desgastada, há uma parada na sucessão, antes da chegada das árvores. No vale do Paraíba, o disclímax é importantíssimo, tendo o clímax quase desaparecido e sendo substituído pelo *Melinetum minutiflorae*, um gramado persistente nas condições atuais.

SÉTIMA PARTE: SOCIOLOGIA

Os estudos sociológicos são de caráter sempre quantitativo e de observação muito pormenorizada. Trata-se mais de Biologia do que de Geografia e, para aplicar os métodos de sociologia vegetal ou animal, há necessidade de grandes conhecimentos de biologia e taxonomia. Para o geógrafo, no entanto, é interessante saber alguma coisa dos métodos e princípios envolvidos afim de facilitar a interpretação dos resultados.

A sociologia tem como objeto de estudo as *associações*, devendo-se considerá-las sob diversos pontos de vista: estrutura, composição e dinamismo.

A *estrutura* resulta não da composição, mas sim da forma biológica da população vegetal. Cada formação tem estrutura própria. A *composição* é o conjunto das espécies presentes, cada uma com papel ou valor de índice próprio. O *dinamismo* é indicado pelo lugar nas seres: estado pioneiro, sub-clímax, clímax, etc.

1. As associações e a homogeneidade do "habitat"

Estudando-se associações, precisa-se primeiramente verificar se os fatores físicos, na área a ser considerada, são bem homogêneos. Assim, a fig. 15 fornece-nos um mapa esquemático, que poderia ser localizado nos arredores de Petrópolis. Diversas associações são aí representadas: em cada uma vemos que aparece uma determinada inclinação do terreno, um tipo de solo e de drenagem e, também,

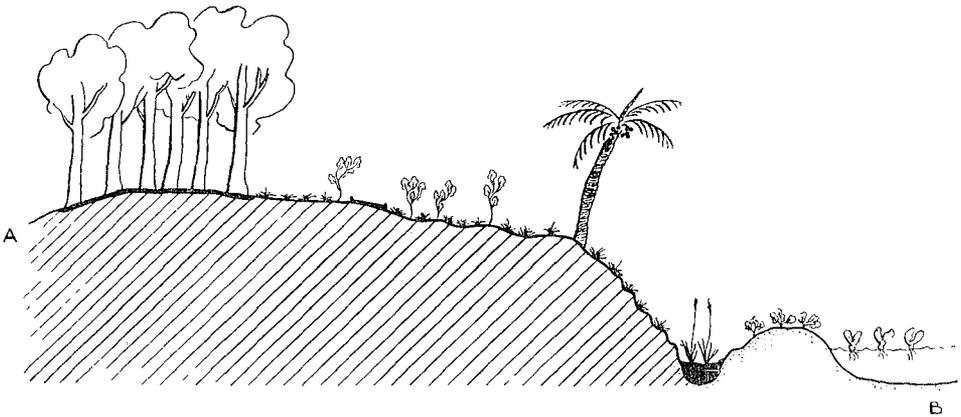
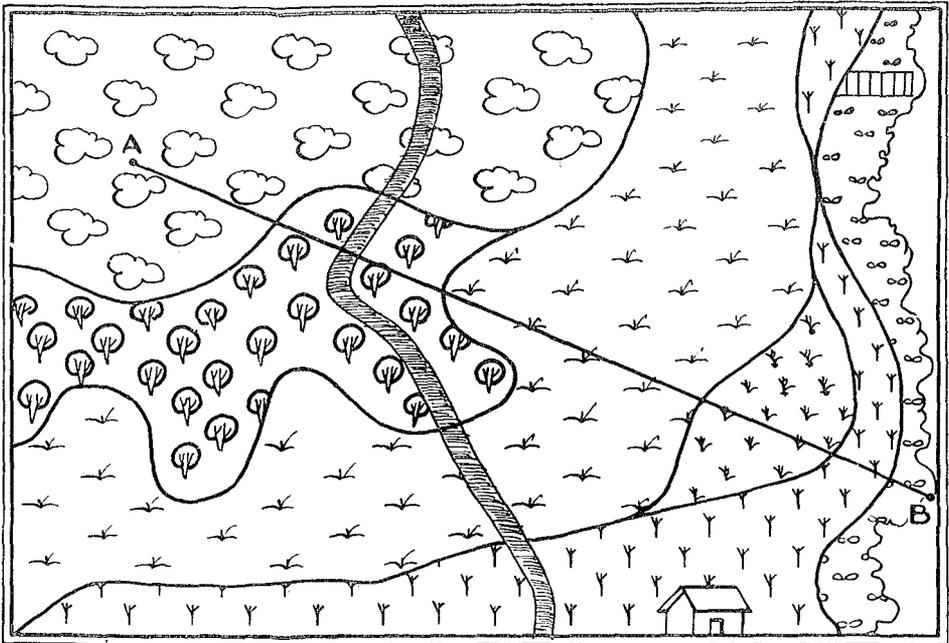


Fig 15 — Corte esquemático da vegetação nos arredores de Petrópolis, mostrando diversas associações. Da esquerda para a direita: *Tibouchinetum estrellensis*, *Baccharidetum schultzei*, *Melinium minutiflorae* (indivíduos isolados de *Arecastrum romanzoffianum*), *Andropogonetum*, *Sidetum* e *Eichhornietum crassipedis*.

certa extensão. Cada uma apresenta estrutura própria: mata, campo com arbustos, gramado, altas gramíneas, arbustos baixos, plantas flutuantes. Quanto à nomenclatura dada às associações, depende das espécies dominantes. Geralmente, dá-se o nome dum gênero e de uma espécie (*Aceretum saccharophori*, *Tibouchinetum estrellensis*), pode-se dar também um nome geográfico (*Betuletum laurentianum*, *Cyperetum fluminense*) ou descritivo (*Sidetum ruderale*) ou indicador de dominância de outra planta numa outra sinúsia (*Piceetum hylocomiosum*, *Cabraletum tillandsiosum*) ou indicador de co-dominância (*Acereto-ulmetum laurentianum*, *Tibouchineto-miconietum petropolitano*)

2. O quadro e a área

Uma associação não só tem fisionomia própria, como também composição certa e constante. Para se estudar isto, há um *método estatístico*, que consiste na delimitação de amostras, que chamamos de *quadros*. Para isto, deve-se usar uma zona fisicamente *homogênea*. Como determinar a extensão destes quadros? Isto só pode ser feito por meio de *experiências sucessivas*. Ex.: numa floresta de *Tibouchina estrellensis*, se tomarmos 1 metro quadrado para estudo, não acharemos nêle tôdas as espécies e talvez até falte uma sinusia.

No *Eichhornietum crassipedis*, associação de pequenas plantas, podemos achar em 1 metro quadrado tôdas as espécies. Assim, o tamanho da área de estudo deve ser determinado de acôrdo com o tipo de associação. Afim de estabelecermos qual é esta área mínima em cada caso, devem-se começar as medidas com área muito pequena, duplicando-as cada vez, até que o crescimento do número de espécies já não seja proporcional ao aumento da área. Em cada um destes levantamentos, toma-se a medida de tôdas as suas condições físicas: exposição, inclinação, solo, drenagem, altura da vegetação, temperaturas e umidades, tanto quanto possível. Depois, se estabelece a porcentagem de *cobertura* para cada sinusia, consistindo isto numa estimação da projeção de tôdas as plantas sôbre o solo

3. Abundância

Faz-se, pois, uma lista completa de tôdas as plantas presentes dentro dos limites do quadro, e anota-se a porcentagem de cobertura de cada uma delas. De forma que, além do número de indivíduos, leva-se em conta o desenvolvimento de cada um, pois considera-se sobretudo a projeção. Chama-se a isto *abundância* e dá-se uma escala de valores (Tab. XI), que varia de 1 a 5 (BRAUN-BLANQUET, 1932; DANSEREAU, 1946 b).

TABELA XI

Escala de abundância para as espécies de plantas de um levantamento

-
- 5 — **Muito abundante**, formação pura ou quase
 - 4 — **Abundante**, mas não contínua, dominante.
 - 3 — **Comum**, com um considerável valor de cobertura (até mais de 50% da área)
 - 2 — **Frequente**, valor restrito da cobertura (alcançando até 40%)
 - 1 — **Ocasional**, valor de cobertura até muito reduzido
 - + — **Presente**, mas quase sem valor apreciável de cobertura (poucos indivíduos de uma mesma espécie, de tamanho médio a grande).
 - **Rara**, sem nenhum valor de cobertura (poucos indivíduos de uma espécie de pequeno porte)
-

4. Sociabilidade

Os indivíduos de uma espécie não se distribuem sempre de maneira homogênea, possuindo certos indivíduos uma *tendência gregária*, usando-se, então, para indicar isto, outra escala paralela à de

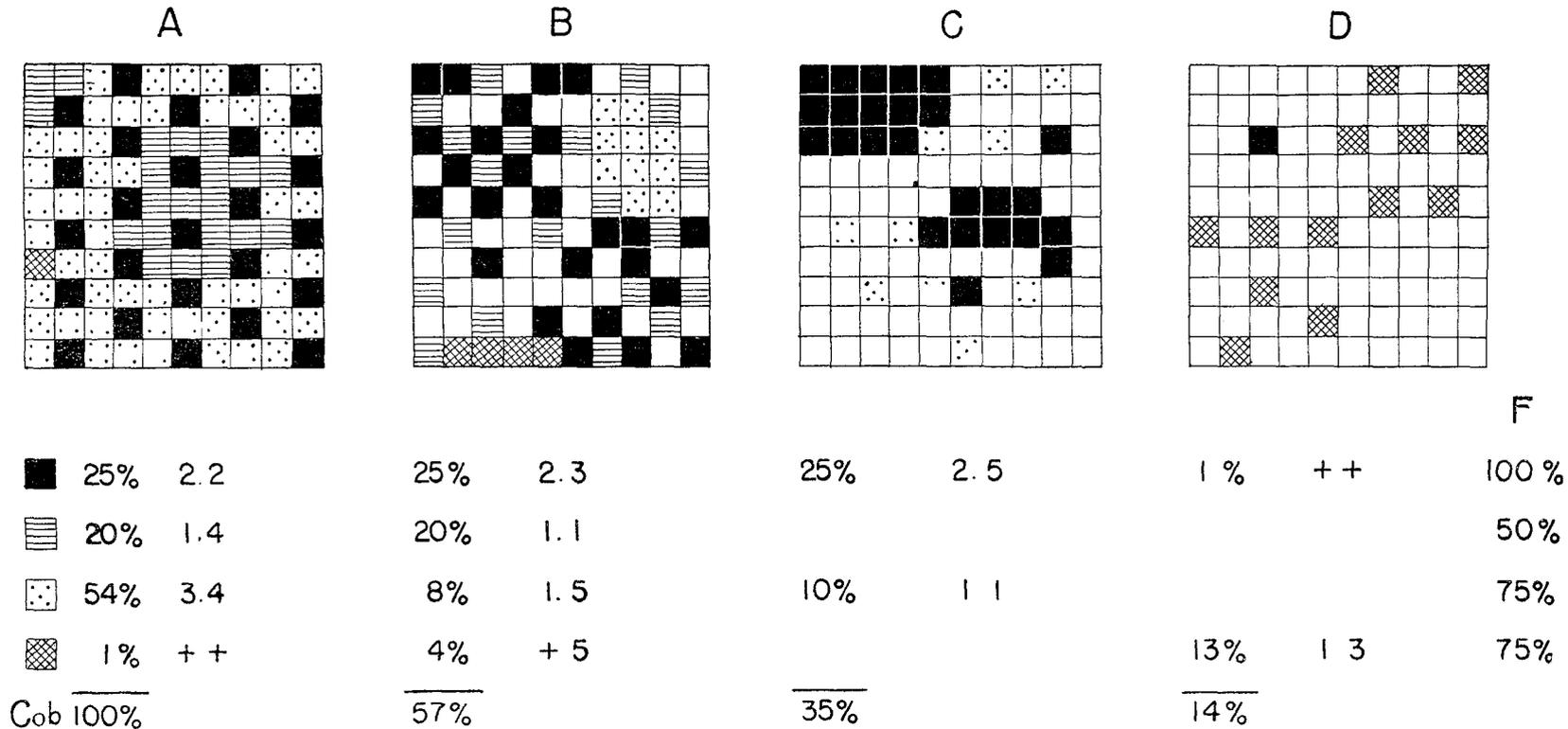


Fig. 16 — Cálculo da cobertura de quatro espécies de plantas, em quatro quadros duma mesma estação, indicando de cada vez a abundância e a sociabilidade. A última coluna à direita indica a frequência.

TABELA XII

Escala de sociabilidade para as espécies de plantas de um levantamento

5 —	Colônias puras, os indivíduos se tocam; abundância local 81 a 100%
4 —	Colônia de grande concentração, mas onde os indivíduos geralmente não se tocam Abundância local 61 a 80%
3 —	Pequenas colônias concentradas, mas cada uma de pouca extensão; abundância local 41 a 60%
2 —	Grupos ou tufo dispersos; abundância local 21 a 40%
1 —	Indivíduos isolados abundância local 1 a 20%
+	Repartição desigual, mas concentrações pouco notáveis
—	Nenhuma sociabilidade.

abundância (Tab. XII). Em dois quadros pode haver igual abundância de indivíduos de uma espécie, porém, no primeiro, eles se distribuem indiferentemente, enquanto no segundo, apresentam-se agregados. Usa-se, então, esta outra escala para mostrar a *sociabilidade*. Este segundo cálculo, consiste essencialmente em recomeçar a apreciação de abundância, só levando em conta as pequenas áreas dentro do quadro onde aparece a espécie em questão (fig. 16). Entre os animais, encontram-se associações que não tem uma finalidade biológica, nem mesmo social. Pois, não é tanto a cobertura que se considera, quanto à *influência* do animal. Isto é cuidadosamente medido no caso de vários pássaros e *Odonates*, cujo território é bem delimitado para cada casal. Várias aves manifestam uma sociabilidade muito alta. Os *Sula* são bons exemplos disto: o *Sula bassana* do São Lourenço e o *Sula leucogaster* da costa fluminense. As gaviotas apresentam várias espécies em todos os graus de sociabilidade: umas solitárias, outras bem gregárias. Ainda mais notável é o papel social dos predadores, como os lobos (OLSON, 1938).

5. Frequência, presença e constância

Feitos os levantamentos num grande número de quadros, como foi acima referido, pode-se chegar a conclusões mais sintéticas sobre a *frequência*. Por exemplo, em três lugares (Petrópolis, Teresópolis e Rio da Cidade), onde existe a floresta de *Tibouchina estrellensis* poderíamos encontrar, entre numerosas outras, *Tibouchina estrellensis*, *Miconia organensis*, *Baccharis Schultzei*, *Vittaria lineata* (vide tabela

TABELA XIII

ESPÉCIES	PETRÓPOLIS					TERESÓPOLIS					RIO DA CIDADE					P,	P,,	C,	C,,
	I	II	III	IV	F	I	II	III	IV	F	I	II	III	IV	F				
Tibouchina estrellensis	+	+	+	+	100	+	+	+	+	100	+	+	+	+	100	100	100	V	V
Miconia organensis	+		+		50		+			25					0	666	255	IV	II
Baccharis schultzei				+	25			+		25					0	666	166	IV	I
Vittaria linnata		+			25				+	25			+		25	100	25	V	II

XIII) Em Petrópolis, o *Miconia* tem uma freqüência de 50%, em Teresópolis, de 25% e no Rio da Cidade 0%. A freqüência é, pois, a porcentagem de vêzes que se acha uma espécie nos quadros de um mesmo lugar

A *presença* é a porcentagem de vêzes que se acha uma espécie em todos os lugares examinados. Assim, o *Tibouchina estrellensis*, encontrado em Petrópolis, Teresópolis e Rio da Cidade, já com uma freqüência em cada localidade de 100%, tem uma presença de 100%. O cálculo de presença, porém, presta-se a dois métodos diferentes, como aparece na tabela XIII sob P' e P''. A primeira maneira (P'), consiste em calcular a presença, só considerando a ocorrência da espécie na localidade, não se levando em conta a sua freqüência. O segundo método resulta da análise de todos os quadros, de tôdas as localidades, sendo a soma das freqüências divididas pelo número de localidades. Daí, a diferença entre os resultados obtidos em P' e P''

O que se chama *constância* é a categoria sociológica onde será colocado o organismo, de acôrdo com a sua presença. A última coluna da tabela XIII dá estas categorias C' e C'', de acôrdo com P' e P'', quer dizer, V = 81 a 100% de presença, IV = 61 a 80%, etc

6. Fidelidade

O último critério a considerar é a fidelidade, a qual é muito relacionada com a sucessão. Uma espécie pode ter alta freqüência em cada estação e uma presença também alta, porém, se ela aparece em diversas associações, devido à sua grande tolerância, é sinal de que não tem fidelidade. Há espécies, no entanto, que são restritas a determinadas associações. Baseando-se neste critério, pode-se fazer outra escala, conforme está indicado na tabela XIV. É claro que os melhores

TABELA XIV

Escala de fidelidade para as espécies de plantas de um levantamento

-
- 5 Espécies quase **exclusivas** de uma associação;
 - 4 Espécies **seletivas**, raramente achadas em outra associação;
 - 3 Espécies **preferentes**, existindo em várias associações, mas com vitalidade maior numa;
 - 2 Espécies **indiferentes**;
 - 1 — Espécies **estranhas** ou relíquias, com presença e freqüência muito baixas
-

indicadores das condições mais particulares a dada associação, são espécies de maior fidelidade que, nem sempre porém, se apresentam com grande abundância.

OITAVA PARTE INDÚSTRIA

Os antropólogos chamam indústria o exercício de uma atividade, não só com base biológica, mas também psíquica, senão intelectual

O homem, mesmo o primitivo, ao intervir na natureza, o faz

com uma *finalidade* mais ou menos intencional e consciente, enquanto o animal não possui propriamente intenção de chegar a um resultado definido. Aliás, não há dúvida de que o homem tem o poder de mudar o meio com maior intensidade e em maior extensão, que qualquer outro animal VERNADSKY (1945) foi mesmo levado a falar em nova época geológica.

1. As sociedades primitivas

O primeiro nível da evolução da sociedade humana é constituído pelas *sociedades primitivas* que, vivendo da simples coleta das matérias vegetais, não chegam a introduzir no meio uma modificação sensível. O índio guarani ou jivari modificou pouco a floresta pluvial fluminense ou amazônica.

Só no segundo nível, o da *caça e pesca*, é que o homem introduz modificações. Nas planícies da América do Norte havia, no princípio, um equilíbrio entre as gramíneas e as grandes populações de *bisões* (*Bison americanus*). O tamanho das gramíneas estava controlado pela pastagem destas hordas, que as cortavam periodicamente, favorecendo o crescimento de espécies menores (CLEMETS e SHELFORD, 1939). Com a chegada dos índios, vivendo eles da caça, este equilíbrio quase não foi perturbado, pois matavam poucos animais, somente o necessário para a sua subsistência. O branco, porém, caçando intensamente o bisão, modificou consideravelmente a paisagem, perturbando o seu equilíbrio e, transformando-o afinal, completamente

Na pesca aconteceu o mesmo nos rios para onde migrava o *salmão*. Os índios estabeleceram com este um comensalismo equilibrado. O branco, entretanto, com a pesca irracional, chegou mesmo a eliminá-lo de muitos rios.

O terceiro nível da evolução é o *pastoreio*. Primeiramente, temos que distinguir pastagens naturais (em regiões de *grassland*) e pastagens secundárias. Os Kirghiz da Ásia central vivem ainda em pastagem natural (KLAGES, 1942). Nos Alpes, ao contrário, a maioria das pastagens constitui um disclímax, havendo uma parada na sucessão que, normalmente, acaba com coníferas. Áreas florestais acham-se transformadas em estepes nas Cévennes, pela ação secular das ovelhas. Conforme o número de animais pastando, pode haver uma progressão ou uma regressão na subserie. Frequentemente a ação do fogo associa-se à da pastagem. Nas regiões de cerrado, com estiagem bem nítida, as gramíneas secam completamente, deixando o gado sem forragem. O homem provoca então novos brotos pelo incêndio. Nas planícies européias, no neolítico, houve também grandes e extensas queimadas (RAWITSCHER, 1945). Estas intervenções foram tais, que as dificuldades de saber qual o estado primitivo de várias regiões, assim como o limite das áreas-clímax, tornaram-se maiores.

2. As migrações

As migrações e a navegação, com a colonização, são a causa da introdução de várias ervas daninhas. Os povos europeus e mediterrâneos foram os que mais viajaram, possuindo, por isto, sua flora, uma difusão muito grande. Por meio dos navios, foi introduzida uma pequena composta, a *Cotula coronopifolia*, em todos os continentes. Até a própria evangelização tem sua flora característica. no caminho dos Jesuítas no Canadá (séculos XVI e XVII), ficaram várias plantas, como o *Plantago media* (FERNALD, 1900). As construções romanas do sul da França têm conservado também alguns testemunhos, como o *Antirrhinum romanum*. No Brasil, os portugueses introduziram os *Fumaria officinalis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Poa annua*.

As guerras e invasões têm papel importante na difusão das pragas e doenças. O *Anopheles gambiae* veio da África em avião, aclimatando-se muito bem no Brasil, sendo aniquilado só com grandes dificuldades (CASTRO, 1943).

3. Colonização

A ação intencional do homem é evidenciada, na intervenção direta, em certo clímax, com um tipo determinado de colonização. Assim, o que importa são os diversos modos de colonização e exploração em vários biótopos.

O que o homem precisa fazer, na colonização, é lutar contra a volta do clímax. Sabendo dos diversos passos desta volta, ele vai procurar aproveitar os estados da sucessão que apresentam as condições mais vantajosas para as finalidades em vista. Numa região de mata, onde se tem interesse em estabelecer uma pradaria artificial, deve-se impedir que a etapa lenhosa seja alcançada. No centro da América do Norte, os cereais aí cultivados estão quase adaptados ao clima, que é de pradaria. Periódicamente, aí, os trigais são invadidos por plantas de folhas largas, que procuram formar uma comunidade com a gramínea introduzida, constituindo uma associação secundária mais ou menos semelhante ao próprio clímax.

A permanência de um *disclímax*, isto é, de uma associação secundária, pode até modificar o próprio clima. Segundo SETZER (1946), em São Paulo, nas áreas onde houve grande devastação da vegetação, manifestou-se um aquecimento do clima. Isto aconteceu também no Ohio, onde as transformações impostas ao solo modificaram a radiação, o poder de conservação térmica do solo e a rede hidrográfica, influenciando sobre a própria fauna (SEARS, 1942 a).

Outro exemplo: o salmão, após emigrar, volta sempre para o lugar de origem na época da reprodução. No São Lourenço, antigamente, ele subia até os Grandes Lagos. Agora, porém, com o intenso desflorestamento, os rios passaram a ter um regime muito desequilibrado e, por isto, o salmão ao voltar para o seu ponto de origem, morria,

devido ao baixo nível estival das águas. Atualmente, êles só sobem até 100 quilômetros de Quebec. As *barragens* nos rios, também impedem a subida dos peixes, tendo sido construídos elevadores para remediar isto. O desvio de rios fêz com que certas matas ciliares desaparecessem, causando perturbações mais ou menos graves na região.

4. Exploração da floresta

Há uma aproximação maior ao clímax da região, pois, por exemplo, não se explora mata em região de campo. No entanto, se numa floresta clímax, se cortarem 25% das árvores, haverá luz suficiente para o desenvolvimento das espécies do sub-clímax, que vão se dar muito bem neste solo melhor. Com a indústria florestal canadense, está acontecendo um fato interessante: a floresta do N era explorada, para a fabricação de papel, em suas espécies clímax, isto é, o abeto e a píceia. Verificando-se, porém, que as espécies do sub-clímax eram ótimas para a fabricação de matéria plástica, mais aproveitáveis economicamente, o homem está interessado em conservar o ótimo solo do clímax, com as espécies do sub-clímax que se desenvolvem bem. É preciso, pois, conhecer as exigências verdadeiras das plantas e sua capacidade de aproveitar os recursos do meio, para planejar uma intervenção inteligente.

Se o homem cortar 100% das árvores de uma floresta, deixando o solo nu, vai haver um reinício na sucessão, começando porém de um dos penúltimos estados e não do primeiro estado, pioneiro mesmo. Pode haver até uma regressão durante certo tempo, pois, se o solo não se reveste logo de uma cobertura vegetal, irá regredir um pouco. De qualquer maneira, temos que lembrar a evolução desigual das sinusias (vide DANSEREAU, 1946 b, fig. 7).

5. Indústria

O estabelecimento de usinas influi muitas vezes sobre a vegetação da região. Ex. na região de Sudbury, grande produtora de níquel, as fumaças das usinas queimaram tôda a vegetação de coníferas. Em 1925, já não havia aí mais floresta, ficando as rochas expostas e cobertas por uma vegetação resistente de líquens e ervas daninhas. Tendo sido aplicado um processo de exploração que elimina os vapôres de enxôfre, a floresta está se refazendo, já alcançando o sub-clímax de bétulas. Em vários casos, a poeira produzida pelas usinas chega a cobrir a vegetação com uma película branca (amianto no Canadá), preta (carvão na West Virginia), vermelha (ferro em Minas Gerais), etc. Isto não parece matar, mas sim reduzir a taxa de crescimento. Os depósitos e subprodutos das usinas, também, possuem associações muito nítidas que os parasitam (microflora e insetos das acumulações de madeira, da cana de açúcar, etc.).

Outro tipo de intervenção são as barragens, que inundando as florestas, destroem-nas mecânicamente, indo os produtos resultantes desta lenta decomposição, prejudicar a flora e a fauna aquáticas desta região. No rio Peribonka (Canadá), há uma grande barragem, que prejudica grandemente a flora e a fauna da região. mudando a época da inundação da primavera para o outono, impediu a reprodução de certos peixes. A acumulação de água no verão baixa enormemente o nível da água do rio, fazendo com que os moluscos aquáticos, alimento dos ratos almiscareiros (*Ondathra zibethica*) que aí vivem, desapareçam. A própria flora aquática, acima da barragem, não sobrevive, pois, em dezembro, fica exposta ao ar e, em agosto, a profundidade torna-se excessiva. Assim, os *Nuphar variegatus* sendo eliminados, também o é o grande alce (*Alces americanus*) que dêle se alimentava.

6. Biogeografia das cidades

Nas cidades, onde o meio biológico é o mais artificial possível, aparecendo ao mesmo tempo as condições de maior proteção e também de maior dificuldade à vida, existem várias categorias de seres vivos: os que são plantados e sobrevivem todo o ano sem proteção; os que ficam desabrigados só na estação mais favorável, os que permanecem sempre abrigados (em casas, estufas, etc.) e os que espontaneamente se instalaram, quer sejam de origem indígena, quer estrangeira.

Assim, o Rio de Janeiro tem várias árvores plantadas: *Moquilea tomentosa*, *Hibiscus tiliaceus*, indígenas, *Poinciana regia*, *Spathodea campanulata*, estrangeiras. Os *Canna* e *Gladiolus* da África do Sul são periodicamente plantados em várias cidades tropicais e temperadas. Macacos, canários e baratas, aqui só vivem dentro das habitações. Ratos, môscas, diversas euforbiáceas e gramíneas, são encontradas pelas ruas. Em Montreal, a planta mais comum nas calçadas, é a sul-americana *Galinsoga ciliata*. Dentro das cidades existem verdadeiras associações ruderais, nos prédios abandonados, nos lugares em construção, nos muros de pedra, etc.

7. Proteção à natureza

O último ponto a considerar neste nível, é a proteção à flora e à fauna, e a criação de parques (GABRIELSON, 1943). Em tôrno destes últimos deve haver uma região intermediária, já mais ou menos protegida (vide SHELFORD in PARKINS e WHITAKER, 1944). Há exemplos de grande êxito neste campo, em países como a Inglaterra, Alemanha e países escandinavos.

A chamada "Conservação" é uma ciência relativamente nova. É baseada nos conhecimentos ecológicos ou então biogeográficos. Con-

servação é biogeografia aplicada (GUSTAFSON et al., 1945). De maneira que considera sempre qualquer organismo em relação ao meio, e difere em todos os pontos da cultura São consideradas como base, a proteção do solo, a distribuição da água, a repartição da luz e do calor.

8. Classificação das terras

Baseando-se nestes princípios, GRAHAM (1944) fez uma revisão das diversas classificações. Todas elas consideram, sobretudo, a possibilidade de manter o poder de produção e de equilibrar a exploração com a produtividade.

BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, H A , 1943 *The North American ragweeds and their occurrence in other parts of the world* Science, 98 (2544) 292-294
- BENNETT, H H , 1939 *Soil Conservation* 993 pp., Mc Graw-Hill, New York
- BENSON, Lyman, 1940 *The North American subdivisions of "Ranunculus"* Amer Journ Bot , 27:799-807
- BOULE, M et Jean PIVETEAU, 1935 *Les Fossiles Eléments de paléontologie* VI + 899 pp , Masson, Paris
- BRADE, A , 1936 *Filicíneas da Ilha da Trindade (Filices novae brasiliána V)* Arch. Inst Biol Veg , 3 (1) 1-6
- BRADE, A , 1942. *A composição da flora pteridófita do Itatiaia* Rodriguésia, 6 (15): 29-43
- BRAUN-BLANQUET, J , 1936 *Les éléments de la flore méditerranéenne* Comm S. I. G. M. A , 56 8-31
- BRAUN-BLANQUET, J , 1932 *Plant Sociology* (Traduz por G D FULLER e H S CONARD) XVIII + 439 pp , Mc Graw-Hill, New York
- BRAUN-BLANQUET, J et J. PAVILLARD, 1925 *Vocabulaire de Sociologie Végétale* Montpellier
- CAIN, S A , 1934 *Studies on virgin hardwood forest II A comparison of quadrat sizes in a quantitative phytosociological study of Nash's woods, Posey Country, Indiana*, Amer Midl Nat , 15 529-566
- CAIN, S A , 1939. *The climax and its complexities* Amer Midl Nat , 21 (1) 146-181.
- CAIN, S. A , 1944. *Foundations of Plant Geography* XIV + 556 pp , Harper, New York.
- CAJANDER, A K , 1925 *Der gegenseitige Kampf in der Pflanzenwelt* Veröffn Geobot. Inst. Rübél , 3 665-676
- CAJANDER, A. K , 1926 *The theory of forest types*. Acta Forest Fenn 29 (3). 1-108
- CARPENTER, J Richard, 1938 *An Ecological Glossary*. VIII + 306 pp Kegan Paul, Trench, Trubner & Co Ltda , London.
- CASTRO, G. M de Oliveira, 1943. *Ecologia do Anopheles gambiae — Pesquisas preliminares sobre a viabilidade dos ovos que ficam fora da água* Mem Inst Oswaldo Cruz, 38 (3) 517-534
- CHANEY, R W , 1940 *The tertiary forests and continental history*. Bull. Geol. Soc. Amer , 51: 469-486
- CHAPMAN, R N , 1931. *Animal Ecology, with special reference to insects*. X + 464 pp , Mc Graw-Hill, New York
- CLAUSEN, J , D D KECK and W M HIESEY, 1940 *Experimental studies on the nature of species I. Effect of varied environments on Western North American Plants*. Carn Inst Wash Publ 520: VII + 452 pp.
- CLEMENTS, F E 1928 *Plant Succession and Indicators* XVI + 453 pp , H. W Wilson Co., New York
- CLEMENTS, F E., 1936 *Nature and structure of the climax*. Journ Ecol , 24 (1) : 253-284
- CLEMENTS, F. E. and V. E. SHELFORD, 1939. *Bio-Ecology*. VI + 425 pp , John Wiley & Sons, New York
- CLEMENTS, F. E , J. E. WEAVER and H C HANSON, 1929. *Plant Competition An analysis of community functions*. 340 pp., Carnegie Inst Wash.
- CLÉONIQUE-JOSEPH, F , 1936. *Études de développement floristique en Laurentie*. Contrib. Lab. Bot. Univ Montreal, 27 1-246

- COOPER, W. S., 1917 *Redwoods, rainfall and fog* Plant World, 20 179-189
- COOPER, W. S., 1942 *Contributions of botanical science to the knowledge of postglacial climates* Journ. Geol., 50: 981-994
- CORE, E. L., 1941. *Butomus umbellatus in America* Ohio Journ. Sci. 41 79-85
- COWLES, H. C., 1899 *The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan* Bot Gaz., 27: 95-116, 167-202, 281-308, 361-391
- DANSEREAU, Pierre, 1943 *L'érablière laurentienne I. Valeur d'indice des espèces* Can Jour Research, C 21 66-93 e Contrib Inst. Bot. Univ Montréal, 45 66-93
- DANSEREAU, Pierre, 1944 *Les érablières de la Gaspésie et les fluctuations du climat* Bull. Soc. Géogr. de Québec et Montréal, 3 (1-2) 1-18 e Contrib Inst Univ Montréal, 51: 1-18.
- DANSEREAU, Pierre, 1945 *Essai de corrélation sociologique entre les plantes supérieures et les poissons de la beïne du lac Saint-Louis* Rev Can Biol., 4 (3) 369-417 e Contrib Inst Biol Univ Montréal, 16: 369-417
- DANSEREAU, Pierre, 1946 a *Os planos da biogeografia* Rev Bras de Geog., 8 (2) 189-211
- DANSEREAU, Pierre, 1946 b *L'érablière laurentienne II Les successions et leurs indicateurs* Can Journ Research, C 24 (6) 235-291 e Contrib Inst Bot Univ Montréal, 60 235-291
- DANSEREAU, Pierre, 1947 a *Zonation et succession sur la restinga de Rio de Janeiro I Halosere* Rev Can Biol., 6 (3) 448-477 e Contrib Inst Biol Univ Montréal, 20 448-477
- DANSEREAU, Pierre 1947 b *The scope of biogeography and its integrative levels* Chron Bot (no prelo)
- DANSEREAU, Pierre et Yves DESMARAIS, 1947 *Introgression in the Sugar Maples II* Amer Midl Nat., 37 (1) 146-161
- DANSEREAU, Pierre et André LAFOND, 1941 *Introgression des caractères de l'Acer-saccharophorum K Koch et de l'Acer-nigrum Michx* Contrib Inst Bot Univ Montréal, 37 15-31
- DAVIS, D. H., 1942 *The earth and man* A Human Geography XXIII + 675 pp., Mc Millan, New York
- DE GEER, G., 1940 *Geochronologia suecica Principes* Kungl Svenska Vetenskapsakademiens Handl III, 18 (6) 1-367, Pl 1-53, figs 1-65, atlas pl 54-90 Almqvist — Wiksell, Stockholm
- DICE, L. R., 1943 *The Biotic Provinces of North America* VIII + 78 pp., University of Michigan Press, Ann Arbor
- DOUGLAS, A. E., 1919 *Climatic cycles and tree growth A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity* Can Inst Publ., 289 1-127
- ELTON, Charles, 1942 *Voies, Mice and Lemmings Problems in population dynamics* 496 pp., Clarendon Press Oxford
- ERDTMAN, G., 1943 *An Introduction to pollen analysis* XV + 329, Chronica Botanica Co., Waltham, Mass
- FERNALD, M. L., 1900 *Some Jesuit influences upon our northeastern flora* Rhodora, 2 133-142
- FERNALD, M. L., 1925 *Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America* Mem Amer Acad. Arts & Sc., 15 241-342
- FONT-Y-QUER, P., 1928 *El espacio y la tierra* In Geografia Universal, I pp., 415-440 Instituto Gallach Barcelona
- FRY, F. E. J., 1939 *The position of fish and other higher animals in the economy of lakes* A A S Publ n° 10 132-142
- FULLER, G. D., 1912 *Evaporation and the stratification of vegetation* Bot Gaz., 54. 424-426
- GABRIELSON, I. N., 1943 *Wildlife Refuges* XIII 257 pp., Mac Millan, New York
- GAUSSEN, Henri, 1933 *Géographie des plantes* 222 pp., Amand Colin, Paris
- GIBBS, R. D., 1940 *Studies in tree physiology II Seasonal changes in the food reserves of field birch (Betula populifolia Marsh)* Can Journ Research, 18 c 1-9
- GODWIN, H., 1940 *Pollen analysis and forest history of England and Wales* New Phytol., 39 370-400
- GRAHAM, E. H., 1944 *Natural principles of land use* XII 274 pp., Oxford University Press, New York
- GRIGGS, R. F., 1937 *Timberlines as indicators of climatic trends* Science, 85 251-255
- GRIGGS, R. F., 1940 *The ecology of rare plants* Bull Torr Bot Club, 67 575-594
- GUSTAFSON, A. F., C. H. GUISE, W. J. HAMILTON jr., H. RIES, 1945 *Conservation in the United States* XI + 477 pp., Comstock, Ithaca, N. Y.

- HALLIDAY, W E D, and A W A. BROWN, 1943. *The distribution of some important forest trees in Canada*. Ecol, 24 (3): 353-373.
- HANSEN, H. P, 1941. *Paleoecology of a bog in the spruce-hemlock climax of the Olympic Peninsula*. Amer. Midl. Nat, 25 290-297
- HANSON, H C, 1917. *Leaf-structure as related to environment*. Amer Journ Bot, 4: 533-560
- HEILBRUNN, L V., 1943 *An outline of General Physiology*. XI + 748 pp W B Saunders, Philadelphia and London
- HEIMBURGER, C C, 1934 *Forest type studies in the Adirondack region*. Cornell Univ. Agr. Expt. St Mem. 165: 1-122
- HESSE, Richard, 1937. *Ecological Animal Geography* (Traduz por W C ALLEE e K P SCHMIDT) XIV + 597 pp, Wiley, New York
- HITCHCOCK, A S, 1935 *Manual of the grasses of the United States* U S D A Misc Publ. N.º 200, 1040 pp, Washington
- HOUGH, A F and R. D FORBES, 1943 *The ecology and silvics of forests in the high plateaus of Pennsylvania*. Ecol. Monogr, 13 299-320
- HUMBERT, Henri, 1937 *La protection de la nature dans les pays intertropicaux et subtropicaux Contribution à l'étude des réserves naturelles et des parcs nationaux*. Mém Soc Biogéogr. Paris, 5 159-180.
- HUNTINGTON, Ellsworth, 1940. *Principles of Economic Geography* X + 687 pp, Wiley & Sons, New York
- HUNTINGTON, Ellsworth, 1945. *Mainsprings of civilization* X + 660 pp, Wiley & Sons, New York
- HUNTSMAN, A G., 1921 *The effect of light on the growth in the mussel* Proc Roy Soc Can, III, 15 (sect V). 23-28
- IHERING, R. von, 1940 *Dicionário dos animais do Brasil* 899 pp, São Paulo
- JENNY, H, 1941 *Factors of soil formation*. XII + 281 pp, Mac-Graw-Hill, New York
- JONES, H A, 1920 *A physiological study of maple seeds* Bot Gaz, 69 127-162
- JUST, Theodor (editor), 1939 *Plant and animal communities* Amer Midl Nat, 21 (1)
- KLAGES, J H, 1942 *Ecological crop Geography* XVII + 615 pp, Mac Millan, New York
- KLEREKOFER, H, 1944 *Introdução ao estudo da Limnologia* 329 pp, Brasil Min. Agricultura, Div. de Caça e Pesca
- KÜCHLER, A W, 1947 *A geographic system of vegetation* Geogr Rev, 37(2): 233-240
- KÖPPEN, W, 1923 *Die Klimate der Erde*. Walter de Gruyete, Berlim
- LUNDEGARD, H, 1931 *Environment and plant development* (Traduz do alemão por E ASHBY) London
- LUTZ, H J and R F CHANDLER, 1946 *Forest soils* XI + 514 pp, Wiley, New York.
- MARIE-VICTORIN, F, 1929 *Le dynamisme dans la flore du Québec* Contrib Lab. Bot Univ Montréal, 13: 1-89
- MARTONNE, E De, A CHEVALIER, et L CUÉNOT, 1927 *Traité de Géographie Physique* Vol. III Biogéographie pp 1060-1518, Armand Colin, Paris
- MASON, H L, 1932 *A phylogenetic series of the California closed-cone pines suggested by the fossil record* Madroño, 2: 8-10
- MELO-LEITÃO, C, 1940-42 *Alguns comentários de ecologia geral* Ciência, 1 (4), 145-152, 3 (1). 12-14
- MERRIAM, C H, 1898. *Life zones and crop zones of the United States* U S D.A div. Biol. Surv Bull. 10
- MEYER, B S, F. H BELL, L C THOMPSON and E I CLAY, 1943 *Effect of depth of immersion on apparent photosynthesis in submersed vascular aquatics*. Ecol, 24 (3): 393-399
- MOLISCH, Hans, 1938 *The Longevity of Plants* (traduzido por E H FULLING) 226 pp New York
- NEGRI, G, 1934. *Études sur la distribution altimétrique de la végétation dans les Alpes et les Apennins* C R Congr Internat Géogr. (Varsovie), 2 (2): 684-687
- NIKIFOROFF, C C, 1942 *Fundamental formula for soil formation* Amer. Journ Sci, 240 847-866
- OLSON, S, 1938 *A study of the predatory relation with particular reference to the wolf* Scient. Monthly, 46: 323-336.
- OOSTING, Henry J and J. F REED, 1944 *Ecological composition of pulpwood forest in northwestern Maine* Amer Midl Nat. 31 (1). 182-210
- PAPADAKIS, J S, 1938 *Ecologie Agricole* XV + 312 pp Maison Rustique, Paris. Duculot, Gembloux.
- PARKINS, A E and J. R. WHITAKER, 1944 (editores) *Our Natural Resources and their Conservation* XIV + 647 pp Wiley and Sons, New York
- PEARSE, A S, 1926 *Animal Ecology* 417 pp, Mac Graw-Hill, New York.

- RAUNKIAER, C , 1934 *The life forms of plants and Statistical plant Geography* XVI + 632 pp , Clarendon Press, Oxford
- RAUP, H M , 1937 *Recent changes in climate and vegetation in southern New England and adjacent New York* Journ Arn Arb , 18 79-117
- RAWITSCHER, Felix K , 1945 *The hazel period in the post-glacial development of forests* Nature, 156 (3958) 302-303
- RAWITSCHER, Felix, 1942, 1944 *Problemas de fitoecologia com considerações especiais sobre o Brasil Meridional* Bol Fac Filos Cienc e Letras de S Paulo, 28 (3): 1-111 1942, 41 (4) 1-153 1944.
- RAWITSCHER, F , M G FERRI e M RACHID, 1943 *Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional* Anais Acad Bras Ciências, 15 (4) 267-294.
- REYNAUD-BEAUVERIE, M A , 1936 *Le milieu et la vie en commun des plantes* 237 pp , Lechevalier, Paris
- ROULEAU, Ernest, 1945 *La florule de l'île Sainte-Hélène* Contrib Inst Bot Univ Montréal, 57 1-55
- ROUSSEAU, Jacques et B ROUSSEAU, 1937 *Étude comparative de la température de Vestuaire du Saint-Laurent et des habitats voisins* Contrib Inst Bot Univ Montréal, 29 65-69
- RÜBEL, E , 1930 *Pflanzenengesellschaften der Erde* Hans Huber, Berlin
- RUSSEL, R J , 1941 *Climatic change through the ages* U S D A Yearbook, 1941 67-97
- SALISBURY, E J , 1926 *The geographical distribution of plants in relation to climatic factors* Geogr Journ , 67 312-335
- SCHIMPER, A F W , 1903 *Plant Geography upon a Physiological basis* (Traduz por W R FISHER) 829 pp , Clarendon Press Oxford
- SCHROETER, C , 1908 *Das Pflanzenleben der Alpen* XVI + 806 pp , Raustein, Zurich
- SEARS, P B , 1942 a *History of conservation in Ohio* Hist State of Ohio, 6 219-240
- SEARS, P B , 1942 b *Xerothermic theory* Bot Rev , 8 (10) 708-736
- SETZER, José, 1946 *Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo* 239 pp , Departamento das Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo
- SEWARD, A C , 1941 *Plant life through the ages* XXI + 607 pp , The University Press, Cambridge
- SHELFORD, V E (editor), 1926 *Naturalist's guide to the Americas* XV + 761 pp , Williams and Wilkins, Baltimore
- SHELFORD, V E , 1929 *Laboratory and field Ecology* XII + 608 pp , Williams and Wilkins, Baltimore
- SHELFORD, V E , 1932 *An experimental and observational study of the chinch-bug in relation to climate and weather* Ill Nat Hist Survey Bull , 19 (6) 487-547
- SHELFORD, V E , 1937 *Animal communities in temperate America, as illustrated in the Chicago region* Geogr Soc Chicago Bull n° 5 XIII + 368 pp , U of Chicago Press
- SHREVE, F , 1914 *The role of winter temperatures in determining the distribution of plants* Amer Journ Bot 1 194-202
- SIMONET, Marc et MARCEL GUINOCHE, 1938 *Observations sur quelques espèces et hybrides d'Agropyrum* II *Sur la répartition géographique des races caryologique de l'Agropyrum junceum* (L) P B Bull Soc Fr , 85 175-179
- SKOTTSBERG, C , 1938 *Geographical isolation as a factor in species formation, and its relation to certain insular floras* Proc Linn Soc London, Session 150 (4) 286-293
- SZYMKIEWICZ, D, 1938 *Quatrième contribution statistique à la géographie floristique* Acta Soc Bot Poloniae 15 15-22
- TANSLEY, A G , 1939 *The British islands and their Vegetation* XXXVIII + 930 pp , Cambridge University Press
- TOUMEY, J W and C F KORSTIAN, 1937 *Foundations of Silviculture upon an Ecological Basis* XVII + 456 pp , Wiley and Sons, New York
- TRANSEAU, E N , 1935 *The prairie peninsula* Ecol , 16 (3) 423-437
- VERNADSKY, W I , 1945 *The biosphere and the noosphere* Amer Scient , 33 (1) 1-12
- VILLAR, E Huguet del, 1929 *Geobotánica* 399 pp , Labor, Barcelona Buenos Aires
- WEAVER, J E , and F E CLEMENTS, 1938 *Plant Ecology* 601 pp , Mac Graw-Hill, New York
- WEAVER, John C , 1943 *Climatic relations of American barley production* Geogr Rev , 33 (4): 569-588
- WELCH, Paul S , 1935 *Limnology* XIV + 471 pp , Mac Graw-Hill, New York

- WHERRY, E T, 1922 *Note on specific acidity* Ecol, 3 356-347.
 WILDE, S A, 1946 *Forest soils and Forest Growth* XX + 241 pp. Chronica Botanica, Waltham, Mass
 WILLIAMS, A B, 1936. *The composition and dynamics of a beech-maple climax community* Ecol Monogr, 6 (3) 317-408
 WULFF, E V, 1943 *An Introduction to Historical Plant Geography* XV + 223 pp, Chronica Botanica Co, Waltham, Mass.

★

RÉSUMÉ

Le Docteur PIERRE DANSEREAU, Directeur du "Service de Biogéographie" de l'Université de Montréal, présente un article basé sur un cours qu'il a donné en 1946 à la Faculté Nationale de Philosophie du Brésil. Le plan de cette étude comprend huit parties principales, correspondant à ce qu'il a appelé "niveaux d'intégration"

1er niveau: paléontologique: L'auteur considère ici l'adaptation des plantes et des animaux, adaptation conditionnée par de grands événements géologiques comme les glaciations, les transgressions marines, la dérive des continents etc. De leur origine à leur disparition plantes et animaux sont étudiés précisément par rapport à ces événements géologiques, en insistant sur les causes qui les motivèrent. L'auteur conclut de même sur les tendances évolutives de ces grands groupes et établit, pour quelques-uns d'entre eux, une certaine continuité

2ème: paléo-écologique: En rapport avec les périodes géologiques récentes l'auteur examine en détail l'évolution des espèces et les changements du climat et de la végétation. Il montre comment les fluctuations des facteurs météorologiques ont provoqué aussi bien les mouvements de la flore que ceux des types de végétation, et comment l'étude des argiles à vaives, des anneaux annuels des arbres et des pollens déposés dans les tourbières, a permis de connaître la durée de l'occupation d'un territoire par une espèce donnée ou par un type de végétation

3ème niveau: aréographique: En déterminant les divers types de distribution géographique l'auteur établit la répartition actuelle de toutes ou de quelques espèces de plantes et d'animaux. Il explique les raisons des discontinuités, dues en général à des barrières de différentes sortes

4ème niveau: bio-climatologique: L'auteur envisage les facteurs météorologiques: lumière, température, humidité, etc., responsables de la limitation actuelle des plantes et des animaux. Il expose comment les isophènes, c'est à dire les lignes joignant les points d'égale périodicité biologique, donnent parfaitement l'idée du climat d'une région déterminée, car les plantes réagissant holocénotiquement, servent d'indices climatiques. Partant de ce principe, il fait aussi la classification de la végétation suivant ses formes biologiques

5ème niveau: auto-écologique: L'être vivant individualisé et en relation avec le milieu est étudié ici dans les aspects variés de son cycle vital. L'auteur détermine ses diverses modalités d'adaptation au milieu ambiant, telles les réactions aux facteurs physiques, chimiques et biologiques. Les espèces sont analysées, non seulement dans la nature, mais au laboratoire afin de déterminer leur degré de tolérance, leurs exigences, ainsi que la capacité d'utilisation et de transformation des ressources du milieu

6ème niveau: synécologique: L'auteur considère le milieu lui-même avec tous les organismes qui y vivent et les causes des équilibres existants. Il étudie les associations dans leurs formes les plus diverses. A ce sujet il mentionne les modifications que ces associations peuvent apporter aux conditions offertes par le milieu, soit en les améliorant, soit en les aggravant. Il donne une attention toute particulière au dynamisme de l'évolution — la succession — qui aboutit au climax

7ème niveau: sociologique: L'auteur examine les diverses modalités d'association, leur mécanisme et leurs proportions. Il établit la composition floristique suivant une base statistique. Par cette méthode il analyse la fréquence, la constance et la fidélité de toutes les espèces, mettant en évidence les indicatrices de chacune des associations ainsi que les dominantes ou les caractéristiques

8ème niveau: industriel: Enfin l'auteur observe comment l'homme utilise les ressources offertes par le milieu et comment il transforme le paysage au point d'établir un équilibre différent du primitif. Cette transformation étant voulue, son interprétation n'est possible qu'au moyen de méthodes spéciales. Les limitations imposées par l'homme à divers êtres, animaux ou végétaux, entraînent de grands troubles qui, d'après VERNAZSKY, pourront caractériser une nouvelle période géologique

RESUMEN

El autor, Profesor PIERRE DANSEREAU, Director del "Service de Biogeographie" de la Universidad de Montréal, divide el presente estudio, que resulta de un curso que realizó en la Facultad Nacional de Filosofía de la Universidad del Brasil en 1946, en ocho partes principales a las cuales dió la denominación de "niveles de integración"

1er nivel: paleontológico En esta parte estudia la adaptación de plantas y animales, sujeta a grandes acontecimientos geológicos, como glacaciones, invasiones marinas y traslaciones de los continentes, etc. Estudia todavía tales plantas y animales desde su origen hasta su desaparición, y saca conclusiones sobre las tendencias evolutivas de los grandes grupos y sobre la continuidad que se observa en algunos de ellos

2º nivel: paleo-ecológico Se estudian aquí la evolución de las especies y las modificaciones geográficas del clima y de la vegetación en relación con los recientes periodos geológicos. Las oscilaciones de los factores meteorológicos son la causa de los movimientos de la flora y de los tipos de vegetación. El estudio de los varvitos, de los anillos anuales de los árboles y de los polens que se depositan en los yacimientos de turba conduce al conocimiento del tiempo de ocupación de un territorio por determinada especie vegetal o por un tipo de vegetación.

3º nivel: areográfico. En este capítulo se trata de la distribución actual de todas y algunas especies de plantas y animales, y se determinan los diversos tipos de distribución geográfica. Son explicadas las razones de las discontinuidades, producidas en general por barreras de varios tipos

4.º nivel: bio-climatológico En esta parte estudia el autor los factores meteorológicos que condicionan la actual limitación de plantas y animales, como luz, temperatura, humedad, etc. Los isófenos o líneas que unen puntos de igual periodicidad biológica presentan el clima de una determinada región, pues las plantas, reaccionando holocénicamente, sirven de índices climáticos.

Se hace también, según este principio, la clasificación de la vegetación en relación a sus formas biológicas.

5.º nivel: auto-ecológico El ser vivo es estudiado en relación con el medio, en los varios aspectos de su ciclo vital, y se determinan sus modalidades de adaptación al ambiente, como reacciones a los factores físicos, químicos y biológicos. El autor analiza también las especies en su situación en la naturaleza y en el laboratorio, con el objeto de determinar su grado de tolerancia, sus exigencias, etc. y la capacidad de utilizar y modificar los recursos del medio.

6.º nivel: sinecológico Se estudia aquí el medio, los organismos que viven en él y las causas de los equilibrios existentes son analizadas también en sus varias formas, indicándose las modificaciones del medio. Se da especial atención al problema de la evolución — que termina en el climax.

7.º nivel: sociológico. Examina el autor las modalidades de asociación, su mecanismo y proporciones. Con el auxilio del medio estadístico no sólo se establece la composición florística sino que son analizadas ya la frecuencia, la constancia ya la fidelidad de las especies, señalándose las indicativas de todas las asociaciones como también las dominantes o características.

8.º nivel: industrial El autor observa finalmente la manera como el hombre utiliza los recursos que el ambiente le ofrece y como modifica el paisaje, dando origen a un equilibrio muy diferente del primitivo. Este trabajo de modificación, cuando es intencional, recibe una interpretación que sólo puede realizarse según métodos especiales. Las limitaciones impuestas por el hombre a numerosos animales y vegetales son causa de grandes perturbaciones que, según VERNADSKY, pueden caracterizar un nuevo período geológico.

RESUMO

La aŭtoro, P-10 PIERRE DANSEREAU, Direktoro de la "Service de Biogeographie" de la Universitato de Montreal, dividita la nunan artikolon, kiu rezultas de kurso farita ĉe la Nacia Fakultato de Filozofio de la Universitato de Brazilo, en ok ĉefajn partojn, respondantajn al tio, kion li nomis "nivelejoj de integrazio".

1-a nivelo: paleontologia. En tiu nivelo la aŭtoro faris konsiderojn pri la adaptiĝo de plantoj kaj animaloj, kondiĉigita de grandaj okazintaĵoj geologiaj, kiaj glaciĝoj, maraĵ transpaŝoj, transportiĝoj de la kontinentoj, k t p ; la studobjekton formas ĝuste tiuj plantoj kaj animaloj, de la deveno ĝis la malapero, kaj ties kaŭzojn oni reliefigas. Estas ankaŭ tiujaj konkludoj pri la evoluciaj tendencoj de tiuj grandaj grupoj kaj, en kelkaj el ili, pri la starigo de ia kontinueco.

2-a nivelo: paleoekologia En tiu 2-a nivelo la detalaj studoj pri la evolucio de la specoj kaj pri la geografiaj ŝanĝiĝoj de la klimato kaj de la vegetaĵaro estas faritaj rilate al la freŝaj periodoj geologiaj. La variaĵoj de la meteorologiaj faktoroj kaŭzadas tiel la movadojn de la kreskaĵaro kiel tiujn de la tipoj de vegetaĵaro. Per la studo de la vivitoj, de la jaringoj de la arboj kaj de la flupolvoj deponitaj en ia toŝejoj, oni estas sukcesinta scii la tempon, kiun daŭris la okupon de iu teritorio fare de difinita vegeta speco.

3-a nivelo: avogafia Tie ĉi tenas pri starigo de la nuna distribuado de ĉiuj aŭ de kelkaj specoj de plantoj kaj animaloj, kaj estas determinitaj la diversaj tipoj de geografia distribuado. Estas klarigitaj ankaŭ tie ĉi la kialojn de la nekontinuecoj, ĝenerale kaŭzataj de baroj de diferencaj tipoj.

4-a nivelo: bioklimatologia En tiu ĉi estas enfokusigitaj la meteorologiaj faktoroj respondaj pri la nuna limigo de plantoj kaj animaloj, kile lumo, temperaturo, malsekeco, k t p. La izofenoj, tio estas, la linioj, kiuj kunigas punktojn je egala periodeco biologia, prezentas perfekte ideon pri la klimato de iu difinita regiono, tial ke la plantoj, reagante holokenotike, servas kiel klimataj indicoj. Komence de tiu principo, estas ankaŭ farita la klasigo de la vegetaĵaro laŭ ĝiaj biologiaj formoj.

5-a nivelo: autekologia En tiu nivelo estas studita la vivanta estaĵo, individuigita, en rilato kun la medio, en la diversaj aspektoj de sia vivciklo. Estas determinitaj ĝiaj diversaj manieroj de alĝustigo al la medio, kiaj reagoj al la faktoroj fizikaj, ĉemiaj kaj biologiaj. La specoj estas analizitaj ne nur en la naturo sed ankaŭ en la laboratorio, por ke oni determinu ilian gradon de toleremo, iliajn postulojn, k t p, same kiel la kapablon utiligi kaj transformi la rimedojn de la medio.

6-a nivelo: sinekologia Tie ĉi estas studita la medio mem, kun ĉiuj organismoj, kiuj en ĝi vivas, kaj la kialojn de la ekvilibroj ekzistantaj. La asocioj estas studitaj en siaj plej diversaj formoj, kaj estas montritaj la modifoj, kiujn ili povas porti al la medio, plibonigante aŭ plimalbonigante la kondiĉojn, prezentatajn de ĝi. Speciala atento estas donita al la dinamismo de la evolucio — la sinsekvo —, kiu iras finiĝi en la klimakso.

7-a nivelo: sociologia. Ĝi havas kiel celon la studon de la diversaj manieroj de asocio, de ilia meĥanismo kaj de iliaj proporcioj. La flora konsisto estas starigita sur bazo statistika. Per ĉi tiu metodo estas analizitaj la ofteco, la konstanteco kaj la fideleco de ĉiuj specoj, kaj estas apartigitaj la indikoj de ĉiu el la asocioj, same kiel la pligravaj aŭ karakterizaj.

8-a nivelo: industria En ĉi tiu lasta nivelo estas farita la studo de la homo en lia adaptiĝo al la medio: kiel li utiligas la rimedojn prezentatajn de la medio, kaj kiel li transformas la pejzaĝon, ĝis li atarigas ekvilibron malsaman ol la primitiva. Ĉar tiu modifa laboro estas intencita, ĝia interpretado estas ebla nur pere de specialaj metodoj. La limigoj tuditaj de la homo al diversaj estaĵoj animalaj kaj vegetaj okazigas seriozajn malordojn, kiuj lau la opinio de VERNADSKY povos ĉe karakterizi novan epokon geologian.

RIASSUNTO

Il dott PIERRE DANSEREAU, direttore del Servizio di Biogeografia dell'Università di Montréal, divide il suo articolo, tratto da un corso svolto nel 1946 alla Facoltà Nazionale di Filosofia dell'Università del Brasile, in otto parti, corrispondenti ad altrettanti "livelli d'integrazione".

1.º livello: paleontologico L'autore tratta dell'adattamento di piante ed animali, condizionato da grandi fenomeni geologici, come glaciazione, invasioni marine, traslazioni dei continenti, ecc. ;

studia tali piante e animali dalla loro origine fino all'estinzione, di cui pone in luce le cause; e giunge a varie conclusioni sulle tendenze evolutive di grandi gruppi e sulla continuità che si manifesta in alcuni di questi

2º livello: paleo-ecologico Sono studiate l'evoluzione delle specie e i cambiamenti geografici del clima e della vegetazione, in relazione ai periodi geologici recenti. Le fluttuazioni dei fattori meteorologici sono state causa di movimenti della flora e dei tipi di vegetazione. Dallo studio dei "varvitos", degli anelli annuali degli alberi e dei pollini depositati nelle torbiere si è riusciti a calcolare il tempo in cui una specie vegetale o un tipo di vegetazione hanno occupato un territorio

3º livello: aerografico Si stabilisce qui l'attuale distribuzione di tutte o di alcune specie di piante e animali, determinando i diversi tipi di distribuzione geografica. Sono spiegate le ragioni delle soluzioni di continuità, causate generalmente da barriere di vari tipi

4º livello: bio-climatologico Sono studiati i fattori meteorologici (luce, temperatura, umidità, ecc), dai quali dipendono le limitazioni attuali delle piante e degli animali. Gli isofeni — linee che uniscono i punti di uguale periodicità biologica — danno un'idea esatta del clima di ogni regione, perchè le piante, reagendo olocenoticamente, servono come indici climatici. Partendo da questo principio, si fa la classificazione della vegetazione secondo le sue forme biologiche

5º livello: auto-ecologico Il singolo essere vivente è studiato in relazione all'ambiente, nei vari aspetti del suo ciclo vitale. Sono determinate le diverse modalità di adattamento all'ambiente (reazioni ai fattori fisici, chimici e biologici). Le specie sono analizzate nel loro ambiente e nel laboratorio, per determinare il grado di tolleranza, le esigenze, e la capacità di utilizzare e trasformare le risorse dell'ambiente

6º livello: sinecologico È lo studio dello stesso ambiente, di tutti gli organismi che in esso vivono, e dei fattori degli equilibri esistenti. Sono analizzate le associazioni, nelle loro forme più diverse; sono mostrate le modificazioni che esse possono arrecare all'ambiente, migliorandone o peggiorandone le condizioni. È posto in evidenza il dinamismo dell'evoluzione — la successione — che mette capo al climax

7º livello: sociologico Tratta delle diverse modalità di associazione, del loro meccanismo e delle loro proporzioni. La composizione della flora è stabilita su base statistica. Sono analizzate con questo metodo la frequenza, la costanza e la fedeltà delle varie specie, e sono segnalate le indicatrici di ogni associazione, e le dominanti o caratteristiche

8º livello: industriale Per ultimo vengono illustrate l'utilizzazione delle risorse naturali e la trasformazione del paesaggio fino a stabilire un nuovo equilibrio. Questo lavoro di modificazione essendo intenzionale, può essere interpretato solo con metodi speciali. Le limitazioni imposte dall'uomo a numerosi animali e vegetali son causa di gravi turbamenti, che, secondo VERNADSKY, potranno perfino dar origine ad una nuova era geologica

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser, Professor PIERRE DANSENEAU, Leiter des "Biographischen Dienstes" der Universität von Montréal, teilt diese Arbeit, welche ein Resultat eines Kurses ist, den er in der Nationalen Fakultät der Philosophie der Universität von Brasilien im Jahre 1946 gehalten hatte, in acht hauptsächlichste Teile ein, die dem entsprechen, was er das "Nivel der Integration" nennt

1º Nivel: paleontologisch In diesem Nivel macht der Verfasser einige Beobachtungen über die Anpassungsfähigkeiten der Pflanzen und Tiere, welche durch grossen geologische Faktoren, wie glaziale Transgressionen, Verlagerungen von Kontinenten, usw., bedingt sind und welche Objekte von Studien bilden; dabei wurden sie von ihrem Ursprung bis zur Verschwindung beobachtet, wobei die Gründe derselben auch berücksichtigt wurden. Auch zog er Schlüsse über die Entwicklung dieser grossen Gruppen und, in einigen Fällen, traf er eine gewisse Kontinuität

2º Nivel: paleo-ecologisch In diesem zweiten Nivel sind die detaillierten Studien der Entwicklung der Espezien und die geographischen Veränderungen des Klimas und der Vegetation im Verhältnis der näheren geologischen Perioden gemacht worden. Die Fluktuationen der meteorologischen Faktoren haben Bewegungen der Flora verursacht, soweit es sich um Typen der Vegetation handelt. Durch das Studium der Verviten, der jährlichen Ringe der Bäume und der in den Moorböden gefundenen Samen, konnte die Zeitdauer, welche zur Besetzung eines Geländes mit einer gewissen Pflanze benötigt wurde, festgestellt werden

3º Nivel: aerographisch Hier handelt es sich darum, die jetzige Verteilung aller oder einiger Espezien von Pflanzen und Tieren festzustellen, wobei die verschiedenen Typen der geographischen Verteilung festgesetzt wurden. Die Gründe der Nichtfortsetzung werden hier auch erklärt, diese sind hauptsächlich durch Täler verschiedener Typen verursacht

4º Nivel: bio-klimatologisch. Hier werden die meteorologischen Faktoren, die für die Begrenzung der Pflanzen und Tiere, wie das Licht, die Temperatur, Feuchtigkeit, usw., verantwortlich sind, untersucht. Die Isophenen, das heisst, die Linien, welche die Punkte von gleicher biologischen Periodizität vereinen, geben eine klare Übersicht von dem Klima eine bestimmten Gegend, denn die Pflanzen, welche holocenotisch reagieren, dienen als klimatische Beweise. Von diesem Prinzip ausgehend, machte der Verfasser eine Klassifikation der Vegetation, indem er sich auf ihre biologische formen basierte

5º Nivel: auto-ecologisch In diesem Nivel ist das einzelne Lebenswesen in seinem Verhältnis zum Milieu in seinen verschiedenen Ansichten des vitalen Cyclus studiert. Die verschiedenen Möglichkeiten seiner Anpassung an die Umgebung, wie z. B. die Reaktionen auf die physischen, chemischen und biologischen Faktoren sind festgesetzt. Die Espezien sind nicht nur in der Natur sondern auch im Laboratorium analysiert, um seinen Grad der Toleranz seine Notwendigkeiten, usw. kennen zu lernen, wie auch die Fähigkeiten seine Qualitäten zu erforschen und die Hilfsmittel des Milieus zu verändern

6º Nivel: sinecologisch In diesem Abschnitt wird das Milieu selber studiert, mit allen Organismen die in demselben leben wie auch die Gründe der existierenden Gleichschaltungen. Die Verbindungen sind in ihren verschiedensten Formen analysiert, wobei die Veränderungen, die sie dem Milieu bringen können, gezeigt werden, wobei die Verbesserungen oder Verschlechterungen, die erzeugt wurden, berücksichtigt werden. Besondere Achtung wird dem Dynamismus der Entwicklung geschenkt — die Nachfolge — welche im Klimax endet

7º Nivel: soziologisch Dieses Kapitel soll die verschiedenen Veränderungen der Vereinigungen studieren, wie auch ihren Mechanismus und seine Proportionen. Die floristische Komposition ist in statistischen Basen festgelegt. Durch diese Methode wird die Frequenz, die Ausdauer und Treue aller Spezies analysiert, wobei die Beweise jeder Vereinigung, wie vorherrschend oder charakteristischsten Züge hervorgehoben werden.

8º Nivel: industrial. In diesem letzten Nivel wird der Mensch in seiner Anpassung an das Milieu studiert: wie er die Hilfsmittel desselben benutzt und sie verändert, wie er die Landschaft umformt, um ein Equilibrium, welches dem primitiven verschieden ist, schafft. Da die verändernde Arbeiten gewollt gemacht wurden, ist ihre Interpretation nur durch besondere Hilfsmittel möglich. Die Begrenzungen, die der Mensch den anderen animalischen oder vegetalischen Lebenswesen aufdrängt, rufen natürlich grosse Veränderungen hervor, welche, in der Meinung von VERNADSKY als eine neuesgeologisches Zeitalter charakterisiert werden kann.

SUMMARY

The author, Professor PIERRE DANSEREAU, director of the "Service de Biogéographie" of the University of Montreal, divides this work, which is the result of a course given at the Faculdade Nacional de Filosofia of the University of Brasil in 1946, into eight principal parts, corresponding to what he denotes as "levels of integration."

1st level: paleoanthological At this level the author considered the adaptation of plants and animals, conditioned by great geological events such as glaciations, marine invasions, continental movements, etc., the object of the study being the adjustment to these by the plants and animals mentioned, from their origin to their disappearance, the causes motivating this being summed up. Conclusions are likewise drawn on the evolutionary tendencies of large groups and, in some of them, the establishment of a certain continuity.

2nd level: paleo-ecological At this second level, detailed studies of the evolution of the species and of geographical changes in climate and vegetation are made in relation to the recent geological periods. The fluctuations of the meteorological factors have influenced the movements of the flora as regards the types of vegetation. By the study of plants, through the annual rings of the trees and the pollen deposited in the tufts, one is able to know for how long a time the occupation of a territory by a determined vegetation specie lasted.

3rd level: areographical This concerns establishing the actual distribution of all or some species of plants and animals, determining the different types by geographic distribution. Also cleared up here are the reasons for discontinuities, generally caused by different types of barriers.

4th level: bio-climatological In this are focalized the meteorological factors which are responsible for the actual limitations of plants and animals; such as light, temperature, humidity, etc. The "isófenos", that is, the lines which unite points of equal biological periods, give an excellent idea of the climate of a determined region, as the plants which reappear with similarity serve as climate indexes. Based on this principal, a classification of vegetation following its biological forms is also made.

5th level: auto-ecological At this level is studied the entity of life, individualized, in relation to the general system, in the various aspects of the vital cycle. Various methods of adjustment to the environment are determined, such as reactions to physical, chemical, and biological factors. The species are analyzed not only in nature but also in the laboratory with the view to determining their degree of tolerance, their necessities, etc. as well as their capacity for making use of and transforming the resources of the system.

6th level: sinecological Here is studied the system itself, with all the organisms which live in it and the reasons for the existing equilibriums. The associations are analyzed in their most diverse forms, showing the modifications which they can bring into the system, improving or making worse the conditions which that represents. Special attention is given to the dynamics of evolution — of succession — which will terminate in the climax.

7th level: sociological This has as its object the study of various manners of association, of its mechanism and its proportions. The floral composition is established on a basis of statistics. By this method are analyzed the frequency, the consistency, and the fidelity of all the species, bringing out the indicators of each one of the associations as well as the dominant features and characteristics.

8th level: industrial At this last level the study of man and his adaption to the system is made — such as the utilization of the resources which this offers and how he transforms the landscape and countryside, to the point of establishing a different equilibrium than the primitive one. This modifying work being intentional, its interpretation is only possible through the use of special methods. The limitations imposed by man on various animal and vegetable systems create great disturbances which, in the opinion of VERNADSKY, may themselves characterize a new glacial epoch.