

CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA

PROPOSTO POR HOLDRIDGE*

J.C. Chagas Campos**

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores ecológicos, bem como da sua inter-relação, é importante para se fazer melhor uso dos recursos do meio ambiente. A aplicação do conceito de "zoneamento" ecológico é o resultado dessa preocupação de ordenar dados conhecidos, de natureza ecológica, proporcionando a definição de áreas de condições específicas. Da mesma forma, existe o zoneamento econômico, que trata da ordenação de dados de natureza econômica.

Desde a primeira tentativa de classificação da vegetação feita por Humboldt, diversos outros sistemas foram propostos para este fim, persistindo, contudo, "deficiência" de alguma natureza em todos eles, o que se traduz pela complexidade que envolve o estudo da matéria.

Porquanto persista o propósito de definir áreas com determinadas condições específicas próprias, existe, por vezes, certa confusão quando se fala de sistema de classificação de clima e de vegetação. Exemplos do primeiro são os sistemas de Köppen e Thorntwaite, podendo-se citar o sistema de Raunkiær como de classificação de vegetação.

Em 1947, HOLDRIDGE (1), um ecologista norte-americano, publicou pela primeira vez o atualmente conhecido sistema de classificação de zonas de vida. Este sistema, embora se baseie de modo especial nos dados climáticos-precipitação e temperatura - também considera fatores de ordem fisográfica, edáfica, além da fisionomia da vegetação. Este sistema de classificação deve então ser considerado como sendo de ordem ecológica. Até hoje, o sistema vem sofrendo aprimoramentos.

Segundo aquele autor, o sistema por ele proposto tem alcance mundial, ou seja, permite a classificação de áreas situadas em qualquer parte da Terra. Ele toma por referência, em princípio, a vegetação natural existente na área, embora isso possa ser prescindível.

Dada a grande extensão do território brasileiro e sendo em grande parte coberto com vegetação natural, considera-se oport

* Aceito para publicação em 31-3-1973.

** Professor Assistente da Universidade Federal de Viçosa.

tuno divulgar o citado método, dependendo a sua aceitação do julgamento dos especialistas, uma vez que o propósito de se realizar estudos dessa natureza parece ser reconhecido por todos.

Devido a dificuldades inerentes à tradução de determinados termos técnicos das figuras 1 e 2, é oportuno consultar o texto original de HOLDRIGE (2).

2. BASES DO SISTEMA

O sistema de Holdridge fundamenta-se no princípio de que, geralmente, a ação do clima sobressai dentre os demais fatores do meio. Sendo assim, o clima pode ser considerado como um fator primordial ou independente, enquanto os fatores de ordem edáfica, biótica e fisiográfica geralmente atuam de forma dependente ou subordinada.

O sistema leva em consideração a existência de áreas ecológicamente equivalentes, embora distanciadas geograficamente. A vegetação natural existente pode diferir taxonomicamente entre essas áreas, mas não a sua fisionomia.

Esse modo de interpretação é de importância quando se trata de introdução de espécies exóticas, em que a equivalência na taxonomia de espécies de ocorrência natural não deve ter caráter decisivo.

HOLDRIDGE (2) menciona que, embora a possibilidade de definir agrupamento de espécies com base na taxonomia seja tentadora para uma definição da ecologia local, não serve, todavia, para um contexto mundial, ainda mais que seria impossível alguém conhecer todas as plantas da Terra.

Este sistema original procura evitar a subjetividade na definição de áreas ecológicas, tendo o seu autor utilizado dados quantitativos que são definidos pelos valores dos parâmetros climáticos - precipitação e biotemperatura.

Segundo HUNTER (3), o sistema é dos mais completos e serve para determinar, classificar e correlacionar a ecologia vegetal das diferentes áreas do mundo.

As unidades bioclimáticas maiores, denominadas "zonas de vida", são determinadas pelo sistema utilizando-se de um engenhoso diagrama triangular através dos parâmetros - precipitação e biotemperatura (figura 1).

A umidade, que é uma interação entre estes dois fatores, estando representada no diagrama pela "relação de evapotranspiração potencial", não participa diretamente na determinação das zonas de vida ficando automaticamente definida com a projeção das coordenadas daqueles dois parâmetros mencionados. Os vários limites das relações de evapotranspiração potencial denominam-se "províncias de umidade".

Embora não seja determinada pelo diagrama, o sistema define uma outra unidade bioclimática menor, chamada "associação". São estas, definidas por observações feitas no campo.

3. O DIAGRAMA DE DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE VIDA

O diagrama proposto por HOLDRIDGE (2), conforme a figura 1, serve para determinar a unidade bioclimática de certo lugar, baseando-se em valores climáticos quantitativos.

Essa unidade bioclimática, chamada Zona de Vida, é aquela

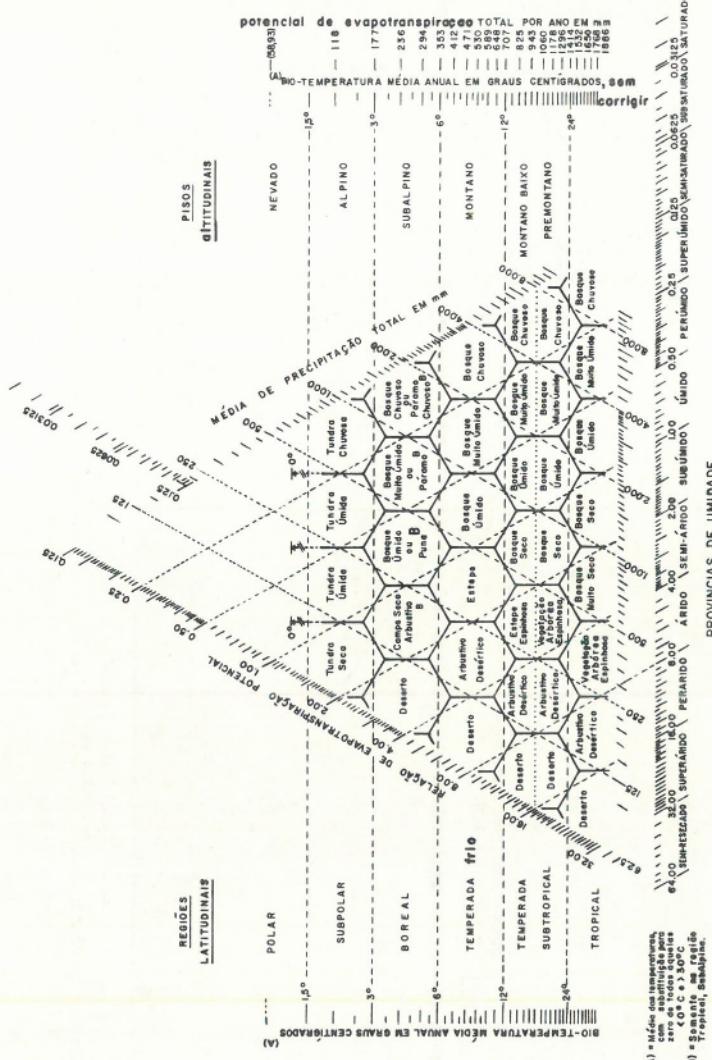


FIGURA 1 - Diagrama para a classificação de zonas de vida, segundo Holdridge (3).

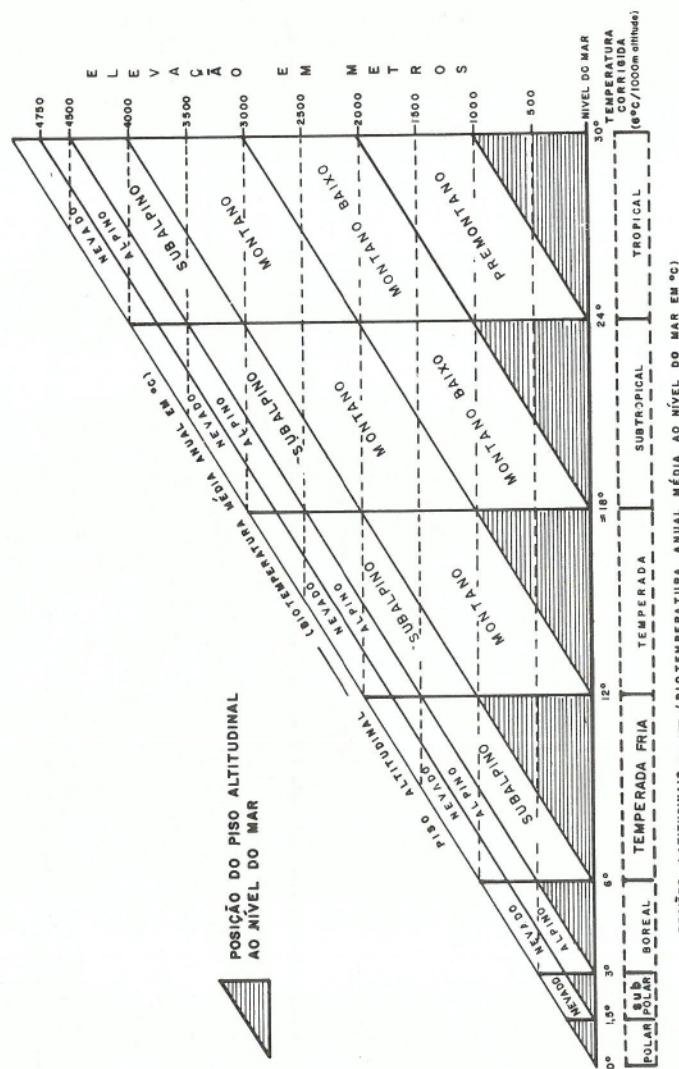


FIGURA 2 - Posição das regiões latitudinais e pisos altitudinais das zonas de vida em relação ao nível do mar, segundo Holdridge (3).

compreendida dentro de cada hexágono, conforme a referida figura. Os pequenos triângulos invertidos existentes entre os hexágonos referem-se a áreas de transição entre duas zonas de vida. O procedimento de se basear em dados quantitativos, segundo o autor é uma tentativa de eliminar a subjetividade, comum em estudos de classificação de ordem ecológica.

Os parâmetros climáticos que determinam a zona de vida são: a biotemperatura anual, a precipitação anual e a relação de evapotranspiração potencial, sendo esta a expressão da umidade do lugar.

Esses parâmetros climáticos, contidos no diagrama, obedecem uma escala de progressão logarítmica, que, segundo observação daquele autor, "para cada mudança unitária na vegetação é necessário que o fator limitante do meio ambiente se sobre", havendo assim uma consonância com o princípio de Mitscherlich.

Por Biotemperatura é chamada a média das temperaturas compreendidas entre zero e 30°C. Esta é uma inovação destacada nesse sistema, e que segundo o seu proponente é a medida mais apropriada para se correlacionar o fator calor com a vegetação. Afirma, ainda, que a maneira mais correta de se determinar a biotemperatura anual é somando as biotemperaturas diárias e dividindo por 365.

Alega ainda HOLDRIDGE (2) que a razão da definição desses dois limites de temperatura é que abaixo de zero grau a atividade fisiológica da planta cessa, enquanto que, acima de 30°C, a respiração aumenta em tal intensidade que o produto líquido da fotossíntese é zero ou até negativo.

A Precipitação Anual em mm é outro fator climático considerado pelo autor do sistema na determinação da zona de vida. Além da precipitação em forma de chuva, podem também ser consideradas precipitações em forma de neve ou granizo. A escala da precipitação, conforme ainda a figura 1, decresce da direita para a esquerda.

O terceiro parâmetro constante do diagrama é a Relação de Evapotranspiração Potencial, como expressão da umidade.

HOLDRIDGE expressa essa relação como a razão entre a evapotranspiração potencial anual e a precipitação anual. A evapotranspiração total anual, por sua vez, pode ser calculada multiplicando-se a biotemperatura anual pelo fator 58,93, o que traz grande simplificação de cálculos em relação à metodologia usual. Esse terceiro fator, embora não participe diretamente na determinação do nome da zona de vida, é uma consequência dos outros dois fatores já comentados.

A projeção dos pontos limites da escala da relação de evapotranspiração potencial sobre a escala da base do triângulo (figura 1), define as Províncias de Umidade. Elas definem, por sua vez, a relação entre a biotemperatura e precipitação.

Havendo um decréscimo de temperatura com um acréscimo de altitude ou de latitude, o diagrama mencionado prevê a possibilidade de correção da temperatura para uma altitude igual a do nível do mar e latitude 0°.

Para designar o nome completo da zona de vida, aquele autor definiu diversas Regiões Latitudinais e Pisos Altitudinais, em função da latitude e altitude do lugar, os quais estão dispostos à esquerda e direita do triângulo, respectivamente. Complementarmente ao uso do diagrama, conforme a figura 1, HOLDRIDGE (2) propôs um outro esquema (figura 2) que indica,

de modo aproximado, os pisos altitudinais em função da altitude e da biotemperatura corrigida.

Entre os limites de Biotemperatura 12 e 24°C, conforme ainda a figura 1, existe a Linha de Geadas, sendo que a incidência deste fenômeno uma ou mais vezes por ano pode determinar a mudança do nome da região latitudinal. A definição da região latitudinal nesta faixa de biotemperatura está condicionada apenas à ocorrência ou não de geada, não sendo levado em consideração qualquer valor de biotemperatura para tal efeito dentro desses limites. Assim, por exemplo, se pelos dados de precipitação e biotemperatura foi definida a zona de vida Bosque Seco Subtropical, o fato da ocorrência de geada leva à denominação de Bosque Seco Temperado.

Todavia, quando a biotemperatura corrigida for maior que 24°C, deve ser observado o quadro 1 para confirmação da região latitudinal (cujo nome, preliminarmente, é dado pela figura 1).

Sabe-se que o decréscimo da temperatura em função do decréscimo da latitude é mais irregular do que em função da altitude. Mesmo assim, o autor desse sistema propõe um modelo teórico, conforme o quadro 1, da localização das classes de regiões latitudinais. Assim, por exemplo, a definição da região latitudinal para a Cidade do México (estaçao 3 do quadro 2) necessitou do concurso do quadro 1, em razão da altitude e latitude do lugar.

QUADRO 1 - Extensões teóricas aproximadas das regiões de vegetação em graus de latitude (2)

Regiões latitudinais	Classes de biotemperatura entre linhas guia, em °C	Classes de latitude
Polar	0 - 1,5	90 - 67°22'
Subpolar	1,5 - 3,0	67°22' - 63°45'
Boreal	3,0 - 6,0	63°45' - 56°30'
Temperado frio	6,0 - 12,0	56°30' - 42°
Temperado	12,0 - 17,0	42° - 27°30'
Subtropical	17,0 - 24,0	27°30' - 13°
Tropical	> 24,0	13° - 0°

4. CONCEITUAÇÃO DE ZONA DE VIDA E ASSOCIAÇÃO SEGUNDO O SISTEMA

A Zona de Vida pode ser entendida como uma primeira categoria de divisão do meio ambiente, estando definida por classes de amplitudes dos fatores climáticos - precipitação, biotemperatura e umidade. Uma zona de vida pode compreender somente uma associação ou até quatro, podendo haver, todavia, várias combinações. A associação, por sua vez, compreende uma divisão mais específica do meio, estando definida por fatores de segunda ordem (2) como: solo, drenagem, topografia, vento, entre outros, os quais podem ser de grande influência local.

É importante lembrar que pelo sistema, uma determinada zona

de vida, e consequentemente a associação, pode ser encontrada em regiões distantes, mesmo em diferentes continentes, não bastando haver apenas coincidência taxonômica. A fisionomia da vegetação deverá ser a mesma, nos diferentes lugares.

Percebe-se que o conceito de associação, aqui, difere daquele usual em que há uma vinculação de um grupo de espécies para cada uma delas.

O nome da zona de vida, conforme ainda o diagrama (figura 1), refere-se aos tipos originais de vegetação em estádio de climax. Isso deve ser considerado, porque mesmo lugares sem vegetação podem ser classificados, bastando, neste caso, recorrer aos dados dos dois parâmetros climáticos básicos. Também, segundo o autor do sistema, em lugares onde o estádio da vegetação original não é climax, e não há dados meteorológicos, pode ser determinada a zona de vida, pois haverá um padrão definido, tanto de ordem fisionômica como biótica. Todavia, sem os dados meteorológicos, essa habilidade só se consegue após certa experiência no campo, onde, conforme menciona HOLDRIDGE (2), "um quadro geral emerge da mente da pessoa", definindo as condições do lugar.

O autor deste sistema define quatro classes de associação: climática, hídrica, atmosférica e edáfica, havendo a possibilidade de combinações. A nomenclatura da associação refere-se à predominância de qualquer dos quatro fatores, na determinação das condições de vida. Segundo ainda o autor do sistema, um pântano, por exemplo, é consequência do fator solo principalmente, correspondendo então a uma associação edáfica.

Atualmente, há uma proposição do autor deste sistema mostrando a possibilidade de se caracterizar quantitativamente uma associação, através de um índice denominado Índice de Complexidade. Este índice é expresso por: $I = 10^{-3} \times \text{altura das árvores dominantes} \times \frac{\text{área basal}}{0,1 \text{ ha}} \times \frac{\text{número de árvores}}{0,1 \text{ ha}} \times \text{número das espécies mais frequentes}$. Quanto menor for o índice de complexidade, tanto menos favoráveis são as condições do meio. Aquele autor menciona ser este índice um significante característico fisionômico florestal.

5. EXEMPLOS DE DETERMINAÇÃO DE ZONAS DE VIDA COM AUXÍLIO DO DIAGRAMA

Em função de dados relativos a altitude, biotemperatura média anual e precipitação anual de algumas localidades, foram determinadas as correspondentes zonas de vida, pisos altitudinais e regiões latitudinais, conforme o quadro 2.

Mesmo não sendo muito diferentes os valores de biotemperatura e precipitação das estações 1 e 2, a diferença de 600 m na altitude determinou uma mudança de região latitudinal, embora correspondam a uma mesma zona de vida. A citação do piso altitudinal da estação 1 pode ser omitida, por ser ao nível do mar. A fisionomia da vegetação deverá ser a mesma nessas duas estações. Verifica-se que a determinação da região latitudinal para a estação 2 foi feita utilizando o esquema, conforme a figura 2, de forma a se proceder a correção segundo a altitude e a biotemperatura corrigida.

Conforme foi mencionado anteriormente, as informações mais detalhadas da área, compreendida pela zona de vida, como por exemplo, sobre o tipo de associação, usos alternativos etc,

QUADRO 2 - Correspondentes zonas de vida, pisos altitudinais e regiões latitudinais de algumas localidades em função da altitude, biotemperatura e precipitação

Nº da estação	Local	Elevação (m)	Biotemperatura média anual (°C)	Precipitação ao nível do mar*	Zona de vida, piso altitudinal e região latitudinal	
1	Santos (Brasil)	23°55'S	0	21,9	2330	Bosque muito úmido, subtropical.
2	Turrialba (C. Rica)	9°50'N	600	22,0	2688	Bosque muito úmido, premontano, tropical.
3	Cidade do México	19°00'N	2310	15,6	29,5	Bosque seco, monte baixo, subtropical.
4	Caracas	10°30'N	1035	20,5	26,7	Bosque seco, premontano, tropical.
5	La Provin- dencia (Ve- nezuela)	10°15'	450	25,0	27,7	Bosque, muito seco, premontano, tropical (transição)
6	(Escócia)	55°00'	5	7,6	600	Bosque úmido, temperado frio.

* Foi considerado haver um decréscimo de 6°C para cada 1000 m de elevação.

somente serão possíveis com uma constatação no campo.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema de classificação ecológica de Holdridge, por ser relativamente recente, pôde ser esquematizado a par do conhecimento das bases dos sistemas de classificação climática ou de vegetação até então publicados.

Seu autor procurou evitar a subjetividade comumente existente na classificação de tipos de vegetação, daí a razão da utilização de parâmetros numéricos na determinação das zonas de vida. Todavia, ao descer a níveis menores, como o das Associações, essa subjetividade não pôde ser totalmente evitada, e continua a requerer do indivíduo certa experiência no conhecimento de certas peculiaridades do lugar, como por exemplo, conhecimento taxonômico, de solo, de morfologia de plantas, entre outros.

O fato de se usar uma amplitude muito grande entre os limites de temperatura e precipitação é apontado por alguns autores como uma das imperfeições do método. Contudo, é reconhecida, por outro lado, a contribuição trazida pelo referido sistema em estudos de ecologia. Assim, conceito como o do uso da escala logarítmica, conceitos de biotemperatura e de linha crítica de geada, são entendidos como inovações na matéria. Também, a conceituação dada à associação vegetal é completamente diferente da usual, não sendo considerada a taxonomia, porém, a morfologia das plantas.

Por último, deve ser mencionado o método prático proposto para a determinação da evapotranspiração potencial anual, onde o valor da biotemperatura é multiplicado pelo fator 58,93.

7. RESUMO

Para se utilizar eficientemente os recursos do meio ambiente é importante conhecer os fatores ecológicos e suas inter-relações. A definição de áreas de condições ecológicas específicas é chamada "zonamento ecológico".

Um sistema, relativamente recente, para classificar regiões ecológicas terrestres foi proposto por Holdridge. Este autor procurou evitar a subjetividade na definição de áreas ecológicas, utilizando dados climáticos quantitativos..

Embora este sistema se baseie, principalmente, na precipitação e biotemperatura, ele também considera fatores fisiográficos, edáficos e a fisionomia da vegetação, sendo considerado de alcance mundial.

Pelo sistema, uma primeira categoria de divisão do meio ambiente é denominada por "zona de vida"; dentro de uma zona de vida pode ocorrer uma ou mais "associações" de plantas. Na identificação de uma associação, a taxonomia das mesmas não é fundamental, mas sim, a sua fisionomia.

O nome da zona de vida é acompanhado pelo nome do piso altitudinal e da região latitudinal, sendo estes encontrados através de quadro e gráficos apropriados.

A consideração de uma grande classe de amplitude em temperaturas e precipitações, entre os limites das zonas de vida às vezes é apontada como uma das imperfeições do sistema.

E reconhecido, por outro lado, que este sistema contribuiu

com inovações para o estudo da ecologia podendo ser apontados como inovações, o uso da escala logarítmica, a introdução do conceito de biotemperatura e de linha de geada e o método prático para a determinação da evapotranspiração potencial.

8. SUMMARY

In order to utilize efficiently environmental resources it is important to understand the ecological factors and their inter-actions. The definition of areas with specific ecological conditions is called ecological zoning.

A relatively recent system for classifying land based ecological regions has been proposed by Holdridge. This author has attempted to avoid subjectivity in defining ecological areas, by utilizing quantitative climatic data.

While this system is based principally on precipitation and bio-temperature, it also takes into consideration physiographic and edafic factors and phisiognomic characteristics of vegetation, and is considered to be of worlowide usefulness.

Using this system the initial category for division of the environment is called "life zone". Within a life zone one or more "associations" of plant may occur. In the identification of such on association physiognomic characteristics are fundamental, and not the taxonomy of the plants involved.

The name of a life zone is accompanied by the name of the latitudinal regions, which are determined by use of apropriate tables and graphs.

The inclusion of a large range in temperature and precipitation within the limits of life zones is considered to be one of the imperfections of the system.

It is recognized, on the other hand, that this system has contributed inovations to the study of ecology, including the use of a logarithmic scale, introduction of the concept of biotemperature and of frost line or critical temperature line, and a practical method for determination of potential evapo-transpiration.

9. LITERATURA CITADA

1. HOLDRIDGE, L.R.Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, New York, 105(2727): 367-368. 1947.
2. HOLDRIDGE, L. R. *Life zone ecology*. San José, Tropical Science Center, 1967. 206 p. mimeo.
3. HUNTER, J.R. Una nueva guia para el planeamiento del uso de la tierra en los tropicos. *Ceiba*, Tegucigalpa, 8(2). 44-70. 1959.