

OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA MODERNA GEOGRAFIA FÍSICA*

A. A. GRIGORIEV

Nota do Tradutor: A.A. Grigoriev, um dos mais importantes geógrafos da ex-URSS (atual CEI) e membro da Academia de Ciências daquele país, é responsável por uma vasta e significativa produção científica na área da Geografia Física. Ele e outros expoentes cientistas russos, como Gerasimov, Afanasiev, Sotchava, Kalesnik e Snytko, formam o que chamamos de "escola russa", que trouxe uma enorme contribuição à sistematização, metodologia e técnicas à moderna Geografia Física. Para estes autores, a Geografia Física se constitui em ciência autônoma que apresenta métodos, linguagem e leis próprias, o que não significa que deixe de integrar o rol das "ciências geográficas".

Este artigo de Grigoriev foi originalmente publicado em Moscou, em russo, e em inglês na edição do "The Interaction of Sciences in the Study of the Earth", em 1968, numa coletânea de contribuições metodológicas em Geociências. Mesmo passados 25 anos de sua publicação original, permanece um artigo atual e relevante.

1 - O Estrato Geográfico da Terra

O estrato geográfico da Terra compreende a crosta, a baixa atmosfera (troposfera e parte da estratosfera), hidrosfera, regolito (manto do solo), cobertura vegetal e reino animal. É uma das camadas básicas da Terra que difere daquelas que se situam abaixo e acima da superfície e na qual se incluem materiais nos três estados agregados. Seu processamento advém de fontes energéticas cósmicas e terrestres (nas outras camadas o processamento é produzido, principalmente, por uma ou por outra); é o único estrato que sustenta a vida, habitat da sociedade humana. Os anos recentes têm sido marcados pela penetração do homem nos limites superiores do estrato geográfico, rumo ao espaço exterior. Atualmente, o homem cava poços profundos com o propósito de penetrar nos limites interiores.

Estudos sobre as partes componentes do estrato geográfico têm revelado que a sua estrutura e evolução são tão profundamente interconectadas e inter-relacionadas que formam um todo inseparável, um peculiar fenômeno

*Traduzido do inglês por João Lima Sant'Anna Neto, Professor do Departamento de Ciências Ambientais, FCT/UNESP/PP.

natural, com leis próprias de estrutura e evolução.

Tendo se originado e evoluído na superfície do planeta, o estrato geográfico tem ligações geneticamente inseparáveis com a superfície da Terra, aberta à radiação solar. Devido à prevaência das condições hidrotérmicas e geoquímicas, o estrato geográfico, que no princípio era desprovido de vida, tornou-se, com o tempo, uma arena para a origem e evolução da vida, que adicionou às suas partes componentes o regolito, a cobertura vegetal e o reino animal. Isso alterou radicalmente sua composição geoquímica, enriquecendo-a com oxigênio (o que é especialmente importante) e muitas outras substâncias.

Os limites do estrato geográfico não são definidos e representam zonas de transição. Assumimos que o limite superior atravessa a estratosfera, até algo próximo à camada de concentração máxima do ozônio, a mais ou menos entre 20 e 25 km acima da superfície. Abaixo, a atmosfera se apresenta num contínuo movimento turbulento devido à sua interação com os continentes e oceanos: acima do limite, estes movimentos desaparecem rapidamente. A radiação solar, de sua parte, perde os excessos letais dos raios ultravioletas ao atravessar a camada de ozônio, e sua composição se aproxima daquela observada na troposfera.

O limite inferior do estrato geográfico não fica muito abaixo da crosta terrestre, em uma camada subcrostral, onde as altas temperaturas e as grandes pressões que agem sobre estas massas tornam-nas mais plásticas do que a crosta, embora ainda exibindo as propriedades de um sólido.

As interações entre os processos tectônicos de formação do relevo na crosta e os processos verificados nas regiões subcrostais, diminuem rapidamente na camada superior destas últimas, por onde passa o limite inferior do estrato geográfico. Ela se situa, aparentemente, um pouco abaixo da camada sísmica de "Mohorovičić", onde as ondas sísmicas longitudinais alteram abruptamente sua velocidade, indicando uma mudança aguda nas propriedades físicas das rochas.

O estrato geográfico apresenta uma estrutura semelhante a uma série de camadas empilhadas, cujos componentes se interpenetram consideravelmente e é caracterizada pelo complexo natural das diferenciações regionais.

Do ponto de vista da energia, ele pode ser dividido em duas camadas: a exterior, onde a energia solar é a principal fonte de calor, e a interior, onde o calor é gerado por decomposição radioativa e processos análogos. O limite entre elas ultrapassa algumas dezenas de metros abaixo da superfície (15 a 30 metros nas zonas moderadas). A parte litosférica do estrato geográfico também pode ser dividida em várias camadas.

2 - A Posição da Geografia Física entre as Ciências

A extrema diversidade de composição e da estrutura do estrato geográfico e as diferenciações e singularidades resultantes dos processos naturais que nelas se realizam, os quais estão em um estado de interação contínua, tornam possível, do ponto de vista filosófico, encarar o movimento característico do estrato geográfico como uma forma especial de movimento de matéria.

Os movimentos do estrato superior de outros planetas do tipo da Terra (Vênus, Marte, etc.) também são formas especiais de movimento, cada qual possuindo características próprias. Há, sem dúvida, muitos planetas desse tipo no universo.

Foi Frederick Engels que escreveu, referindo-se à classificação das ciências naturais, que cada ciência "analisa uma simples forma de movimento, ou uma série de formas de movimento que são comuns entre si e que passam de uma para outra". Engels assim discriminava as ciências que tratam de uma única forma de movimento, daquelas que estudam as leis que governam várias combinações de formas. A este último grupo, pertence a Geografia Física.

A combinação natural de um número de formas de movimento no estrato geográfico, constitui uma forma complexa e específica - geográfica - de movimento de matéria. A característica peculiar do estrato geográfico, acima mencionada, e a complexa forma de movimento que a caracteriza, assim como a ampla distribuição de fenômenos análogos através do universo, permite-nos enquadrar a Geografia Física entre as poucas ciências naturais fundamentais.

3 - O Sistema de Disciplinas Físico-Geográficas e seu Relacionamento Interno e Externo.

Como os demais setores fundamentais das ciências naturais a Geografia Física diferenciou, em seu processo de desenvolvimento, várias disciplinas intimamente relacionadas, que constituem o crescente e complexo sistema das ciências físico-geográficas (ver nota no final do texto). Este sistema compreende a Geografia Física propriamente dita e um certo número de ciências especializadas.

A Geografia Física divide-se em Geografia Geral e Geografia Regional. A primeira estuda os problemas físico-geográficos no geral, como as leis gerais

da estrutura, composição, dinâmica, desenvolvimento e diferenciações territoriais (a divisão do extrato externo da Terra em regiões naturais), seus relacionamentos internos e externos e a utilização prática de suas leis. A Geografia Física regional, também conhecida como "corográfica", trata das leis naturais, mas em suas manifestações locais em diferentes regiões naturais.

Outro setor distinto da Geografia Física é a paleogeografia, incluindo a Geografia Física histórica, que estuda a estrutura e evolução do estrato geográfico no passado geológico e histórico (tanto a Terra como um todo, como as regiões individualmente).

As categorias de leis naturais já mencionadas são tão íntimas e inseparavelmente inter-relacionadas, que é inútil tentar estudá-las isoladamente. Isto significa que devemos estudar a Geografia Física geral e regional juntamente com a paleogeografia e a Geografia Física histórica, como divisões inseparáveis da própria Geografia Física.

Assim como é impossível estudar o todo sem compreender suas partes, a Geografia Física geral permanece necessariamente, no campo das ciências físico-geográficas especializadas.

As principais ciências físico-geográficas especializadas, são: geomorfologia, climatologia, oceanografia, hidrologia, geopedologia, geobotânica, zoogeografia, glaciologia e geocriologia. Seus objetivos básicos são os estudos dos componentes individuais do estrato geográfico, como partes de um todo, não isoladamente como eles são tratados por outras ciências próximas (como a física da litosfera na geologia, a física da atmosfera na meteorologia, a taxonomia das plantas e animais na biologia e assim por diante).

Cada uma dessas ciências especializadas da Geografia Física estuda as leis que governam a estrutura e a evolução de componentes individuais do estrato geográfico em seu íntimo relacionamento com os demais componentes. Elas procedem, por sua vez, das leis estudadas pela própria Geografia Física, já que estas leis (por exemplo, a lei da regionalização, a lei da reciprocidade de componentes, a lei da troca de energia e matéria entre as partes do estrato geográfico) abarcam todos os componentes do estrato geográfico, embora, naturalmente, manifestando-se através de diferentes formas. Estas são as bases da inseparável conexão entre as ciências especializadas da Geografia Física e a Geografia Física propriamente dita.

A Geografia Física geral e suas ciências especializadas fornecem um suporte a um número de setores adjacentes das naturais (geologia, geoquímica, geofísica, biologia, bioquímica e várias outras) e vice-versa. Sua íntima ligação

produz ciências limítrofes que gravitam no sistema físico-geográfico de ciências⁽¹⁾

4 - Os Fundamentos Teóricos das Ciências Físico-Geográficas

A Geografia Física, como se apresenta hoje, começou a tomar forma na virada do século, quando V.V. DOKUCHAYEV enunciou duas leis físico-geográficas fundamentais: 1 - a lei de um ambiente geográfico integral e contínuo, isto é, a mútua interdependência de todas as suas partes componentes (litosfera, baixa atmosfera, hidrosfera, regolito e biosfera); 2 - a lei das áreas geográficas.

Ao postular a integridade e a indivisibilidade do ambiente geográfico, DOKUCHAYEV deixou de definir os processos naturais específicos que formam as bases do desenvolvimento integrado de seus componentes. Mais tarde, o mesmo autor demonstrou que as interconexões, interações e inter-relações entre os componentes do estrato geográfico da Terra são todas baseadas em um intercâmbio de matéria e energia entre si, e entre o estrato geográfico e os elementos do universo, especialmente a radiação solar, de um lado, e as massas sub-crostais com suas fontes de energia, de outro.

Para chegar a estas conclusões, o autor se baseou, em muitos aspectos, nas pesquisas de V.I. VERNADSKY, que demonstrou, principalmente no

(1) Nota do Tradutor: Tanto GRIGORIEV quanto AFANASIEV, entendem por "sistemas de ciências", uma combinação de ciências estreitamente relacionadas, que estudam leis similares. Por outro lado, os mesmos autores, distinguem estes "sistemas de ciências" de "complexo de ciências" que significaria uma estreita combinação de ciências afins, que estudam diferentes categorias de leis.

Dela surgiram novas disciplinas, como a geografia química (ou geoquímica topográfica), a escola geofísica da Geografia Física, etc.

A Geografia Física está intimamente relacionada com a Geografia Econômica e seus ramos, à medida que: a) a economia tem que desenvolver condições naturais específicas que a afetam de uma maneira ou de outra; b) a exploração de recursos naturais é parte essencial da produção; e c) a produção social está relacionada com a transformação da natureza espontânea ou planejada, para assegurar, na medida do possível, a reprodução de recursos.

Por estas razões, o estrato geográfico só pode ser estudado com êxito, quando os efeitos do modo de produção da sociedade humana na natureza são plenamente levados em conta. Cada uma das ciências geográficas (a geografia física, a econômica) recorre a métodos específicos de investigação. Comum a todas elas, é que elas devem partir da noção do estrato geográfico como entidade estruturalmente complexa.

aspecto geoquímico, a extraordinária importância do intercâmbio de matéria e energia entre os diferentes componentes da biosfera, especialmente entre matérias vivas e inanimadas e, de outro lado, entre a Terra e o universo.

5 - Intercâmbio de Matéria e Energia e seu Papel na Evolução do Estrato Geográfico e do Universo

O intercâmbio de energia e matéria entre os componentes do estrato geográfico está construído sobre uma inseparável relação, mas os processos de entrada e saída de matéria e energia, e sua assimilação e dissimilação, são contraditórios. No decurso deste intercâmbio, uma parte de matéria e energia de um componente está sendo continuamente transferida para outros componentes. Um tipo de energia sendo transformada em outra. Ao mesmo tempo, a composição de substâncias dos componentes, se altera em virtude da assimilação por outros componentes, e a massa básica de cada um se altera, sob a ação de longa duração de substâncias de outros componentes (no curso das interações físicas e químicas e, em casos específicos, bioquímicas e biofísicas).

Regra geral, tais mudanças no decorrer da evolução de nosso planeta tendem a tornar mais complexa a composição e estrutura dos componentes do estrato geográfico. Isto complica, inevitavelmente, o processamento do intercâmbio de matéria e energia entre os componentes, assim como entre a esfera geográfica e o mundo exterior. Nessas reações geoquímicas e bioquímicas, outros processos naturais se desenvolvem no estrato geográfico, o que, definitivamente, leva a outras complicações de sua estrutura e composição.

Estas complicações se desenvolvem em períodos de tempo geológico e se manifestam através de variadas formas. A estrutura geológica da crosta torna-se mais complexa. Novos e mais organizados tipos de plantas aparecem, o que produz novos e mais complexos compostos orgânicos; surgem novas e mais organizadas espécies de animais cuja atividade de vida estava, frequentemente, relacionada com os novos tipos de plantas. A introdução no solo de novos tipos de compostos orgânicos e minero-orgânicos até então inexistentes, produzidos pelos novos tipos de plantas, resultam na formação de novos topos de regolitos. O seu surgimento altera e complica a composição química das águas continentais e, conseqüentemente, das oceânicas, nas quais também aparecem organismos marinhos mais organizados.

Todas estas alterações na composição de componentes bióticos, assim como na hidrosfera, têm um efeito importante na composição da atmosfera,

também na direção de sua complexidade. Processos de maior complexidade na composição e estrutura do estrato geográfico caminham lado a lado com processos de natureza oposta (morte, degeneração, etc), como um componente essencial do processo de desenvolvimento, mas sem desempenhar um papel dominante.

Assim, o processo de intercâmbio de matéria e energia entre os componentes do estrato geográfico resulta geralmente na complexidade crescente de suas composições e estruturas, desse modo, condicionando sua evolução do simples para o complexo, do inferior para o superior, isto é, de acordo com uma das leis fundamentais do materialismo dialético.

A força motriz por trás dessa evolução do estrato geográfico é a unidade de todo um sistema de processos, de interações contraditórias em contínua expansão, unidade de um processo fundamental, inseparável, de direção contraditória de fluxo e influxo de matéria e energia, sua assimilação e dessimilação, bem como de seus processos resultantes.

Esse raciocínio reforça a idéia de que o intercâmbio de matéria e energia é uma força motriz primária da evolução, não apenas nas divisões externas dos planetas do tipo da Terra, mas no corpo cósmico em geral. As últimas concepções sobre a origem e evolução de "associações estelares" e outras entidades cósmicas parecem falar em favor dela.

6 - A Lei Periódica das Áreas Geográficas e as Diferenciações da Geosfera nas Regiões Naturais

A lei da regionalização geográfica tem por base uma diferenciação natural muito complexa do estrato geográfico da Terra verificada nas regiões naturais caracterizadas por aspectos específicos, cuja evolução depende de sua localização geográfica na face da Terra.

As maiores regiões naturais básicas são as zonas geográficas, que são subdivididas em "setores" ou "províncias", que por seu turno subdividem-se em áreas geográficas. As zonas e províncias naturais incluem tanto planícies quanto montanhas, embora as áreas naturais se confinem às planícies. Nas montanhas, seu lugar é tomado por cinturões verticais. Planícies e montanhas muito extensas que cortam várias zonas geográficas são geralmente chamadas de "domínios" geográficas naturais. A divisão de continentes em zonas é baseada principalmente nas diferenças das condições de radiação na superfície. Divisões em províncias e áreas baseiam-se nas diferenças das taxas de balanço anual de

radiação na superfície e no total anual de precipitação. Os cinturões climáticos verticais nas montanhas variam, dependendo das mudanças verticais das condições hidrotérmicas análogas às que servem de base à regionalização horizontal. Os sistemas de regionalização vertical nas montanhas combinam naturalmente com as áreas horizontais ao pé das montanhas.

As áreas geográficas são geralmente bastante extensas. As mais típicas delas são alongadas, e suas características externas usualmente determinadas pela natureza da vegetação, da qual deriva comumente seu nome. Áreas geográficas encerram paisagens geográficas que se agrupam de diferentes modos. Estes grupos são os mais diversificados e de estrutura mais complexa do estrato geográfico de uma dada área.

Paisagens geográficas, que em última análise constituem o sistema integrado de regiões naturais de planícies e montanhas, são manifestações locais das leis gerais físico-geográficas associadas às características locais do relevo, da litologia, meso e microclima, do regolito e outros fatores semelhantes. As paisagens se desenvolveram como resultado de interações das dinâmicas da camada externa do estrato geográfico e sua camada subterrânea.

Um estudo comparativo das áreas geográficas da Terra revela que elas constituem um sistema natural, baseado em alterações no índice anual de radiação na superfície em territórios intimamente interligados (que pouco diferem, apenas no índice de radiação no período vegetativo), no total anual das precipitações e nas proporções entre o nível de radiação e as precipitações anuais, expressas em termos de unidades de calor, isto é, calorías necessárias para a evaporação da pluviosidade anual.

Essa razão R/Lr , onde R é o total anual de radiação superficial, L é o calor latente de evaporação e r as precipitações totais anuais, tem sido chamada de "índice de aridez de radiação".

As investigações revelam que as fronteiras das áreas geográficas possuem íntimas relações com o índice de aridez da radiação e com o total de radiação superficial. As relações desses parâmetros com as características do regime hidrológico, da cobertura vegetal e do regolito para toda a superfície terrestre do globo foram estabelecidas e estudadas.

Uma comparação de dados da distribuição geográfica da radiação total e das precipitações com a geobotânica mundial e mapas do solo, confirma que, para cada zona latitudinal, observou-se uma correspondência definida entre as fronteiras de áreas naturais e as faixas de índice de aridez da radiação. Ao mesmo tempo descobriu-se que idênticos índices de aridez da radiação em diferentes zonas latitudinais correspondem a áreas naturais que mostram marcante similaridade no que diz respeito a certos aspectos importantes. Em

consequência, indo de uma zona latitudinal para outra (o que corresponde a mudanças no balanço de radiação, isto é, nas bases da energia térmica de processos naturais) através de áreas naturais correspondentes a mudanças nas condições de umidade, semelhantes aspectos ocorrem periodicamente ao lado de diferenças devidas a mudanças nas condições de energia térmica.

Uma representação esquemática generalizada da lei periódica de regionalização é apresentada no Quadro I. Dele podem-se tirar certas conclusões teóricas; notadamente, todas as graduações da umidade são caracterizadas por mudanças não apenas no tipo, mas também na produtividade da cobertura vegetal e produção de material biológico. Além do mais, cada coluna do Quadro corresponde a uma sequência definida de mudanças nos tipos de solos, os quais possuem aspectos apreciavelmente semelhantes em uma mesma coluna.

Dados disponíveis dão base suficiente para encarar (de acordo com o esquema acima) a sequência periódica de áreas como uma lei geral abarcando os ambientes geográficos como um todo e a maioria expressiva dos processos físico-geográficos fundamentais (ver Quadro I).

O Quadro de áreas geográficas indica que o grau de intensidade dos processos físicos-geográficos e a produtividade correspondente dos componentes bióticos, é o de mais alto valor para o balanço anual da radiação superficial e de melhor avaliação para a unidade do índice de aridez da radiação, quando a umidade do solo é ótima para o desenvolvimento da cobertura vegetal. Assim, para um índice de aridez de 0,8 a 1 na sub-área de florestas decíduas da zona temperada, o incremento anual da cobertura vegetal natural acima do solo é de aproximadamente 5,6 toneladas métricas de matéria vegetal seca por hectare, enquanto na floresta tropical de áreas alagadas, é de 40 a 50 toneladas por hectare.

Com uma redução no índice de aridez, por um aumento excessivo da umidade no solo (para 0,45 e menos), assim como um fator que eleva a aridez pela maior deficiência de umidade (3 ou mais), o rendimento da cobertura vegetal natural cai para 0,4 toneladas por hectare na região semi-desértica do Ártico ou nos desertos semi-arbustivos da zona temperada, ou ainda menor nos desertos tropicais e subtropicais.

Todos os dados apresentados confirmam que existe uma unidade interna da estrutura e desenvolvimento da camada exterior do estrato geográfico, que se estende por todas as áreas; ao mesmo tempo, confirmam a unidade de todas as regiões naturais que as constituem, por maior que sejam suas diferenças superficiais.

Descobriu-se, recentemente, que a produtividade da cobertura vegetal natural é maior onde os solos recebem um suprimento ótimo de água, isto é, onde o regime de água assegura ao solo uma quantidade suficiente de umidade na maior parte do ano, para que a transpiração da cobertura vegetal se processe continuamente, enquanto que, ao mesmo tempo, a quantidade de água não seja tão grande a ponto de impedir o curso normal do processo de aeração do solo.

As investigações revelam que tal regime de umidade do solo contribui para a fotossíntese e assegura a remoção rápida e completa de assimiladores oriundos das folhas, acumulação que retarda o funcionamento da clorofila. Tudo isto é de grande valor tanto prático quanto teórico, na medida em que revela a essência do mecanismo natural que opera na cobertura vegetal e pode ser usado para incrementar a produtividade da vida tanto da planta natural quanto da cultivada.

Duas importantes conclusões podem ser tiradas das leis de estruturas diárias e da diferenciação territorial da geosfera: 1. dando mais ou menos valores similares de calor da radiação, o grau de saturação do estrato geográfico, devido à umidade e aos componentes biológicos, a diversidade de sua dinâmica e composição é tanto maior quanto mais próximo da unidade, o índice de aridez (tendo-se em conta o passado geológico da região); 2. dando mais ou menos valores similares ao índice de radiação das regiões áridas (com raras exceções), o grau de saturação é maior quanto maior o balanço anual de radiação da superfície terrestre, também levando-se em conta o passado geológico.

7 - As Ciências Físico-geográficas e os Requisitos Práticos

O tema e as tarefas das ciências físico-geográficas, acima mencionados, revela que, como regra, elas investigam os fenômenos naturais de considerável importância para a expansão da produção. Elas estudam leis, conhecimentos e utilizações para a solução correta de muitos problemas práticos. Esta aplicabilidade prática tem sido sempre de especial importância para o desenvolvimento das ciências geográficas.

Ao mesmo tempo, seu valor prático cresce à medida que elas se desenvolvem. Seu papel, em particular, é especialmente grande nos países socialistas em condições de economia planificada e exploração e desenvolvimento planejado dos recursos naturais, na utilização de terras aráveis, técnicas agrônomicas diferenciadas, no combate à erosão e solos áridos, no desenvolvimento da irrigação e suprimento de água em regiões secas, etc.; na

projeção de usinas hidrelétricas e na previsão das alterações de longo alcance na natureza e no desenvolvimento econômico de áreas circunvizinhas, na implantação de ferrovias, rodovias, oleodutos e gasodutos e na construção de aeroportos em condições naturais adversas; na construção de sistemas de irrigação, de estruturas de melhoria das terras e canais de navegação; no estudo de problemas da silvicultura, pesca, caça, elaboração de métodos de prospecção mineral, etc.

Os planos de desenvolvimento econômico traçados pelo Programa do Partido Comunista da União Soviética exigem, além de uma íntima cooperação entre as ciências geográficas e a indústria, estudos mais detalhados das leis geográficas necessárias para a solução correta, em primeiro lugar, de problemas ligados à eficiente localização geográfica das forças produtivas, à utilização mais eficiente dos recursos naturais tendo em conta sua preservação e reprodução, e mudanças planejadas das condições naturais. Uma parte importante disso é o trabalho direcionado para a alteração das condições climáticas.

Somando os avanços da geografia física dos últimos vinte anos, pode-se notar que ela tem mudado de ciência caracterizadamente descritiva e cognitiva, para uma ciência amplamente experimental e transformadora, essencial para a alteração proposital das condições naturais para benefício da economia e da sociedade.

Hoje, o principal objetivo da geografia em todo o mundo, como apontou I.P. Gerasimov, não é tanto "facilitar o pioneirismo em novas terras e recursos naturais", como aconteceu até recentemente, mas principalmente "proporcionar um serviço científico ao maior trabalho do homem dedicado à utilização diversificada, e ainda mais intensiva dos recursos naturais já descobertos e da transformação da natureza e da economia das regiões e países já desenvolvidos".

Investigar esses problemas, examinar os índices quantitativos pertinentes à dinâmica e ao balanço de matéria e energia, empregando métodos desenvolvidos pela cibernética é de fundamental importância.

QUADRO I QUADRO DAS ÁREAS GEOGRÁFICAS

ENERGIA TÉRMICA BÁSICA	ABAIXO DE 0	CONDIÇÕES DE UMIDADE				ÍNDICE DE ARIDEZ DA RADIAÇÃO			
		0	1	2	3	1	2	3	MAIS DE 3
BALANÇO DE RADIAÇÃO	EXTREMA- ENTE EXCESSIVA	UMIDADE	EXCESSIVA	UMIDADE	UMIDADE	UMIDADE	UMIDADE	UMIDADE	UMIDADE
		0 - 1/5	1/5-2/5	2/5-3/5	3/5-4/5	4/5 - 1	INSUFIC.	CIENTE	INSUFIC.
ABAIXO DE 0 BAIXAS LATIT.	NEVE ETERNA	---	---	---	---	---	---	---	---
0-50 kcal/cm ² por ano		DESERTO ARTICO	TUNDRA	TAIGA	TAIGA	FLORESTAS DECÍDUAS	ESTEPE	ZONA DOS	ZONA DOS
SUDESTE ÁRTICO		(com man- chas de	(nas né- cias e	(ao sul)				SEMI DESERTOS	DESERTOS
SUB-ÁRTICO E MÉDIAS LATITUDES			florestas altas la- titudes)	FLORESTAS	BOSQUES COM ESTEPE			DESERTOS MODERADOS	MODERADOS
50-70 kcal/cm ² por ano			REGIÃO DAS FLORESTAS	BOSQUES E MATAS SUB- TROPICAIS	FLORESTAS PLUVIAIS	FLORESTAS PLUVIAIS	ESTEPE	SEMI DESERTOS	DESERTOS SUB- TROPICAIS
LATITUDES SUB-TROPICAIS									
MAIS DE 70 kcal/cm ² por ano			FLORESTAS	FLORESTAS	FLORESTAS	FLORESTAS	SAVANAS	ÁREAS TROPICAIS	DESERTOS TROPICAIS
BAIXAS LATITUDES (EQUATORIAL E TROPICAL)			EM REGIÃO SUPER ÚMIDA E ALAGADA	EM REGIÃO MUITO ÚMIDA	EM REGIÃO ÚMIDA	transição FLORESTAS	CAMPOS CERRADOS	ÁRIDAS E SAVANAS	DESERTI- FICADAS