

## NOSSOS CLÁSSICOS | GEOGRAFIA E ECOLOGIA<sup>1</sup>

**Viktor Borisovich Sochava**

**Tradução**

**Thiago Manhães Cabral<sup>2</sup>**

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Campinas, SP, Brasil

**Raul Reis Amorim<sup>3</sup>**

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Campinas, SP, Brasil

Enviado em 15 jul. 2023 | Aceito em 15 mai. 2023

### I. Aspectos ecológicos em Geografia

Diferentes aspectos da Geografia têm desempenhado um papel decisivo em vários estágios de seu desenvolvimento. Isso dependeu das necessidades de um período particular e correspondeu, simultaneamente, à lógica de desenvolvimento da ciência geográfica. Desde meados dos anos 1950, aspectos ecológicos passaram a ocupar o primeiro plano. Eles têm se tornado cada vez mais importantes, e pode assumir-se que a abordagem ecológica para a resolução de problemas geográficos interdisciplinares manterá sua atualidade pelo menos até o fim do presente século.

---

1 Artigo traduzido da versão original em inglês: Sochava, V. B. *Geography and Ecology*. Leningrado: *Soviet Geography*, v. 12, n. 5, 1971, reproduzido *on line* por Routledge, Taylor & Francis Group, Londres, 2014. Atualmente a revista *Soviet Geography* é denominada *Eastern Geography and Economics* e o artigo pode ser encontrado em sua publicação *on line* em <https://www.tandfonline.com/toc/rege17/12/5?nav=toCList>. Tradução: Thiago Manhaes Cabral e Raul Reis Amorim. Revisão técnica: Rogério Haesbaert. Em número anterior da revista *GEOgraphia* (v.17, n. 33, em 2015) há outra tradução do autor e breve apresentação: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13704>. Neste texto manteve-se a estrutura original com as referências bibliográficas numeradas de 1 a 39 e elencadas com essa numeração no item "VIII – Referências", ao final.

2 Doutor em Geografia - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Colaborador do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Professor da Prefeitura Municipal de Vinhedo e Professor da Prefeitura Municipal de Ilhabela. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1384-8740>. E-mail: [thiagomanhaescabral@gmail.com](mailto:thiagomanhaescabral@gmail.com)

3 Doutor em Geografia - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Livre Docente na área de Geografia - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Professor Associado I do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Campinas. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7358-6696>. E-mail: [raulreis@unicamp.br](mailto:raulreis@unicamp.br)

Deve ficar claro que por Geografia não queremos dizer uma associação das ciências geográficas como um todo, mas apenas a sua linha central, preocupada com problemas interdisciplinares da interação entre sociedade e particularidades espaciais do ambiente físico. Tratamos Ecologia como uma disciplina biológica preocupada com a estrutura e as funções dos sistemas ecológicos em todos os níveis.

As ligações entre Ecologia e Geografia vão longe no passado, e não pretendemos rever toda a história dessa relação. Mas pode ser útil assinalar alguns dos marcos dessa história ao longo dos últimos 50 anos.

O aspecto ecológico começou a chamar atenção dos geógrafos no começo dos anos 1920. Em seu discurso presidencial à Associação Americana de Geógrafos em 1922, intitulada “Geografia como Ecologia Humana”, Harlan H. Barrows [22] propôs uma tarefa bastante original no conceito para sua época: estudar a interação entre homem e território. No princípio, sua proposta não recebeu a reação que merecia. Os geógrafos do seu tempo não tinham formação suficiente em Biologia para implementar suas ideias. Esse problema foi ainda agravado pelos sociólogos burgueses com suas interpretações inaceitáveis da Ecologia Humana e uma visão imprecisa da sua relação com as ciências sociais.

Foi aproximadamente nessa época que K. D. Glinka [5] e mais tarde L. S. Berg [3] sugeriram que os princípios de Dokuchayev de estudo do ambiente natural poderiam ser aplicáveis à Geografia da Paisagem. Graças aos seus esforços, a ciência da paisagem começou a desenvolver novos caminhos, dando origem a uma nova área de pesquisa que Troll [35], ao final da década de 1930, denominou Ecologia da Paisagem.

Também ao final dos anos 1930, V. N. Sukachev formulou o conceito da geocenose [16], que viria a ser a base para sua teoria da biogeocenose. Isso desempenhou um papel chave na aproximação dos pontos de vista ecológico e geográfico. [17]

Geógrafos americanos e britânicos voltaram várias vezes à fórmula da “Geografia como Ecologia Humana” entre as décadas de 1930 e 1960. Uma coletânea de artigos escrita por geógrafos da Universidade de Leeds [26] e publicada em 1966 usou a formulação de Barrows como título e aborda-a num nível atualizado. O livro foi bem recebido no exterior, embora muitos expressassem dúvidas, e com toda razão, sobre se a Ecologia Humana seria uma área de pesquisa exclusiva dos geógrafos.

Uma aproximação entre os pontos de vista geográfico e ecológico está sendo fomentada pela abordagem sistêmica do ambiente geográfico. A esse respeito, os ecólogos haviam aberto caminho. A. G. Tansley [34] lançou as bases para a teoria do ecossistema. Esse termo há muito tem sido interpretado como um conceito designativo da interação da natureza viva com os fatores que determinam sua existência. Mas Tansley tinha em mente uma organização e relação funcional bem definidas entre os componentes do ecossistema, que ele via quase como um organismo. Essa interpretação foi aprofundada por muitos ecólogos americanos e britânicos.

A teoria do ecossistema ofereceu a base para novas ideias em Ecologia Humana, particularmente em conexão com a adaptação do homem a novos ambientes. O efeito de componentes específicos do ambiente sobre o organismo humano e a psique tem sido por muito tempo tema de investigação, mas o efeito conjunto e integrado de todos os componentes da paisagem natural tornou-se claro somente depois que a teoria do ecossistema havia sido formulada. O aspecto biológico dessa questão tem sido elaborado por J. S. Weiner [20], mas o aspecto geográfico não tem recebido atenção suficiente. O conceito de ambiente geográfico como uma hierarquia de um tipo particular de sistemas (geossistemas) surgiu mais tarde. O conceito de geossistema contém muita coisa relacionada à ciência da paisagem, e ajuda a aproximar Geografia

e Ecologia. Vemos, agora, que há diferentes aspectos ecológicos, cada um tendo significado fundamental e aplicado. Dois podem ser mais claramente definidos: Ecologia da Paisagem e Ecologia Humana. Ambas estão inter-relacionadas e podem ser vistas como níveis analíticos do que é essencialmente uma única investigação geográfica da Terra.

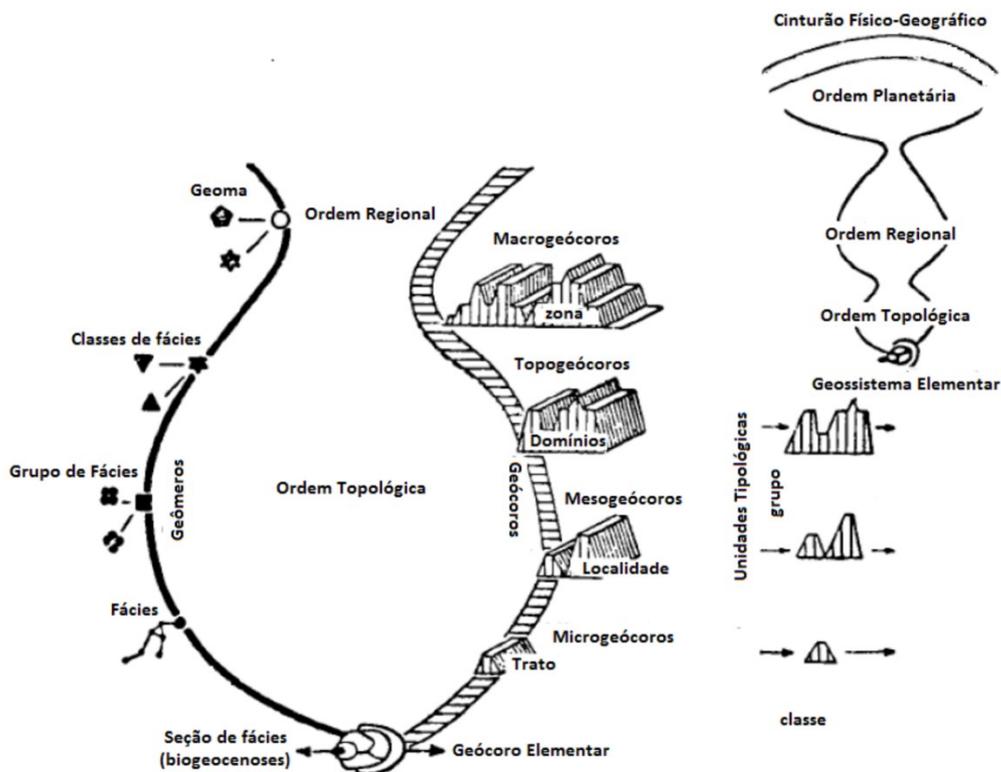
## II. Conceitos planetários, regionais e topológicos em Geografia e Ecologia

Os geógrafos tradicionalmente têm se interessado principalmente pelo estudo de grandes regiões. Até há relativamente pouco tempo, áreas muito pequenas não eram consideradas por alguns estudiosos como do campo de estudo da Geografia. A atenção dos ecólogos, por outro lado, estava focalizada precisamente sobre biocenoses específicas e geossistemas elementares. Problemas ecológicos de uma escala regional mais ampla eram geralmente deixados para a Biogeografia. Contudo, mudanças significativas têm tomado lugar nestes últimos 15 a 20 anos, à medida que Geografia e Ecologia têm se tornado mais próximas.

A atenção da pesquisa geográfica integrada na URSS e em alguns países estrangeiros (Alemanha Oriental, Polônia e Alemanha Ocidental) tem sido centralizada cada vez mais na pequena unidade da paisagem conhecida com fácies físico-geográficas. Os ecólogos, por sua vez, têm dado mais atenção aos problemas do ecossistema planetário e aos biomas e biócoros numa escala regional mais ampla.

Como exemplo, podemos citar o trabalho feito pelo ecólogo soviético V. N. Beklemishev. Em um dos seus artigos recentes [2], ele afirmou que a vida foi organizada numa escala planetária e que todos os seres vivos eram partes de um composto gigante: o manto vivo da Terra. O homem, de acordo com Beklemishev, é parte desse manto, introduzindo nele a sua própria organização, incluindo as instalações criadas por ele (casas, fábricas, comunicações), que são vistas pelo autor como “estruturas inanimadas” do manto vivo e suas biocenoses constitutivas ou comunidades biológicas. Essa formulação de Beklemishev representa uma tentativa de encontrar novas soluções e reflete uma tendência da pesquisa ecológica moderna de gradualmente abranger todo à camada *[shell]* geográfica da Terra. O ecólogo, como o geógrafo, estuda a camada *[shell]* ou manto em três níveis interligados: o planetário, o regional e o topológico (Fig. 1). Tanto na Ecologia quanto na Geografia, o objeto de estudo seriam as mesmas subdivisões do ambiente natural. A biosfera é equivalente à camada *[shell]* geográfica e tem a mesma extensão vertical. Subdivisões ecológicas e geográfico-paisagísticas regionais, embora mais limitadas em extensão vertical, desenvolvem-se no mesmo contexto *[background]* planetário. As unidades regionais, por sua vez, constituem o fundo *[background]* para os geossistemas topológicos, cuja extensão vertical não pode ser superior a algumas dezenas de metros. Apesar dessa divisão para fins de estudo, no entanto, toda a espessura da biosfera, ou camada *[shell]* geográfica, tem significado ecológico. Biogeocenoses não podem ser divorciadas do contexto em que se desenvolvem.

Figura 1 – Os níveis planetário, regional e topológico de estudos em Geografia e Ecologia



O contexto [background] ecológico planetário (incluindo a troposfera) é representado por diversas variações regionais (*oblasts*<sup>4</sup>, zonas e províncias naturais). Contextos regionais, mais limitados em extensão vertical, incluem um número de subdivisões topológicas abaixo dos ecossistemas elementares. Para fins especiais, os componentes animais e vegetais da biosfera podem, é claro, ser investigados separadamente dentro dos seus respectivos ecossistemas globais (a fitogeosfera, a esfera da vida [vitasphere] ou sejam quais forem os outros termos usados), mas o objeto de estudo do ecólogo (e, portanto, do geobotânico e do geozoólogo) é a biosfera planetária como um todo com seus sistemas regionais e topológicos subordinados.

A extensão do conceito ecológico a toda a biosfera e camada [shell] paisagística da Terra, assim como a aplicação da abordagem geográfica composta para as menores unidades do ambiente natural, são essenciais para o estudo bem-sucedido e a otimização do ambiente geográfico da sociedade humana.

Os conceitos planetário, regional e topológico em Geografia e Ecologia, como resulta do exposto, estão intimamente interligados, mas ao mesmo tempo, até certo ponto, mantêm sua autonomia. Observações poderiam sugerir que parâmetros climáticos (temperatura e umidade, bem como balanços [budgets] de radiação e calor e, ainda, os índices de aridez) tendem a variar em seu significado ecológico em diferentes partes da Terra. Segue que o clima, como um fator da Ecologia Humana, deve ser investigado no nível regional, ao invés do planetário. Os chamados problemas

<sup>4</sup> Divisões administrativas regionais em países eslavos, especialmente Rússia e antiga União Soviética, incluindo algumas de suas antigas repúblicas. (N.T.)

clímatofisiológicos da Ecologia Humana estariam, assim, baseados numa concepção regional, e não planetária. O mesmo aplica-se para o uso dos parâmetros geofísicos em agroclimatologia.

Além disso, pesquisas em estações de campo na taiga siberiana mostraram [21] que fácies da paisagem estruturalmente equivalentes podem se desenvolver em diferentes subzonas da taiga, confirmando, assim, a existência de uma certa autonomia também em nível topológico. Essa autonomia topológica não apenas complementa, mas em alguns casos introduz um elemento corretivo no conceito regional. Todas essas questões são de importância prática definitiva na organização de um território.

### III. Ecologia da Paisagem e teoria dos geossistemas

A Ecologia da Paisagem, tal como interpretada por autores alemães (por exemplo, Ernst Neef), tem como objeto o estudo do “balanço natural [*natural budget*]<sup>5</sup> de uma região” [9], que, por sua vez, requer o cálculo dos balanços [*budgets*] de massa e energia. Uma das tarefas da Ecologia da Paisagem é a determinação dos balanços [*budget*] da paisagem e dos princípios do funcionamento ecológico dos geossistemas. Num sentido mais amplo, isso exigiria a investigação de todo o mecanismo de geossistemas, em cuja estrutura o componente biótico e as conexões ecológico-geográficas de controle desempenham indubitavelmente um papel chave. Numa tentativa de chegar a uma melhor formulação, Troll [36] e diversos outros autores têm usado recentemente o termo “Geoecologia”, que se supõe substituir “Ciência da Paisagem” e, simultaneamente, refletir a orientação ecológica da disciplina.

Parece-nos que Ciência da Paisagem, Ecologia da Paisagem e Geoecologia poderiam todas ser reduzidas à teoria do geossistema, que seria tratada como a categoria ecológico-paisagística. Nesse sentido, Neef está totalmente correto [9] ao afirmar que para onde quer que a pesquisa da paisagem esteja sendo impelida, existe uma necessidade crescente de abordagens baseadas na teoria dos sistemas. Isso tem sido confirmado pela experiência em pesquisa da paisagem em estações de campo do Instituto de Geografia de Irkutsk, onde a necessidade de técnicas para o estudo de sistemas tem sido sentida desde o início da década de 1960.

A identificação dos geossistemas em todos os níveis, com a devida consideração por seu conteúdo ecológico, é essencial para o uso ótimo da superfície terrestre. Referimo-nos aqui aos sistemas homogêneos (geômeros) e heterogêneos (geócoros), que foram discutidos em publicações recentes [14, 18]. Geômeros e géócoros representam as ordens definidas das interações ecológicas que podem ser usadas para julgar o potencial produtivo da terra. A tipologia das florestas, pastagens e outras terras agrícolas seria suficientemente aprimorada se fosse baseada nos princípios da Ecologia da Paisagem. As antigas classificações da paisagem do tipo morfológico, desprovidas de qualquer conteúdo ecológico e dinâmico-estrutural, não são muito úteis para uma tipologia da terra agrícola, o que tem sido há muitos anos um problema urgente, porém não resolvido.

Uma abordagem ecológica dos geossistemas é também essencial para a obtenção de conhecimento sobre as estruturas dos geossistemas: invariantes ou variáveis. Max Born, físico, considera [4] o conceito de invariante como uma chave para um entendimento da realidade de todos os fenômenos. Esse conceito é particularmente útil na teoria dos geossistemas. Ele é essencial para relacionar os muitos estados variáveis da paisagem e suas subdivisões que podem surgir espontaneamente ou como um resultado da atividade humana.

---

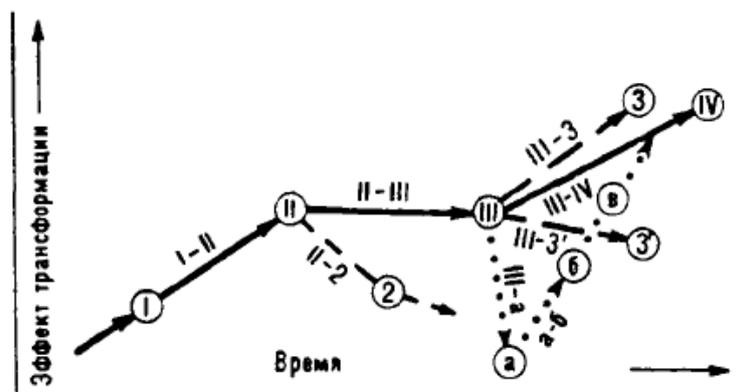
<sup>5</sup> A tradução literal do termo faz alusão a orçamento natural e/ou balanço natural, pois o termo é originário das ciências econômicas. Dessa forma, para adequar à abordagem geográfica, traduzimos “natural budget of a region” como “balanço de recursos naturais de uma região”. (N. T.)

A abordagem ecológica também nos permite estabelecer os mecanismos de interação entre muitos dos componentes do geossistema. Isso é essencial para um entendimento da natureza fundamental do geossistema, independentemente da diversidade de estados variáveis. A estrutura invariante de um geossistema incorpora seu potencial básico que, assim, determina os diferentes estados variáveis observados na natureza e as estruturas derivadas que podem ser criadas com o propósito de otimização do ambiente e estímulo à renovação dos recursos.

O conceito de invariante deve ser amplamente usado na classificação geográfica e ecológica. Ele fornece a medida da abstração necessária para englobar num único sistema a grande diversidade de fenômenos materiais em sistemas geográficos e ecológicos.

Um primeiro passo em direção ao estabelecimento da estrutura invariante dos geossistemas elementares poderia ser um gráfico mostrando as estruturas derivadas relacionadas a um único invariante. Já elaboramos tais gráficos para geossistemas das estepes da Ásia Central (figura 2) e da taiga meridional. Cada gráfico consiste num conjunto de fácies (as epifácies) representando os estados variáveis derivados de um único invariante. Uma análise adicional das epifácies fornece os principais parâmetros qualitativos e quantitativos do invariante. A epifácies é uma categoria dinâmica que combina as fácies nativas e as quase-nativas e seriais subordinadas, bem como os vários estágios das transformações induzidas pelo homem. Se fôssemos investigar pequenas unidades do ambiente físico pelo método proposto por Neef [30], então uma epifácies incluiria um fisiótopo e seus ecótopos correspondentes.

Figura 2 - A associação forb-tyrsa [tyrsa é a estipa ou capim-pena peludo]



Explicação<sup>6</sup>:

Eixos coordenados: horizontal (tempo); vertical (efeito de transformação).

I, II, III- vértices que designam estados variáveis na série dinâmica nativa da associação (associações de série):

Lithophilous [litofílicos] e líquens, com um predomínio de *tansy* [losna] e absinto;

festuca-absinto;

Forb-festuca-tyrsa.

Associação forb-tyrsa nativa.

I-II, II-III, III-IV- bordas designando transições prováveis de um estado para outro.

2, 3, 3<sup>1</sup>-vértices que designam associações quase-nativas (estados)

2-Forb-festuca;

3-Forb-wheatgrass [grama de trigo] -tyrsa;

3<sup>1</sup>-Tansy [losna] -tyrsa.

II-2, III-3, III-3<sup>1</sup>- arestas que designam as transições prováveis para um estado quase nativo.

a, b, v- fases de transformação resultante da intervenção humana.

III- a, a-b, b-v- provável curso de regressão e restauração da vegetação após o pastoreio excessivo.

<sup>6</sup> Os termos *forb*, *tyrsa*, estipa [também "esparto" em português], *tansy* [tanaceto ou losna] e festuca [*fescue* em inglês] fazem referência a espécies vegetais comuns na taiga, bioma característico da área de estudo em questão. (N.T.)

A estrutura invariante de geossistemas dentro de uma epifácies única pode também ser estabelecida através da investigação dos regimes naturais de fácies, agora sendo conduzida por muitos geógrafos e ecólogos.

#### IV. Regimes naturais: a força motriz dos processos físico-geográficos

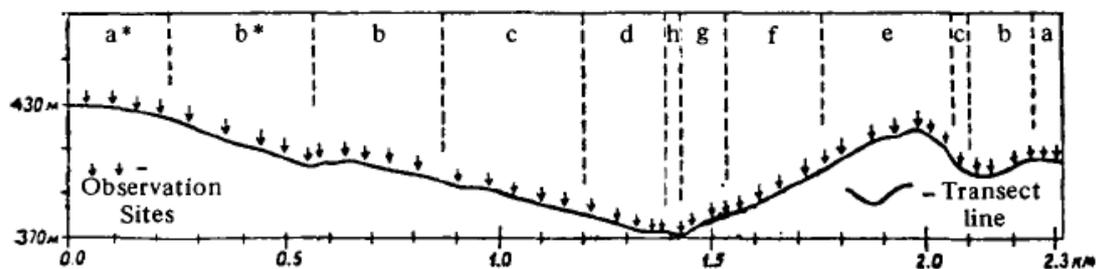
A aproximação entre Geografia e Ecologia abriu novas perspectivas para o estudo dos regimes naturais. Essa é, provavelmente, a tarefa mais oportuna da pesquisa em estações geográficas de campo, chave para a resolução de muitos problemas relacionados à predição físico-geográfica.

Um geossistema envolve um conjunto de regimes naturais que são inter-relacionados e, até certo ponto, autônomos. Esses regimes podem ser investigados por equipes de estudo interdisciplinares baseadas em estações geográficas de campo. Observações de regimes particulares frequentemente exigem treinamento especializado e equipamento complexo. Os padrões de precisão e confiabilidade estatística do trabalho de campo têm aumentado substancialmente, e equipamentos primitivos não mais proporcionarão os resultados necessários.

Os vários regimes naturais no interior dos geossistemas operam em conjunto, dando origem a um efeito agregado que é a força motriz do autodesenvolvimento do ambiente natural. Esse efeito pode servir como base para a construção de uma teoria da regulação dos processos naturais que, então, serviria de base para um uso ótimo dos recursos e transformação do ambiente. Os geógrafos, assim, enfrentam a tarefa de obter um entendimento dos padrões de integração dos diferentes regimes naturais e da formação do efeito sintético resultante dessa interação. Assumimos que esse efeito sintético representa a base fundamental dos processos físico-geográficos na superfície da Terra, cuja existência foi primeiramente sugerida por A. A. Grigor'yev [6]. Agora, enfrentamos a perspectiva de sermos capazes de determinar experimentalmente a intensidade dos processos na base de todos os fatores que os afetam.

Em nossas estações de campo na Sibéria, temos combinado o estudo da operação dos vários regimes e suas integrações diretamente no campo. Denominamos essa técnica de método de ordenação integrada e a utilizamos para a análise espacial das particularidades de integração dos regimes naturais. Alguns dos resultados da pesquisa usando essa técnica foram publicados [13, 14, 18] e, portanto, não iremos descrevê-los em detalhe (ver também a figura 3).

**Figura 3** – Distribuição espacial de locais de observação de regimes naturais pelo método de ordenação integrada na taiga meridional, num estudo do transecto do vale do Baixo Angara



Legenda:

Taiga de abetos, *forbs* [herbáceas não gramíneas], folhosas e musgos, com solos fortemente podzolizados e drenagem nivelada;

a\*- substituída por florestas de agulhas escuras e folhas pequenas;

Taiga de abetos, herbáceas úmidas e musgos, com solos podzólicos com um segundo horizonte de húmus em encostas nas partes superiores das bacias de drenagem;

b\*- Substituída por florestas de abetos e bétulas;

Taiga de abetos, herbáceas e musgos com solos podzólicos, com um segundo horizonte de húmus em encostas e depressões;

Taiga de abetos, pinheiros, pedras e musgos pilosos, com solo podzólico com um segundo horizonte húmico e solos glei-podzólicos em encostas inferiores dos vales e sua base;

Taiga de abetos, pinheiros, pedras, além de charcos, *cinquefoils*, herbáceas, folhosas e musgos, com solos de floresta finos, cinza e podzólicos sobre *trap rocks* residuais;

Taiga de abetos, pinheiros, pedras, folhosas e musgos com solos podzólicos ligeiramente pedregosos sobre pedimento inclinado;

Taiga de abetos, pinheiros, pedras, folhosas e musgos com solos pedregosos podzólicos e glei-podzólicos em escarpas de vale e sua base;

Floresta aberta com abetos, bétulas, arbustos-*woodreeds* com um complexo de solos de turfa-floresta de campo no fundo do vale.

O método de ordenação integrada oferece uma gama de informações acerca dos regimes naturais. Análises de correlação e regressão fornecem uma descrição matemática das relações entre regimes, bem como das relações empíricas de utilidade prática.

O uso dessa técnica requer uma colaboração estreita entre geógrafos e ecólogos. A observação ecológica e a subsequente análise ecológica são essenciais para um entendimento das regularidades que operam na integração dos regimes naturais. Ao mesmo tempo, a pesquisa ecológica realizada como parte do programa de ordenação integrada também adquire maior significado, particularmente quando se trata do estudo do avanço da acumulação de biomassa, bem como observações fenológicas.

As investigações da fotossíntese e transpiração que têm sido incorporadas ao Programa Biológico Internacional são concebidas para desvendar o mecanismo de acumulação da biomassa vegetal. Essa abordagem, no entanto, fornece apenas as regularidades gerais e ignora as relações que explicam as diferenças na produtividade dentro de pequenas unidades paisagísticas (conhecidas em russo como *urochishche*; o tamanho de um pequeno agrupamento de árvores, um vazio na estepe ou uma ravina). Nosso método de ordenação integrada, sendo uma técnica de análise espacial, complementa, portanto, o estudo da fotossíntese e transpiração como fatores na produtividade vegetal e permite fazer comparações que explicam as diferenças topológicas na produtividade de geossistemas.

De forma similar, observações fenológicas realizadas com base no programa de ordenação integrada tornam possível considerar todos os fatores que afetam o desenvolvimento fenológico no

contexto topológico. O aspecto fenológico é particularmente útil para os geógrafos porque ele pode ser incorporado na avaliação integrada de um sítio natural e, às vezes, ajuda a estabelecer um limite entre duas áreas que podem parecer menos claramente diferenciadas em termos de outros parâmetros.

A implementação de tal programa de pesquisa requer uma rede adequada de estações geográficas de campo equipadas como laboratórios de primeira classe. Aspectos mais complexos da Geografia experimental podem ser deixados para as estações de um tipo superior. Um desses observatórios geográficos está agora sendo construídos na área de Shushenskoye da Sibéria meridional. O observatório incluirá um laboratório especial de Ecologia da Paisagem.

A atual rede de estações de campo deve ser bastante ampliada para que possa ser de uso prático. Estimamos, por exemplo, que pelo menos 20 estações de campo trabalhando em um programa de pesquisa completo são necessárias na taiga para fornecer planos de desenvolvimento com os dados básicos necessários.

Menção especial deve ser feita a esse respeito, a da necessidade de um melhor equipamento nas estações de campo. As estações devem ser equipadas não apenas com os tipos existentes de equipamento, mas também com aparelhos especificamente projetados para pesquisa geográfica de campo.

Deveria haver um contato mais próximo, por exemplo, entre geógrafos e o Instituto de Automação e Eletrometria. Esse tipo de cooperação não tem avançado suficientemente na União Soviética, e parece haver a necessidade de uma comissão especial ou de conselho de pesquisa nessa área. No Reino Unido, por exemplo, um simpósio em 1967 foi dedicado especificamente à medição dos fatores ambientais na ecologia terrestre [38]. As atas desse simpósio são de particular interesse para a Geografia experimental de campo. Isso é especialmente verdadeiro para a automação dos registros de campo dos parâmetros ambientais, que é a única forma de assegurar observações em grande escala simultaneamente em muitos locais diferentes. Tal abordagem é essencial para análises estatísticas de regularidades naturais.

## V. A abordagem ecológica para a modelagem dos ecossistemas

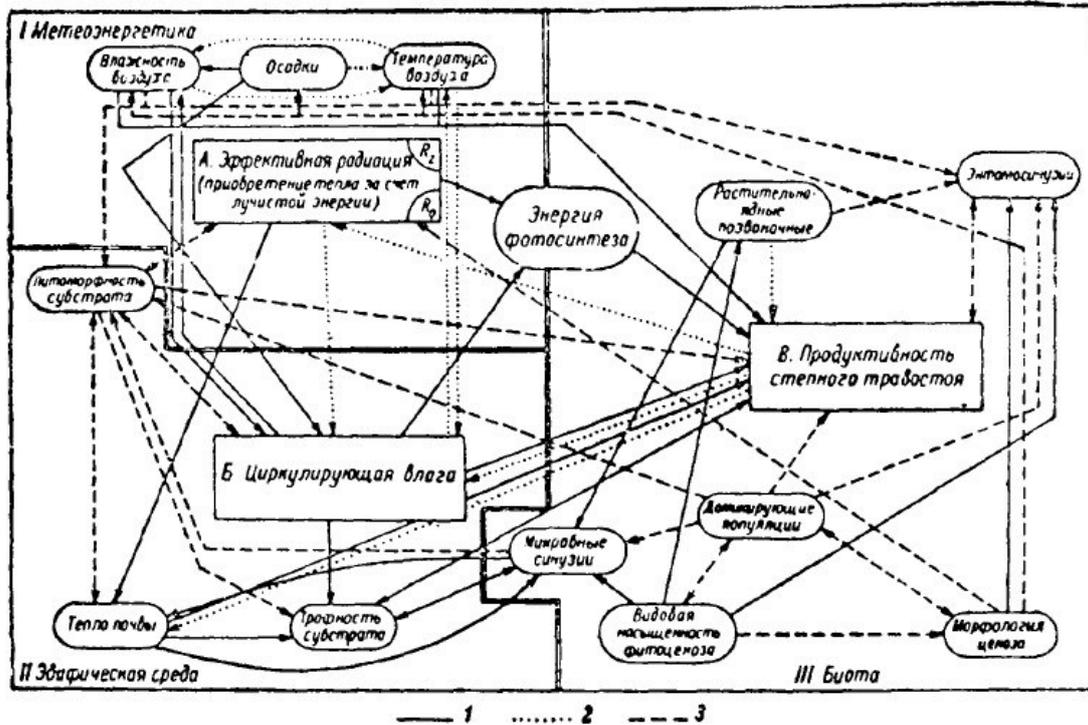
O uso de modelos em Geografia tem recebido crescente atenção [23, 24, 27]. A construção de modelos é uma nova e promissora técnica no estudo do ambiente físico e na análise da organização espacial da produção. No Congresso Geográfico Internacional em 1972, uma seção especial será dedicada à teoria geográfica e à construção de modelos em Geografia. Trabalhos ao longo dessa linha já foram feitos por geógrafos soviéticos [1, 11, 18].

Limitaremos nossa discussão aqui aos modelos de geossistemas (provisoriamente denominados modelos dinâmico-estruturais generalizados) que foram construídos com base no estudo de regimes naturais em dados relativos ao balanço local de massa e energia ou ao metabolismo das unidades espaciais primárias no ambiente físico. Tais modelos são de fundamental importância no estudo de geossistemas. Algumas experiências nesse sentido já têm sido acumuladas, particularmente para fâcies das estepes da Ásia Central [18]. Os princípios de construção de tais modelos foram discutidos por Neef [9, 30] e Richter [33].

De importância fundamental no gráfico de um modelo dinâmico-estrutural são os componentes críticos do geossistema: radiação efetiva, umidade circulante, produtividade da vegetação terrestre etc. (fig. 4). Esses componentes interagem com muitos outros elementos do sistema. Ligações funcionais entre eles determinam a direção básica da dinâmica do geossistema e sua capacidade de

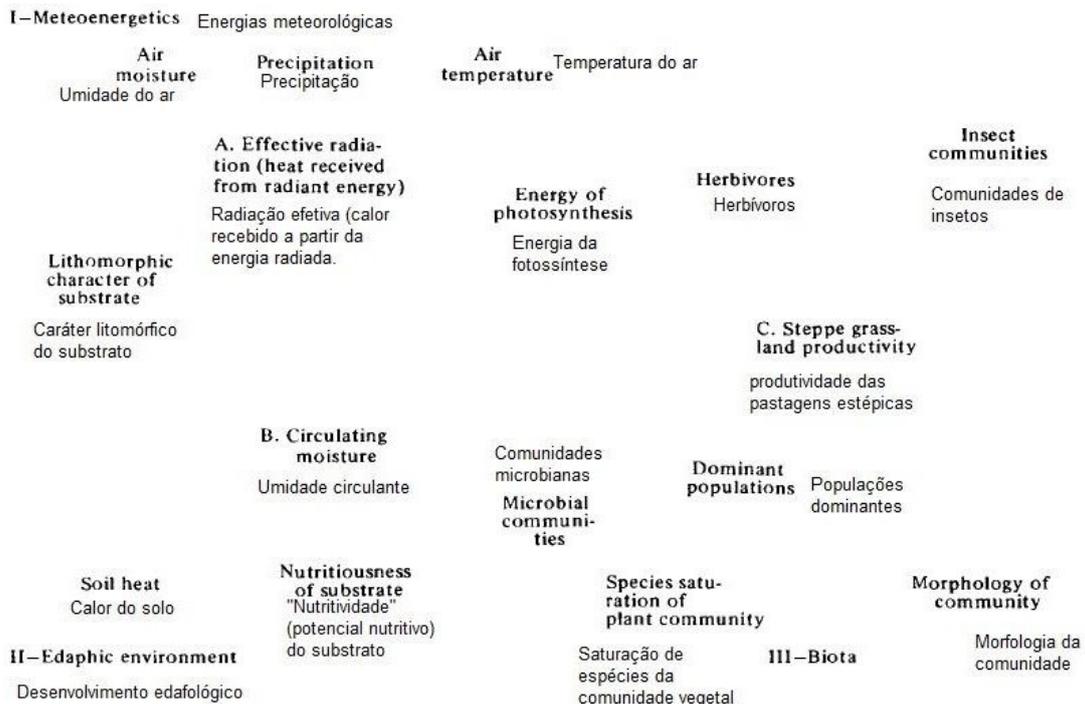
autorregularão. Muitas dessas ligações são de caráter ecológico-geográfico, sendo baseadas na interação entre organismos e ambiente. Elas são determinadas pela energia da fotossíntese, pela atividade vital dos micro-organismos, pelo papel controlador da biota em relação à radiação efetiva e ao ciclo de umidade, bem como por outros aspectos ecológicos.

Figura 4 – Modelo dinâmico-estrutural de fâcies da estepe da Ásia Central



Legenda:

- Ligação em que um aumento quantitativo em um dos fatores resulta no aumento do outro;
- - - Ligação inversa, em que um aumento quantitativo em um fator resulta numa redução do outro;
- ..... Interrelação complexa.



Uma vez que os parâmetros de um modelo devem se basear em investigações de campo dos fenômenos e processos correspondentes, a cooperação entre geógrafos e ecólogos é essencial nesse tipo de construção de modelos. Já temos um precedente em modelos que refletem o conteúdo dinâmico-estrutural dos ecossistemas. O mais detalhado de tais modelos foi publicado por Van Dyne [37] para a estepe-deserto do Colorado. Ele reflete várias ligações ecológicas, bem como particularidades estruturais da comunidade biótica. Também leva em conta elementos abióticos que não entram numa relação funcional direta com a biota, mas são significativos para o geossistema como um todo. A evolução de um sistema quase sempre depende das condições iniciais, e estas são frequentemente determinadas por fatores abióticos.

O modelo de um ecossistema complementa o modelo dinâmico-estrutural de um geossistema. Uma descrição matemática de dois modelos produz um vasto corpo de informação útil para fins práticos. Isso nos permite não somente descrever as funções e determinar os mais prováveis valores dos parâmetros do geossistema, mas também penetrar em sua estrutura e estabelecer aquelas propriedades estruturais que seriam mantidas em todos os estados variáveis do geossistema. Isso, por sua vez, ajudaria a estabelecer o invariante do sistema, cujo entendimento é igualmente necessário tanto para a Geografia quanto para a Ecologia.

Segue-se que não podemos nos limitar simplesmente a construir um modelo ecológico (ou geográfico); o comportamento do sistema não pode ser estabelecido a partir do comportamento de elementos individuais. Além disso, o modelo de todo o sistema não pode refletir muitas ligações úteis envolvendo elementos ou blocos individuais.

Um modelo, muitas vezes, sugere a direção de pesquisas adicionais. As regularidades sugeridas pela análise do modelo e as novas informações obtidas no processo frequentemente requerem testes experimentais. A construção do modelo aponta, assim, o caminho para estabelecer a pesquisa geográfica e ecológica experimental. Dedicamos um simpósio especial, em 1969, aos aspectos programáticos da Geografia experimental da taiga. Os trabalhos publicados [8, 15] sugerem as principais direções de pesquisas geográficas e ecológicas adicionais. No processo de pesquisa, as estações de campo siberianas estão agora construindo modelos de geossistemas da taiga e estabelecendo o curso futuro das pesquisas com base nesses modelos.

## VI. Ecologia Humana como um conceito chave em Geografia

A Ecologia Humana, como um termo relativo à Geografia como um todo ou a um de seus ramos, não ganhou grande aceitação em nossa literatura. Barrows, como observado anteriormente, viu a Ecologia Humana como uma formulação das tarefas que enfrenta a Geografia e como um parâmetro que ajudaria a definir a esfera de atividade dos geógrafos e a separá-la de outras disciplinas. O geógrafo está preocupado com uma área ou com o ambiente físico do ponto de vista de suas relações com o homem, e a sociedade humana é investigada do ponto de vista de suas relações com o ambiente. Homem e ambiente são assim, igualmente, os objetos de estudo do geógrafo.

Essa abordagem é basicamente reconhecida por muitos autores americanos e britânicos. White, Renner e Warman [39], na definição dos fatores e conceitos básicos da Geografia, notam que os geógrafos recorrem à pesquisa ecológica (à Ecologia Humana) nos casos em que o objetivo básico é adquirir um entendimento da sociedade em relação ao seu ambiente físico. De acordo com os autores, os conceitos-chave da Geografia como Ecologia Humana, são regulação e interconexão.

Eyre e Jones geralmente concordam com esse ponto de vista. Eles publicaram uma coletânea de artigos [26] dedicados à caracterização regional dos componentes individuais do ambiente natural (formas de relevo, solos, vegetação) e às formas de organização em área (assentamento rural) como exemplo de um estudo do ambiente do ponto de vista da Ecologia Humana.

Deve ser notado que a Ecologia Humana foi também interpretada de outras formas. Fleure [25] a tratou como Geografia da população, e adotou formulações com falhas envolvendo a relação homem-natureza. O departamento de Ecologia Humana da Universidade de Cambridge está preocupado com o ambiente a partir do ponto de vista do seu efeito sobre a saúde pública. Neste caso, a pesquisa tem uma orientação médico- geográfica e fisiológica pronunciada.

A Ecologia Humana também foi tratada num plano biológico mais amplo. J. S. Wainer, do Instituto de Medicina Tropical de Londres, tem se preocupado com tipos de habitats humanos, correspondentes a tipos de paisagem (savana, taiga, estepes de médias latitudes etc.) e, dentro desses tipos de habitats, delimita ecossistemas e *demes*<sup>7</sup>. O foco da pesquisa aqui é a adaptação ecológica, particularmente ao clima, e também a ecologia da nutrição [20]. Nesse sentido, a Ecologia Humana coincide em muitos aspectos com a Ecologia da Paisagem, bem como com a Geografia Regional. R. Dubos, da Universidade Rockefeller, tem trabalhado em Ecologia Humana para obter um entendimento das vinculações entre o homem e os inúmeros fatores do ambiente externo [7]. Embora Dubos não tenha procurado recorrer à Geografia, ele coloca uma série de problemas sobre os quais somente a Geografia pode oferecer as respostas.

A problemática homem-ambiente é uma das mais antigas da ciência, mas nunca foi tão aguda quanto nos últimos 10 anos. O ponto é que os processos de adaptação ecológica são de importância fundamental nessa questão. No passado, mudanças no modo de vida do homem e a transformação do ambiente natural ocorriam a um ritmo lento, e a adaptação, na maioria dos casos, não apresentava problemas especiais.

A situação é completamente diferente no tempo presente, à medida que o ambiente físico do homem está mudando a um ritmo extraordinário. Isto está acontecendo principalmente por conta do efeito da intensa atividade humana. Massivos movimentos populacionais em ambientes não familiares estão sendo realizados em grande escala, em conjunto com o desenvolvimento econômico de novas regiões.

O mecanismo de adaptação está agora operando sob tensão. Por vezes, ocorrem crises ecológicas e, em alguns casos, colocam a ameaça de uma catástrofe. Para a preservação do equilíbrio biológico, precisamos não somente de informações acerca do ambiente físico e suas relações com o homem, mas também a participação direta dos geógrafos na elaboração de medidas destinadas à prevenção de transformações naturais indesejáveis e à otimização [melhor aproveitamento possível] do ambiente natural do homem.

Tudo isso deu origem a uma situação em que alguns estudiosos e divulgadores propuseram a criação de uma nova disciplina científica preocupada especificamente com o ambiente do homem. Simultaneamente, essas pessoas continuam a equiparar Geografia e Ecologia Humana.

Na verdade, a fórmula "Geografia como Ecologia Humana", definida por Barrows nos anos 1920 ou por Eyre e Jones na década de 1960, não é aceitável sem mudanças substanciais. O ponto é que a Ecologia Humana precisa ser vista como um (mas não somente o único) dos conceitos chave em Geografia. Ela está diretamente relacionada ao principal problema dos nossos dias, a relação homem-natureza, que requer igual atenção tanto para o homem quanto para o ambiente. Esse é o campo de

---

<sup>7</sup> "Deme", em Biologia, refere-se a uma população ou grupo de organismos que pertencem à mesma unidade reprodutiva (cruzam entre si) e compartilham características comuns dentro de uma espécie ou grupo taxonômico maior. (N.T.)

pesquisa legítima da Geografia, em que a disciplina deve operar principalmente com suas próprias forças, da mesma forma que como uma organizadora da pesquisa interdisciplinar. Uma disciplina preocupada especificamente com o ambiente humano já existe há muito tempo – é a Geografia simples, equipada com critérios ecológicos de avaliação.

## VII. Otimização do ambiente natural e prognósticos de gestão de recursos

Os aspectos ecológicos em Geografia têm sido discutidos até agora principalmente num nível teórico, ainda que o seu valor prático seja bastante evidente na maioria dos casos. Mas a abordagem ecológica para a Geografia é também efetiva na resolução de muitos problemas aplicados. Não podemos enumerá-los todos, mas faremos menção apenas a dois problemas amplos que exigem fundamentação geográfica e devem receber séria atenção nos programas de pesquisa ao longo da próxima década. Estes dois problemas são: medidas para otimização do ambiente natural e predição em longo prazo de gestão de recursos.

Em seu sentido amplo, a otimização do ambiente natural implica uma variedade de objetivos e uma ampla gama de medidas. Uma delas é a modificação do tempo [meteorológico] e, num futuro distante, a modificação climática numa escala regional. Atualmente os estudiosos estão focando sua atenção nas bases físico-matemáticas da mudança climática. Mas também parece ser o momento oportuno para elaboração de critérios geográficos, ou seja, um plano sob o qual o clima modificado não teria quaisquer efeitos adversos acidentais, mas seria ótimo com relação a todas as características do ambiente e a todos os interesses do homem. Tais recomendações podem ser eficazes apenas com base em uma abordagem ecológica que leve em consideração a vida e o trabalho do homem, um nível desejável de produtividade e tudo o que se refere à renovação dos recursos vegetais e animais.

A questão da adaptação humana no desenvolvimento de novas regiões é resolvida em longo prazo simplesmente pela mudança controlada de funções humanas, projetada para colocá-las em harmonia com o meio ambiente. Uma abordagem médico-geográfica sozinha inevitavelmente resulta, em muitos casos, num pesado “custo de adaptação” por parte do organismo. Se este custo é para ser evitado, ou ao menos reduzido, um esforço também deve ser feito em transformar o ambiente para aproximá-lo das exigências humanas. Esse aspecto de adaptação envolve sanificar o ambiente e a otimização dos seus potenciais ecológicos. A provisão de uma base científica para essas medidas parece ser uma tarefa importante a ser resolvida em conjunto por geógrafos e ecólogos. Como um exemplo, podemos notar que os vastos recursos potenciais das partes inabitadas da Sibéria e o Extremo Oriente soviético podem ser plenamente utilizados somente se o ambiente geográfico for apropriadamente modificado. Isso também é verdadeiro para as partes subárticas do Canadá, a parte setentrional da Escandinávia e muitas outras áreas.

Predição de longo prazo do desenvolvimento econômico (até o final do presente século e além) é um novo problema que tem assumido grande popularidade em um período relativamente curto. Ela é, sobretudo, de importância social, e requer adequada fundamentação geográfica. Projetos de pesquisa relacionados à predição de longo prazo já figuram nos planos de várias instituições de pesquisa geográfica. Entre eles estão projetos envolvendo a predição de gestão de recursos no curso dos próximos anos e a longo prazo. O que é necessário, nesse contexto, são mapas temáticos do ambiente geográfico futuro: tais mapas ainda mostram um grande número de espaços em branco, e que dependem do geógrafo para preenchê-los. As primeiras predições de propósitos específicos estão sendo elaboradas e foram parcialmente concluídas (sobre recursos hídricos, recursos

energéticos, minerais etc.). Esses são importantes aspectos dessa área de pesquisa particular, mas devem ser complementados por predições de longo prazo da gestão de recursos como um todo, o uso integrado dos recursos potenciais em áreas pioneiras. Tal predição integrada é uma tarefa a ser resolvida por geógrafos com uma ampla fundamentação ecológica.

Na União Soviética, pesquisas nessa direção mal começaram. Ainda precisamos trabalhar a estrutura da predição em longo prazo da gestão de recursos. Mas a direção geral da pesquisa parece ser clara. Ela deve culminar na elaboração de um projeto abrangente de futuros ambientes e do futuro uso de pesquisas. Nos Estados Unidos, uma interessante tentativa já foi feita nessa direção [28]. Infelizmente, não está suficientemente focada e algumas de suas partes estão mal interconectadas.

Predições de longo alcance da gestão de recursos devem ser elaboradas para várias datas-alvo: os próximos anos (até 1980), o futuro distante (ano 2000) e o futuro mais remoto (ano 2020 e além). Tal sequência cronológica nos permitiria começar com a situação atual (usando mapas do presente estado do ambiente e da gestão de recursos) e adotar generalizações cada vez maiores para cada data-alvo. Tal predição de ambientes futuros parece ser um requisito essencial para o planejamento econômico de longo alcance na URSS. Esse tipo de projeto parece se encaixar bem com o programa "O Homem e a Biosfera", que está sendo agora preparado como um projeto de pesquisa internacional [31].

Neste trabalho, examinamos somente alguns aspectos da possível colaboração entre Geografia e Ecologia. Quisemos demonstrar que, no processo de desenvolvimento científico e sob a influência de necessidades práticas, houve uma tendência evidente de aproximação entre as duas disciplinas. Essa tendência se intensificou nos últimos anos como um resultado do uso crescente de técnicas quantitativas e da experiência adquirida na construção de modelos dos sistemas geográficos e ecológicos associados [23, 24, 27]. Deve-se acrescentar que os ecólogos têm estado mais interessados no mapeamento temático e compilaram mapas ecológicos de vários tipos nos últimos 10 anos [12, 19, 29]. O método cartográfico ajudou a introduzir na Ecologia o conceito espacial que estava faltando no passado.

O ecólogo americano E. Odum falou acerca da "nova Ecologia" [32], que ele define como uma ciência preocupada com a estrutura e as funções da natureza [10]. Parece-me que os geógrafos devem acolher essa definição, mesmo que isso implique uma sobreposição parcial com a Geografia. Encontramos agora uma comunidade de propósitos que oferece as bases para esforços conjuntos na resolução dos grandes problemas do nosso tempo.

## Referências

1. A. D. Armand. 1969. "Models in physical geography," *Priroda*, No. 5.
2. V. N. Beklemishev. 1964. "General principles of the organization of life," *Byull MOIP*, otd. Biol., Vol. 69, n. 2.
3. L. S. Berg. 1929. *Ocherk istorii russkoy geograficheskoy nauki* [Uma história da Ciência Geográfica russa]. Leningrado.
4. M. Born. 1963 (1956). *Fizika v zhizni moyego pokoleniya*. Moscou. [tradução de: *Physics in My Generation*. NovaYork: Pergamon, 1956]
5. K. D. Glinka. "V.V. 1927. Dokuchayev as founder of Russian soil Science," *Tr. pochv. inst. im. V. V. Dokuchayeva*, n. 2.
6. A. A. Grigor'yev. 1966. "Regularities in the structure na evolution of the geographical environment," *Izbrannyye teoreticheskiye raboty* [Escritos teóricos selecionados], Moscou.
7. R. Dubos. 1969. "Human ecology," *WHO Chronicle*, Vol. 23, n. 11, Genebra.
8. A.A. Krauklis, V. S. Mikheyev, e G. V. Bachurin. 1969. "Programmatic and methodological aspects of the study of natural regimes in the tayga," *Inform. Byull. Nauch. Soveta po kompl. Osvoyeniyu tayezhnykh territ.*, n. 4, Irkutsk.
9. E. Neff. 1968. "Some aspects of a comparative ecology of landscape," *Dokl. Inst. geograf. Sib. I Dal'nego Vost.*, n. 19.
10. E. Odum. 1968 (1963). *Ekologiya*. Moscow, 1968. [tradução de *Ecology*, Nova York, 1963].
11. V. S. Preobrazhenskiy. 1967. "New landmarks in Soviet physical geography," *Priroda*, n. 8.
12. V. B. Sochava. 1961. "The presente state of vegetation mapping," *Izv. NA SSRR, ser biol.*, n. 4.
13. V. B. Sochava. 1967. "Structural-dynamic landscape Science and the geographical problems of the future," *Dokl. Inst. geograf. Sib. I Dal'nego Vost.*, n. 16.
14. V. B. Sochava. 1969. "Tem years of work in Siberia" *Dokl. Inst. geograf. Sib. I Dal'nego Vost.*, n. 24.
15. V. B. Sochava. 1969. "Experimental geographic research and development of the tayga," *Inform. Byull. Nauch. Soveta po kompl. Osvoyeniyu tayezhnykh territ.*, n. 4, Irkutsk.
16. V. N. Sukachev. 1940. "The evolution of vegetacion as na elemento of the geographical environment," no livro: *O geograficheskoy srede v lesmon proizvodstve* [Sobre o ambiente geográfico na indústria da madeira]. Leningrado.
17. V. N. Sukachev, and N.V. Dylis (orgs.) 1964. *Osnovy lesnoy biogeotsenologii* [Fundamentos de Biocenologia Florestal]. Moscou.
18. Topologiya stepnykh geosistem. 1970 [Topologia dos Geossistemas de Estepe]. Leningrado.
19. N. V. Tupikova. 1969. *Zoologicheskoye kartografirovaniye* [Mapeamento Zoológico]. Moscou, 1969.
20. J. S. Weiner, 1968 (1969). "Human ecology" no livro: Harrison, Geoffrey A.; J. S. Weiner et al. *Biologiya cheloveka*, Moscou. [tradução de: *Human Biology*, Oxford University Press.
21. *Yuzhnaya tayga Priangar'ya*. 1969[A taiga meridional do vale do Angara]. Leningrado.
22. H. H. Barrows. 1923. "Geography as human ecology," *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 13.
23. M. I. Burton. 1963. "The quantitative revolution and theoretical geography," *The Canadian Geographer*, n. 7.
24. R. J. Chorley. 1937. "Geography and scientific moviment," *Geography*, Vol. 22.
25. H. J. Fleure. 1963. "Geography and analog theory," *Annals of the Assoc. of Amer. Geographers*, n. 7.
26. S. R. Eyre and G. R. J. Jones (orgs) 1966. *Geography as Human Ecology; Metodology by Example*. Londres.
27. M. B. Dale. 1970. "Systems analysis and ecology," *Ecology*, 51, 1.
28. F. Darling and J. Milton (orgs.) 1966. *Future Environments of North America*. Nova York.
29. A. W. Kuchler. 1967. *Vegetation Mapping*. Nova York.
30. E. Neef. 1967. *Die theoretischen Grundlagen der Landschaftlehre*. Gotha-Leipzig.
31. "Preparation of the programo n man and the biosphere," 1970. *Nature et ressources*, Vol. VI, 2, UNESCO.

32. E. Odum. 1964. "The new ecology," *Biosciense*, 14, 7.
33. H Richter. 1968. Contribution to the modelo of a geocomplex," *Peterm. Geogr. Mitteil.*, suplemento 271: Lanscape Science, Gotha-Leipzig.
34. A. G. Tansley. 1935. "The use and abuse of vegetation concepts and terms," *Ecology*, 16, 3.
35. C. Troll. 1939. "Aerial photography and ecological soil science," *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 7-8.
36. C. Troll. 1968. "Editor's introduction," no livro: B. Frenzel, *Grundzüge der pleistozänen Vegetationgeschichte Nord-Eurasiens* [Fundamentos da História da Vegetação do Pleistoceno da Eurásia Setentrional] Northern Eusasia]. Wiesbaden.
37. G. M. Van Dyne. 1969. "Grasslands management, research and training, viewed in a systems context," *Colorado St. Univer. Range Sc. Series* 3.
38. R. Wadsworth. 1968. *The Measurement of Environmental Factors in Terrestrial Ecology*. Oxford-Edinburgo.
39. C. L. Whitem G. T. Renner, and H. J. Warman. 1968. *Geography: Factors and Concepts*. Nova York.