

## GEOSSISTEMAS, SISTEMAS URBANOS E AGROECOSSISTEMAS

### META

Apresentar a dinâmica e caracterização de Geossistemas; mostrar a caracterização dos sistemas urbanos; e apresentar os aspectos gerais dos agroecossistemas

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
explicar a dinâmica e caracterização de Geossistema;  
identificar a caracterização dos sistemas urbanos; e  
reconhecer os aspectos gerais dos agroecossistemas.



Agrossistemas (Fonte: <http://www.iag.usp.br>).

### INTRODUÇÃO

O estudo do Geossistema começou a ser desenvolvido recentemente, tendo esta linha de pesquisa o objetivo de colher dados e fazer correlações para podermos entender a natureza com todos os seus componentes e formar um sistema representado por modelos. É um conceito relativamente recente em geografia, sendo proposto na antiga União Soviética na década de 1960, e primeiro mencionado pelo Russo Sotchava, como uma forma de estudo de paisagens geográficas complexas. Segundo Sotchava Geossistema é o “*potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial*”. Toma-se forma neste momento a disciplina interface entre as ciências da terra e a ciência da paisagem. O fundamento do enfoque geossistêmico é encontrado na “Teoria Geral dos Sistemas” e uma parte substancial de esforço na tentativa de aplicação de um paradigma sistêmico em Geografia Física pode ser encontrada nos estudos das paisagens. Os Sistemas Ambientais Físicos, ou Geossistemas, seriam a representação da organização espacial resultante da interação dos componentes físicos da natureza (sistemas), aí incluídos clima, topografia, rochas, águas, vegetação e solos, dentre outros, podendo ou não estar todos esses componentes presentes.



(Fonte: <http://images.google.com.br>).

## DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GEOSSISTEMAS

A biogeografia bem como a ecologia preocupa-se com os problemas ambientais que a humanidade enfrenta hoje. Não podemos estudar o solo, o clima, a água, a vegetação de forma isolada, e sim, deve prevalecer a visão integrada e sistêmica. É este um dos motivos por que hoje ganham força os estudos que visam a caracterização, a estrutura e a dinâmica da paisagem. Ressaltemos que não devemos estudar o meio físico como produto final, com objetivo único e isolado em si, mas como o meio em que os seres vivos, entre eles, o homem, vivem e desenvolvem suas atividades. “A Geografia Física, de forma específica, focaliza os atributos espaciais dos sistemas naturais particularmente na medida em que se relacionam com a humanidade” (Elhai, 1968). Os arranjos dos elementos do meio natural formam um mosaico que é própria organização do espaço geográfico. Para esta perspectiva de conjunto de componentes, processos e relações dos sistemas que integram o meio ambiente físico, em que pode ocorrer exploração biológica, Sotschava, desde 1969, vem propondo o nome de Geossistema.

O Geossistema compreende um espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações que integrados, formam o sistema do ambiente físico e onde há exploração biológica.

Embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores sociais e econômicos que influenciam este sistema espacial são levados em consideração.

O estudo dos geossistemas é objetivo fundamental da Geografia Física, pois ele irá fornecer os conhecimentos sobre o funcionamento da natureza, permitindo desta forma o planejamento para o uso racional do espaço geográfico.

O geossistema, que é um sistema espacial natural, aberto e homogêneo, caracteriza-se por quatro aspectos:

1. Pela morfologia: que é a expressão física do arranjo da disposição dos elementos e da conseqüente estrutura espacial.
2. Pela dinâmica: que é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que varia no espaço e no tempo.
3. Pelas interações de seus elementos.
4. Pela exploração biológica: da flora, fauna e pelo próprio homem.

O geossistema, portanto, é parte da **geosfera** e numa perspectiva vertical, engloba as camadas superficiais do solo ou pedosfera, a superfície da litosfera com elementos formadores da paisagem, a hidrosfera e a baixa atmosfera, mas abrange tam-

### Geosfera

Parte mineral, não-viva, da Terra, que serve de suporte ao conjunto de seres vivos. (Compreende a atmosfera, a hidrosfera e a parte externa da litosfera).

bém a biosfera, como exploradora do espaço ou do sistema. O estudo dos geossistemas, especialmente em áreas tropicais, começou a ser desenvolvido recentemente. Esta linha de pesquisa tem por objetivo, colher dados e fazer correlações para podermos entender a natureza com todos os seus componentes, formando um sistema, representado por modelos. Dentro desta perspectiva, vegetação e fauna, formando geobiocenoses, passam a ser integrantes dos geossistemas.

### O CONCEITO DE GEOBIOCENOSSES

O termo Geobiocenose foi criado por cientistas da escola russa e equivale ao Ecossistema (discutido na aula 6). Apesar de não ser aceito universalmente, os geógrafos utilizam-se deste termo para ressaltar o enfoque geográfico-espacial.

Geobiocenose ou ecossistema pode ser definido como sendo um “sistema de interações em funcionamento, composto de um ou mais organismos vivos e seus ambientes reais, tanto físicos, como biológicos” (STODDART, 1974 *apud* TROPPEMAIR, 2002). Outra definição é dada por Gringle (1977 *apud* TROPPEMAIR, 2002), mas que contém o mesmo sentido: “Geobiocenose ou ecossistema é o conjunto das comunidades vivas dentro de uma região somado a todas as coisas sem vida, que são partes integrantes do ambiente.”

Todo grupo de seres vivos quando formam uma geobiocenose ou um ecossistema apresentam sempre dois componentes: 1- um orgânico - os vegetais e os animais, e 2 - um inorgânico - o biotipo que é elemento espacial, suporte da geobiocenose e aos quais três características são inerentes:

1. A uniformidade - tanto do ponto de vista biótico: fito e zoosociológico como abiótico: clima e solo.
2. A interação e interdependência - a procura da estabilidade através da auto-regulação.
3. Os ciclos de fluxos de energia e matéria - A quantidade de energia fixada é limitada e reflete-se sobre o tamanho e a estrutura da geobiocenose.

### DINÂMICA DAS GEOBIOCENOSSES

As geobiocenoses são dinâmicas no espaço e no tempo.

## VARIAÇÃO NO ESPAÇO

O local ocupado por determinada espécie ou grupo de espécies vegetal e animal é chamado de área ou território, a qual pode ser progressiva, estática ou regressiva.

Progressiva - se houver expansão da área pelo aparecimento de um maior número de indivíduos de determinada espécie, devido à melhoria de condições ambientais, ou a interferência antrópica positiva.

Regressiva - se houver retração da área ou território ocupado por espécies por causa de condições ambientais adversas ou interferência antrópica destrutiva. Este fato é especialmente associado à **vegetação relíquia**.

Estática - quando a espécie está em equilíbrio com o meio ambiente, não ocorrendo nem expansão, nem retração.

As áreas e territórios do ponto de vista espacial ainda podem ser classificados em: contínuas, descontínuas, cosmopolitas e endêmicas (discutido na aula 2).

Contínuas: quando as espécies ocupam uma área contínua, ou se ocorrer uma interrupção espacial, esta é tão reduzida que as sementes conseguem transpor a mesma.

Descontínua ou disjunta: quando as áreas de determinada espécie são tão distantes e as sementes não conseguem, por meios próprios, transpor os intervalos.

Cosmopolitas ou ubiquestas: são aquelas que ocupam praticamente todos os espaços no mundo, por exemplo, gramíneas, moscas, baratas.

Endêmicas: ocupam apenas um local muito restrito, exemplo, orquídeas e beija flores na América do Sul.

Em todas estas classificações a cartografia fito e zoogeográfica desempenha papel importante, mostrando alterações espaciais (discutido na aula 5).

### Vegetação relíquia

Comunidade que persiste em situações especiais em altitudes acima de 1800 m. (2) Espécie vegetal de épocas passadas que sobrevive nas condições ambientais adversas atuais.

## VARIAÇÃO NO TEMPO

Num mesmo biótopo, com o passar do tempo, revezam-se diferentes biocenoses, constituindo sucessões. Este fato ocorre na ocupação de novos solos em áreas aluviais, em áreas desmatadas ou onde ocorrem deslizamentos (figura 1).



Figura 1. A sucessão começa numa área onde ocorreu um deslizamento.

Uma sucessão inicia-se com a vegetação pioneira, heliófila, pouco exigente quanto aos substratos. Fornecedora de material orgânico e enriquecendo o solo, a vegetação prepara o local para que novas espécies, mais exigentes, possam vingar, representando fases ou estágios intermediários. Quando flora, fauna solo e clima atingem o equilíbrio é alcançado o estágio final ou clímax, no momento do clímax a influência para o equilíbrio pode ser maior por parte do solo, quando estamos perante o pedoclimax (exemplo: os cerrados), ou do clima, quando temos o clímax climático (exemplo: floresta amazônica) (Figura 2).

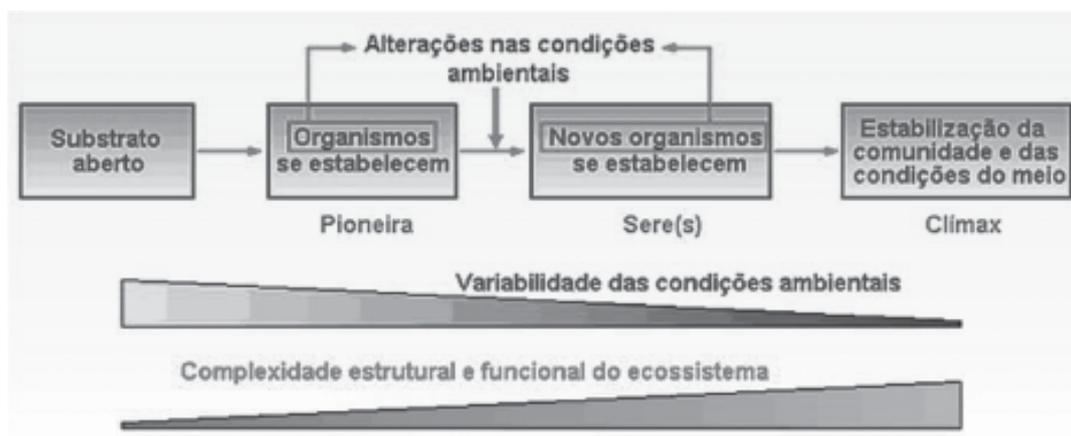


Figura 2. Esquema da sucessão ecológica. Imagem retirada de: [http://www.ib.usp.br/ecologia/sucessao\\_ecologica\\_print.htm](http://www.ib.usp.br/ecologia/sucessao_ecologica_print.htm)

Clímax não significa necessariamente uma formação vegetal de grande porte, mas o equilíbrio e o desenvolvimento máximo de determinada fitocenose naquelas condições ambientais. Cada fase

da sucessão vegetal é acompanhada de determinada zoocenose, formando-se desenvolvimento integrado de geobiocenoses.

A expansão ou retração das espécies no espaço e no tempo depende de uma série de fatores, como por exemplo, podemos citar os parâmetros térmicos. Temos vegetais e animais que suportam apenas pequenas amplitudes térmicas, em quanto outros são mais tolerantes e suportam grandes amplitudes. O mesmo fato se repete quanto à necessidade de água ou umidade. O intervalo de tolerância entre os parâmetros ambientais máximo e mínimo recebe o nome de amplitude ecológica.

Condições naturais: ventos, água corrente, animais, mas especialmente o homem, podem interferir acentuadamente na distribuição das espécies, contribuindo para a expansão ou retração delas. Quando levadas à condições ambientais diferentes, muitas plantas realizam adaptações fisiológicas para sobreviverem – este fenômeno é chamado aclimatação. Falamos em convergência ou analogia quando espécies diferentes apresentam, em face de condições ambientais geralmente rigorosas, aspectos fisionômicos e funções semelhantes. Exemplo típico é a caatinga.

## CLASSIFICAÇÃO DAS GEOBIOCENOSSES

As geobiocenoses são classificadas sobre vários enfoques:

a) Quanto à escala ou tamanho: Macro, Meso e Microgeobiocenoses. Como não existem parâmetros fixos, estas três categorias são estabelecidas em função do sistema maior.

A Mata Atlântica poderia ser macrogeobiocenose, a Mata de Junco no município de Capela, seria a mesogeobiocenose (Figura 3), e a nascente localizada dentro da Mata de Junco, seria a microgeobiocenose (Figura 4).

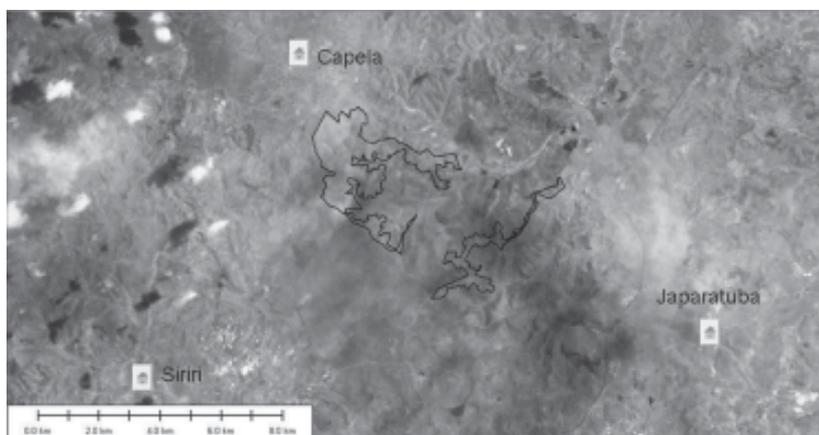


Figura 3. Polígono da Mata de Junco, exemplo da mesogeobiocenose.



Figura 4. Nascente localizada na Fonte do Lagartixo, na Mata de Junco, Capela-SE, poderia ser exemplificada como microgeobiocenose.

Por outro lado se consideramos uma pequena reserva de mata, como a Grotta de Angico, nos municípios de Poço Verde e Canindé de São Francisco, como macrogeobiocenose, uma árvore seria um meso e o tronco uma microgeobiocenose.

Por tanto, se utilizarmos esta classificação há necessidade de explicar qual é o universo maior, para, a partir deste, estabelecer a meso e micro escala.

b) Quanto à funcionalidade existe uma classificação em escala mundial em que as letras significam respectivamente: M= geobiocenose marinha, L= lacustre, S= semiterrestre, T= terrestre, U= urbana, as quais, com o acréscimo de algarismos estabelecem maior caracterização.

Exemplo: T= terrestre, T.1= mata fechada, T.1.1 latifoliada de regiões úmidas e quentes, etc.

c) uma divisão espacial biogeográfica das águas correntes segundo Weber-Oldecop, citada por Mueller (1980), pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1. Divisão espacial biogeográfica das águas correntes segundo Weber-Oldecop, fonte Mueller 1980 *apud* Troppmair, 2002.

Crenal	Zona das nascentes
Rhithral	Leito em regiões montanhosas
Epirhithral	Leito em região montanhosa superior
Metarhithral	Curso em região montanhosa médio
Hiporhithral	Curso em região montanhosa inferior
Potamal	Baixo curso de planície
Epipotamal	Alto curso de planície
Metapotamal	Médio curso de planície
Hipototamal	Baixo curso de planície

d) quanto à interferência humana: uma classificação das geobiocenoses que leva em consideração a interferência antrópica foi proposta por Jalas (1953) que fixa quatro classes de hemeorobia (Hemeorob= dominado, cultivado):

Ahemeorobio - Geobiocenoses naturais ou de pequena interferência antrópica como mata tropical, mata galeria. (N= naturais)

Oligohemerobio - Geobiocenoses mais naturais (N) do que artificiais (A), como cerrados e campos sujos sujeitas a queimadas e pastoreio.  $N > A$ .

Mesohemerobio - Geobiocenoses mais artificiais do que naturais, como pastagens plantadas.  $N < A$

Euhemerobio - Geobiocenoses artificiais como campos de culturas agrícolas: cafezais, canaviais figura 5.



Figura 5. O canavial é um exemplo de Geobiocenoses artificiais. Imagem retirada de: [http://www.gibran.com.br/nova\\_pagina\\_4.htm](http://www.gibran.com.br/nova_pagina_4.htm)

### Saprófitos

Vegetal que se nutre de matérias orgânicas em decomposição. (Diversos cogumelos são saprófitos; amanitas, fungões etc.) // *Micróbio saprófito*, germe que vive em um hospedeiro sem lhe provocar doença (por opos. a *micróbio patogênico*).

e) quanto à existência de seres vivos bioindicadores:

Cada ser vivo se desenvolve dentro de determinados parâmetros ecológicos. A existência de determinada espécie pode assim servir de indicador sobre as condições ambientais do local. Liebmann (1969 apud TROPPEMAIR, 2002), considerando este princípio elaborou para os sistemas aquáticos uma classificação baseada na existência de **saprófitos** fixando quatro classes ou zonas:

Zona Oligosaprófito: Água limpa, praticamente sem saprófitos ou em número muito reduzido, predominam os macroorganismos e, na cadeia trófica os produtores.

Zona Mesosaprófito: (alfa) a existência de matéria orgânica é média, as condições de vida para a maioria dos seres vivos são apropriadas. Há aumento dos produtores e consumidores em detrimento dos decompositores.

Zona Mesosaprófito: (beta) trecho com alta poluição orgânica, há numerosas espécies de microorganismos mas os macroorganismos também são abundantes. Os decompositores têm presença maior do que os produtores.

Zona Polisaprófito: Trecho com poluição orgânica muito alta, as bactérias proliferam em quantidade excepcional. Predominam os decompositores enquanto os produtos são ausentes. Espécies que exigem quantidades razoáveis de oxigênio não encontram condições de sobrevivência.

## SISTEMAS URBANOS

Os centros urbanos funcionam como sistemas abertos, isto é, mantêm relações com outros sistemas, por exemplo, com a zona rural. Verifica-se que, nas cidades, há entrada de matéria (madeira, papel, minerais) e de energia (além do sol, alimentos, eletricidade) e há saídas de matérias acabadas (móveis, automóveis, produtos de consumo) e mesmo idéias (livros, jornais e revistas). Ao mesmo tempo há retroalimentação, em que substâncias semi-acabadas são transformadas em material acabado. O sistema urbano representa, portanto, as características de: entrada, retroalimentação e saídas de energia e matéria prima, porém, o que não se verifica é a autoregulação e o equilíbrio. É este o motivo porque as cidades não são consideradas como ecossistemas, mais simplesmente sistemas urbanos. As interações dos elementos urbanos se estendem até fora do perímetro das cidades, podendo atingir extensos espaços que constituem a área de influência.

Ocorrem nas cidades inter-relações nas esferas: a) abiótica, representada pela topografia e clima, b) biótica, formada pela flora, fauna e próprio homem, e c) noótica que abrange os elementos criados pela inteligência do homem, como edifícios, túneis, transportes.

Segundo Doxiadis (1968), há cinco forças que ocorrem para a formação e fixação dos estabelecimentos humanos, ou seja, sistemas urbanos:

1. A natureza com todos seus elementos quando favoráveis: clima, solo, vegetação, fauna, recursos minerais.
2. O próprio homem como ser social.
3. Os grupos sociais, que é a estratificação social com diferenças quanto à saúde, bem estar, cultura, educação.
4. As edificações que oferecem abrigo para as diversas funções: residências, escolas, lojas, hospitais, indústrias.
5. A organização espacial e social sob forma de redes de: energia, água, transporte e comunicações.

Os fenômenos responsáveis pelos estabelecimentos humanos constituem para o mesmo autor a “Equística”, ou seja, “a ciência que estuda as condições dos estabelecimentos humanos” e que tem por base cinco princípios:

- 1) A maximização de contatos em todos os níveis e esferas com a natureza, com outros homens e com o trabalho.
- 2) A minimização de esforços para realizar os contatos citados no item anterior, bem como no trabalho.
- 3) Otimização do espaço para fins de proteção e aproveitamento em benefício do cotidiano.
- 4) Otimização da qualidade das relações entre o homem e o Meio Ambiente (Lato Senso).
- 5) Síntese ou integração dos quatro princípios anteriores visando à otimização do espaço e do tempo.

A pesar de todos esses princípios atuarem simultaneamente sempre há um que predomina. Por exemplo, na Idade Média a construção dos burgos, cercados por profundas fossas, tinha por finalidade a defesa, ou seja, o princípio nº 3 era mais importante.

A hierarquia dos centros urbanos permite reconhecer: vilas, cidades (pequenas, médias e grandes), metrópoles, megalópoles e ecumenópole ou cidade universal. Já existem numerosas metrópoles com 3 a 15 milhões de habitantes e que rapidamente se transformarão em megalópoles com 20 a 30 milhões de habitantes.

Somente cidades menores, geralmente de dinâmica mais lenta, conservam parte de suas características históricas ligadas a diferentes funções com os respectivos elementos e estruturas que caracterizam sua fisionomia, são cidades portuárias, religiosas, serranas ou turísticas.

Com o surgimento de centros urbanos cada vez maiores e sempre mais afastadas das condições ecológicas naturais, a sobrevivência da flora e fauna e do próprio homem torna-se cada vez mais difícil e principalmente mais complexo e depende da tecnologia.

## CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO SISTEMA URBANO

O sistema urbano apresenta condições geocológicas específicas, que alteram de forma profunda as condições naturais básicas com reflexos decisivos sobre a biosfera. Passaremos a analisar os principais elementos e seus reflexos sobre os seres vivos.

### O CLIMA EM SISTEMAS URBANOS

O adensamento das edificações, a impermeabilização das vias de circulação, o lançamento de gases pelos veículos automotores e pelas indústrias, são responsáveis por que as cidades apresentem um clima próprio, o chamado “clima urbano” que se caracteriza por temperaturas que chegam a ser de 2 a 4° C mais elevadas do que as áreas circunvizinhas. Nas grandes metrópoles estas diferenças podem alcançar até 8° C e até mais.

Este fato se explica pela concentração de aerossóis e partículas de tamanho microscópico na atmosfera que contribuem para a formação da campânula poluidora sobre a cidade e que provoca o **efeito estufa**.

A atividade industrial, principalmente quando emprega carvão mineral como fonte de energia, favorece o lançamento de partículas à atmosfera provocando maior precipitação em dias úteis do que em feriados e finais de semana. A grande São Paulo com uma população de mais de 18 milhões de habitantes e ocupando um espaço construído superior a 1.800 km<sup>2</sup> apresenta dados interessantes, mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Variações temporais (1889-1976) de elementos climáticos em São Paulo.

Anos	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	Nevoeiro (dias)	Névoa seca	Nebulosidade em décimos
1889-1918	1319	-	-	-	-
1902-1921	-	17,7	-	-	-
1947-1956	1395	17,6	1021	397	6,9
1957-1966	1408	18,7	1423	530	7,2
1967-1976	1459	19	1401	1325	7

Com os dados da tabela, podemos mostrar que na grande metrópole de São Paulo, teve um aumento dos elementos climáticos nos últimos anos.

#### Efeito estufa

É a forma que a Terra tem para manter sua temperatura constante. A atmosfera é altamente transparente à luz solar, porém cerca de 35% da radiação que recebemos vai ser refletida de novo para o espaço, ficando os outros 65% retidos na Terra. Isto deve-se principalmente ao efeito sobre os raios infravermelhos de gases como o Dióxido de Carbono, Metano, Óxidos de Azoto e Ozônio presentes na atmosfera (totalizando menos de 1% desta), que vão reter esta radiação na Terra, permitindo-nos assistir ao efeito calorífico dos mesmos.

Nas grandes cidades o elevado número de veículos contribui para as mudanças do clima urbano e este tem reflexos diretos sobre a biosfera e a qualidade de vida urbana.

A temperatura mais elevada é responsável pela antecipação de fenômenos fenológicos como germinação, floração e frutificação da vegetação urbana, o que por sua vez se reflete na atração e concentração de determinadas espécies de avifauna.

O depósito de partículas sólidas sobre a superfície foliar, muito acentuada em áreas de clima tropical na época seca, reduz a atividade fotossintética e a evapotranspiração. A poluição aérea atinge também a fauna. Animais, principalmente a avifauna, afastam-se de áreas altamente poluídas, em que há destruição da vegetação que é a base de cadeia trófica.

Mesmo o homem não sai ileso: a poluição do ar, principalmente associada a inversões térmicas, que provocam altas concentrações de poluentes, causa doenças respiratórias e da vista, dores de cabeça e mal estar. Os índices de mortalidade nessas épocas acusam aumento, atingido principalmente crianças e pessoas idosas.

## **POLUIÇÃO SONORA EM AMBIENTES URBANOS**

A poluição sonora é outro fenômeno do século XXI, intensificando-se principalmente a partir de 1970 quando a eletrônica criou novas técnicas de som. A escala de medição do som é expressa em decibéis (dB) que vai de zero até aproximadamente 140. Em áreas industriais, junto a aeroportos, estações rodovias e ferroviárias, junto a cruzamentos de importantes vias de circulação, os índices costumam ultrapassar de longe os 70 dB que constituem a média em centros urbanos durante o dia. Este barulho que envolve a cidade de forma contínua constitui a campânula sonora que afeta diretamente a fauna e principalmente o homem, este se for atingido durante longo tempo por altos índices de dB sofre perturbações nos sistemas nervoso e circulatório.

## **O SOLO EM SISTEMAS URBANOS**

A impermeabilização do solo urbano pelas mais diferentes formas como: asfaltamento de ruas, cimentação de calçadas e quintais, construção de edifícios, cria uma série de condições particulares que dificultam ou mesmo impedem a existência da flora e fauna. O calor refletido pelos impermeabilizantes, em especial pelo asfal-

to, afeta a vegetação que, face ao aumento da temperatura, tem aumentado sua evapotranspiração e ao mesmo tempo não encontra condições de repor a água por que o solo é seco. Como não há reciclagem de matéria orgânica, pois as folhas são varridas todos os dias e levadas embora, não existem microorganismos decompositores, o que torna o solo cada vez mais estéril. Como conseqüência temos elevado número de vegetais que morrem a médio ou longo prazo.

### O LIXO EM SISTEMAS URBANOS

A população dos centros urbanos diariamente descarta grandes quantidades de material orgânico e inorgânico que constitui parte das saídas das cidades. A coleta de lixo doméstico, industrial, hospitalar e de outros tipos, tem tido, na maioria dos centros urbanos, soluções, ainda que nem sempre as mais adequadas, mas o destino do lixo constitui um problema grave.

A produção média de lixo por habitante em centros urbanos é de aproximadamente 1 kg/dia e na zona rural, a metade.

Diferentes análises da composição do lixo doméstico mostram altas porcentagens de matéria orgânica que, depositadas a céu aberto, sem qualquer tratamento, expostas ao calor e à chuva é decomposta exalando mau cheiro em dias de claro e infiltrando-se no solo em dias de chuva através do líquido chamado “chorume” que polui o lençol freático. Calcula-se que em nosso país somente 40% do lixo recebe deposição adequada em aterros 60% são depositados a céu aberto.

Este processo de decomposição contribui para: (ROCHA, 1983 *apud* TROPMAIR, 2002)

- Poluição e contaminação do aquífero e lençol freático, conferindo patogenicidade e toxicidade às águas subterrâneas.
- Redução da flora e fauna do solo e das águas superficiais (bacias hidrográficas).
- Permanência de produtos não biodegradáveis no ambiente (especialmente plásticos).
- Eutrofização (acúmulo de nutrientes minerais) no solo e nas águas.

Aumento de vetores (artrópodes, roedores) e que, eventualmente, constituem veículo de transmissão de doenças em cães, suínos, aves e população carente. Por exemplo, em Aracaju teve uma praga do Caramujo Africano (Figura 6) e a Secretaria Municipal de Saúde em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos promoveram ações de combate.



Figura 6. O caramujo africano (*Achatina fulica*) pode transmitir uma série de doenças para o homem.

- Poluição atmosférica ao ser incinerado.
- Detrimento dos aspectos estéticos/visuais do meio ambiente.

É imperativo que todas as cidades procurem a forma mais adequada de deposição e tratamento do lixo. Os **aterros sanitários**, pelo seu baixo custo, constituem hoje uma solução viável, que pode ser adotada pelos municípios, e a coleta seletiva deve ser estimulada em todos os níveis.

## AS ÁREAS VERDES EM SISTEMAS URBANOS

As áreas verdes desempenham um papel importante no mosaico urbano, por que constituem um espaço encravado no sistema urbano cujas condições ecológicas mais se aproximam das condições normais da natureza. Assim reina nessas áreas um microclima com temperaturas mais baixas e teor de umidade mais elevada, além da redução da poluição sonora e da poluição do ar e, por isso constituem um verdadeiro refúgio para a flora e fauna cuja importância é conhecida.

Segundo a ONU, considera-se como ideal 12 metros quadrados de área verde por habitante. Praticamente todas as nossas cidades estão longe deste índice.

## Aterros sanitários

Técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Método que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão da jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário.

### A FLORA E A FAUNA NOS SISTEMAS URBANOS

Quanto maior for o afastamento das condições “naturais” e aumentarem as condições noóticas ou da “tecnosfera”, mais difícil se torna a sobrevivência dos seres vivos no espaço urbano. Poucas são as espécies de flora que conseguem resistir às condições do ambiente urbano e grande parte desaparecem a médio ou longo prazo pelos motivos já expostos. Há outras, porém, como as plantas rudeiras ou ervas daninhas que, pelo fato de não terem concorrentes, desenvolvem-se sobremaneira. Nos apartamentos o homem cultiva algumas espécies em vasos, geralmente plantas que estão “em moda” como samambaias, violetas e cactáceas.

Na fauna temos espécies que acompanham o homem e a urbanização, pois, aí encontram o habitat favorável ao seu desenvolvimento. É o caso da mosca doméstica (*Musca domestica*), da barata (*Periplaneta americana*), do rato (*Rattus rattus*), do urubu (*Coragyps atratus*) todos eles associados ao lixo, aos detritos e a sujeira urbana. Lagartixas (*Hemidactylus mabonia*), aranhas e formigas encontram nas casas condições ideais para proliferarem, na avifauna, o pardal (*Passer domesticus*), o pombo (*Columba livia*) são tipicamente urbanos. Com a expansão de imensas áreas de monocultura na zona rural, como é o caso das zonas açucareiras, de soja, e de laranjas no interior paulista, as cidades são invadidas por rolinhas (*Columbia spix*), andorinhas (*Progne chalybea domestica*) e bem-te-vis (*Pitangus sulphuratus*) figura 7.



Figura7. Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) uma das espécies adaptadas a espaços urbanos.

As andorinhas fixaram-se especialmente nas cidades (Rio Claro e São José do Rio Preto no estado de São Paulo e em Minas Novas (MG)), onde aparecem ao entardecer bandos de milhares para pernoitar em árvores de jardins, escapando de seus inimigos naturais e beneficiando-se das temperaturas amenas do clima urbano, seus excrementos porém criam um sério problema para a população. Não podemos esquecer na fauna urbana os animais que tem uma longa história de domesticação como o cachorro (canídeos) desde 10.000 A.C. e o gato (Felídeos). Nos Estados Unidos, o número de cachorros é calculado como sendo duas vezes a população do país. Para o Brasil calcula-se a existência de aproximadamente 60 milhões de cães. Pesquisadores americanos e europeus demonstram o quanto às fezes e urina destes animais contribuem para a poluição das calçadas e jardins em centros urbanos.

Vivem nos sistemas urbanos ainda os animais de estimação e de enfeite, são os canários, periquitos, tartarugas, porquinhos da Índia e muitos peixes de aquário.

Através das plantas em vasos ou pequenos canteiros e dos animais de estimação, o homem – *Homo technicus* – mantém um vínculo muito tênue porém com a natureza.

Para concluir ressaltamos que é o homem o mais afetado pelas condições ambientais reinantes nos sistemas urbanos com distúrbios e doenças físicas e psíquicas.

## OS AGROECOSSISTEMAS

### ASPECTOS GERAIS

Opondo-se às geobiocenoses ou ecossistemas naturais temos os sistemas urbanos e os agroecossistemas, ambos resultados de atividades humanas.

A explosão demográfica e crescimento acelerado da indústria exigem quantidades cada vez maiores de alimentos e de matérias primas – ambos produtos da atividade agrícola.

Durante milênios o homem vem selecionando espécies vegetais que atendem às suas necessidades. Através da seleção de sementes, pela obtenção de híbridos mais resistentes à pragas, pelo emprego de quantidades crescentes de adubos e agrodefensivos associados à expansão da área agrícola, além dos transgênicos, aumentou a produtividade. Os agroecossistemas marcam cada vez mais a paisagem rural como mini campos de poucos hectares na agricultura de subsistência e marco de campos de muitos quilômetros quadrados na agricultura de subsis-

tência e macro campos de muitos quilômetros quadrados na agricultura comercial (plantation). Porém, o plantio de extensas áreas com uma só espécie vegetal provoca desequilíbrio em todo sistema natureza. Costumamos esquecer que o meio ambiente não pode ser avaliado apenas do ponto de vista humano, é preciso lembrar que cada espécie vegetal e cada espécie animal tem o seu meio ambiente, e é justamente este que se destrói sistematicamente, através de práticas agrícolas inadequadas e pelo uso irracional do solo. A uniformização do meio rural faz desaparecer a diversidade de habitats, o que leva ao desaparecimento de muitas espécies animais. Estes, muitas vezes, ocupam o lugar de predadores na cadeia trófica e, ao desaparecerem propiciam a proliferação de insetos e pragas.

Em 1960 ocorriam no Brasil aproximadamente 250 pragas na agricultura; este número duplicou em 1985, o que leva ao emprego de quantidades cada vez maiores de agrotóxicos ou xenobióticos (VICTOR 1985 *apud* TROPPEMAIR, 2002). Estas substâncias, quando aplicadas em quantidades excessivas e quando não biodegradáveis, permanecem no solo por muitos anos, como resíduos, e são incorporados aos vegetais e, através das cadeias tróficas, atingem os animais e o próprio homem.

Também pela forma direta, pela manipulação incorreta dessas substâncias tóxicas, o homem é afetado. Ocorrem em nosso país 375.000 intoxicações agudas por ano. A cada minuto e meio uma pessoa é vítima de intoxicação, ocorrendo um caso fatal a cada 16 minutos.

## OS AGRODEFENSIVOS

A partir do século XIX e, principalmente no século XX iniciou-se o uso de produtos químicos na agricultura incrementado em 1940 pela síntese de produtos orgânicos. No Brasil, os inseticidas representaram, no início dos anos 60, a maior parcela do mercado de defensivos agrícolas, com predomínio do uso de DDT. Os fungicidas iniciaram um crescimento acentuado enquanto os herbicidas mantinham-se em baixo nível de consumo. Já no início dos anos 70 o consumo de agrodefensivos expandiu-se rapidamente, especialmente herbicidas e fungicidas.

Entre os fatores que contribuíram para o aumento do uso dos defensivos na década de 70, alinhamos:

a. Política governamental de expansão da área cultivada e conseqüente aumento da produção, principalmente das culturas de exportação. Para o êxito dessa política o crédito agrícola era sub-

sidiado e os preços de insumos (incluindo os defensivos) relativamente baixos.

b. A política de substituição de importação com o incremento da produção nacional de defensivos, especialmente fungicidas e herbicidas.

c. A elevação do custo da mão-de-obra no setor agrícola, com a extensão de diversos benefícios sociais ao trabalhador rural, o que estimulou a substituição de mão-de-obra pelo controle químico na eliminação de plantas daninhas.

d. A criação do PROÁLCOOL e a expansão da área plantada com cana de açúcar.

e. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) e o recrudescimento do ataque do bicho mineiro (*Perileacoptera coffeella*), tornando intensa a aplicação tratorizada de fungicidas e inseticidas.

f. A necessidade da criação de cultivares de menor porte para facilitar os tratamentos fitossanitários e um espaço mais amplo no plantio para facilitar a mecanização desses tratamentos, proporcionou condições para a invasão das plantas daninhas – resultando na expansão de consumo de herbicidas.

Os quadros seguintes corroboram nossas informações daquela época:

I. Índices percentuais de aumento de insumos no período de 1964 a 1979: 233,6% para inseticidas, 389,1% para tratores, 584,5% para fungicidas; 1.243,0% para fertilizantes; 5.414,2% para herbicidas.

II. Evolução do consumo de herbicidas entre 1978 e 1980 (em volume): Soja, 30%; Arroz, 31,8%; Cana-de-açúcar, 85,4%; Milho, 964,9%; Pastagem, 57,6%; Café, 41,7%; Algodão, 19,0%; Trigo, 243,0%; Citrus, 167,0%.

A partir de 1990 até os dias atuais, verifica-se tendência acentuada de queda no consumo de inseticidas, por razões diversas entre as quais elevação do preço dos insumos, a política de redução dos subsídios ao crédito agrícola e, em alguns casos, como o da soja, técnicas complementares como o controle integrado de pragas, além de maior conscientização da população contra o emprego de agrotóxicos. Entretanto, é preciso que se ressalte que as técnicas alternativas de combate às pragas, como o controle biológico e a agricultura natural se expandiu, mas mesmo assim o emprego ainda é insignificante (EMBRAPA, CNPDA, 1985).

Pela portaria 329/85 do Ministério da Agricultura fica proibido o uso e a comercialização de agrodefensivos organoclorados.

## GEOBIOCENOSSES NATURAIS E AGROECOSSISTEMAS

A análise comparativa de ecossistemas naturais e agroecossistemas permite afirmar:

1. Ecossistemas naturais tem regularização autônoma de seus fluxos e procura o equilíbrio pelas próprias forças enquanto os agroecossistemas, desenvolvidos artificialmente, pois a estrutura e os fluxos são regulados pela ação dos homens, não se mantêm sozinhos. Os agroecossistemas quando abandonados são invadidos por ervas daninhas e com elas iniciam-se as sucessões que conduzem à volta às geobiocenoses naturais.

2. Os agroecossistemas – culturas agrícolas e reflorestamentos – são fontes de poluição, degradação e desequilíbrio ambiental. Eles exigem transporte para a matéria que é incorporada aos seus fluxos, (adubos, inseticidas são *inputs*, e para a safra, que é levada aos mercados consumidores é *output*). Desta forma, não há ciclos biogeoquímicos completos.

3. Nos sistemas naturais há reciclagem de parte da biomassa através dos ciclos biogeoquímicos e todos os processos se realizam no próprio local, o que não ocorre com os agroecossistemas.

Para diminuir a poluição e a degradação há necessidade de nos aproximarmos no uso do solo agrícola da zona rural ao máximo dos processos dos sistemas naturais.

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DAS GEOBIOCENOSSES NATURAIS

As geobiocenoses naturais obedecem a 4 princípios: 1) crescimento, 2) produtividade, 3) diversidade e 4) equilíbrio.

1) Crescimento – O crescimento é um processo biológico que se reflete na dinâmica das populações. Há momentos de aceleração e de redução nestes processos devido a fatores biológicos e ecológico-ambientais. O crescimento está associado a ciclos de retroalimentação.

2) Produtividade – A produtividade é representada pela biomassa, que representa energia armazenada e que se reflete na estrutura do ecossistema. A produtividade depende de quatro fatos: a) da energia solar que varia com a latitude e altitude; b) da autoregularização em que o próprio sistema limita o número de indivíduos por área; c) da cadeia trófica que interfere na dinâmica populacional; d) da reciclagem que reincorpora produtos em

decomposição ou introduz novos elementos nos ciclos biogeoquímicos.

A produtividade varia com o biotipo, pois cada local apresenta condições específicas. Se compararmos os ecossistemas numa área montanhosa, verificamos que os que se localizam no topo são sistemas de perda e os do sopé são de ganho. No alto, o intemperismo, que libera novas substâncias, é mais intenso enquanto nos sopés a lixiviação tem maior atuação. Este fato explica porque os sopés de serras e os deltas são os grandes celeiros do mundo.

A regra fundamental da autoregularização diz que deve haver equilíbrio entre produção, consumo e decomposição ou reciclagem. Nos agroecossistemas a retirada de material orgânico é muito grande e em seu lugar são introduzidas substâncias que não existem na natureza. São produtos não biodegradáveis como os agrotóxicos que perturbam e desequilibram todo o sistema. Podemos verificar que o homem nos dias atuais não reincorpora as substâncias nos diferentes sistemas naturais, mas apenas transfere a matéria de um local para outro. Resíduos são enterrados e despejados nos rios e mares, lançados à atmosfera pela fumaça da queima, mas quase nunca reincorporados aos ciclos biogeoquímicos por não serem biodegradáveis.

3) Diversidade – É o princípio fundamental da própria vida. A natureza é, em qualquer lugar, altamente diversificada, é a Biodiversidade. A agricultura abandona a diversidade e procura a uniformidade que é mais vantajosa do ponto de vista econômico, mas é altamente prejudicial do ponto de vista ecológico, por causa da extinção de habitats, contrariando o princípio fundamental da própria vida. Hoje o homem cultiva aproximadamente 25 culturas principais para a indústria (algodão, soja, etc.) e para seu sustento (arroz, feijão, etc.).

4) Equilíbrio – Nos sistemas naturais, através dos ciclos biogeoquímicos, há autoregularização ou equilíbrio, o que não ocorre nos agroecossistemas. O desequilíbrio, que é sinônimo de instabilidade, é causado principalmente pela entrada (input) de substâncias que não existem na natureza, os produtos químicos não biodegradáveis.

Além dos quatro princípios, devemos ter em mente que a agricultura deve ter dois objetivos fundamentais:

- fornecer alimentos à população e matéria-prima à indústria e,
- modelar a paisagem rural através de diferentes estruturas e mosaicos.

Estes objetivos são responsáveis pelas técnicas empregadas no manuseio dos agroecossistemas: o uso desmensurado de aparelhos e produtos químicos, o que é frontalmente contrário aos quatro princípios fundamentais dos ecossistemas naturais e, portanto, é

anti-ecológico. Os agroecossistemas são necessários, porém, devem aproximar-se ao máximo aos ecossistemas naturais, para que perturbações e desequilíbrios ambientais possam ser diminuídos. A geografia, ciência do espaço, pode de forma decisiva contribuir para a organização correta do espaço rural, cabendo às ciências agrárias oferecer soluções para a substituição da tecnologia dos *inputs* artificiais por uma tecnologia com *inputs* biodegradáveis que participem dos ciclos biológicos.

### CONCLUSÃO

O princípio básico do estudo de sistemas é o da conectividade. Pode-se compreender um sistema como um conjunto de elementos com um conjunto de ligações entre esses elementos; e um conjunto de ligações entre o sistema e seu ambiente, isto é, cada sistema se compõe de subsistemas, e todos são parte de um sistema maior, onde cada um deles é autônomo e ao mesmo tempo aberto e integrado ao meio, ou seja, existe uma inter-relação direta com o meio (sistemas abertos). Todos os sistemas devem descrever-se como realidades mistas de objetos e de relações que não podem existir separadamente de tal modo que não exclua a sua unidade. Deve-se ter em mente que Geossistemas não devem ser confundidos com Ecossistemas, tanto em função de sua espacialidade, quanto, e principalmente, no concernente ao seu foco. O Ecossistema pode ser qualquer “unidade que inclui a totalidade de organismos em uma área interagindo com o meio ambiente físico, de modo que o fluxo de energia promove a permuta de materiais entre os componentes vivos e abióticos”, assim o ecossistema estaria diretamente ligado à Ecologia. O ecossistema sempre mantém os fluxos convergentes ao organismo, o Geossistema simplesmente liga os componentes da natureza.

### RESUMO

A teoria de geossistemas surgiu, na escola russa, de um esforço de teorização sobre o meio natural com suas estruturas e seus mecanismos tal como existem objetivamente na natureza. A base dessa teoria corresponde ao conceito de que as geosferas terrestres estão interrelacionadas por fluxos de matéria e energia. O reflexo dessa interação na superfície terrestre é a existência de uma geosfera complexa (Esfera físico-geográfica) que comporta a forma geográfica do movimento da matéria. Os Geossistemas são sistemas territoriais naturais que se distinguem na envoltura geográfica, em diversas ordens dimensionais, generalizadamente nas dimensões regional e



topológica. São subsistemas da envoltura geográfica sendo ela própria um geossistema de nível planetário. Conexão entre ecossistema e geossistemas é, freqüentemente, essencial para a compreensão do papel desempenhado pela biota na construção energética do meio geográfico e de algumas de suas regiões. Exatamente por isso os ecossistemas são de grande interesse para o geógrafo. Representa em seu conjunto, uma enorme e muito complicada instalação energética no espaço geográfico. Um ecossistema pode ser definido como toda unidade que inclua a totalidade dos organismos vivos de um lugar, interagindo entre si e com o meio físico, de modo que um fluxo de energia conduza a uma diversidade biótica, a uma estrutura trófica e à ciclagem de materiais. Quando esta unidade tem objetivos e funções claramente definidos de agricultura passa a ser chamado de agroecossistema. Nos processos agrícolas modernos um sistema agrícola pode ser também um sistema ecológico, quando apresentam necessariamente aquelas características fundamentais dos ecossistemas: diversidade biótica, estrutura trófica e ciclos de materiais.

### ATIVIDADES

Pesquise como acontece o sistema de deposição e tratamento do lixo na prefeitura da sua cidade, existe aterro sanitário e coleta seletiva? Descreva as áreas verdes da sua cidade?



### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula conheceremos as relações homem-natureza. Discutiremos sobre o conceito de segunda natureza, a natureza humanizada



### REFERÊNCIAS

- DOXIADIS, C.A. **Sobre la ciudades leneales, la ciudad:** problemas de diseño y estructura. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S/A. 1968.
- ELHAI, H. **Biogéographie.** Paris: Librairie Armand Collin, 1968.
- JALAS, J. Hemerokorit ja hemerobit. **Luonnon Tutkija**, n. 57, p.12-16, 1953.
- SOTCHAVA, V. B. Estudo do geossistema. Instituto de Geografia, USP, **Métodos em questão.** 1977.
- TROPPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** Rio Claro: Editora Independente, 2002.
- <http://www.semarh.se.gov.br>
- <http://www.embrapa.gov.br>
- [http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/glossario\\_um.php?escolha=v](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/glossario_um.php?escolha=v)