

Ministério do Meio Ambiente

# *Fragmentação de Ecossistemas*

Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e  
Recomendações de Políticas Públicas



*Biodiversidade*

6

# **FRAGMENTAÇÃO DE ECOSSISTEMAS**

Causas, efeitos sobre a biodiversidade e  
recomendações de políticas públicas

Equipe Probio – Projeto de Conservação e de Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira: André Deberdt, Angélica Maria Cunha, Cilulia Maury, Daniela A. S. Oliveira, Danilo Pisani de Souza, Edileide Silva, Karina Pereira, Laura Rabello, Márcia Noura Paes, Marinez Costa, Rita de Cássia Condé e Rosângela Abreu.

Coordenadores de subprojetos

Aldicir Scariot, Deborah Faria, Denise Rambaldi, Edivani Villaron Franceschinelli, Gilda Guimarães Leitão, Guarino Colli, Laury Cullen Júnior, Luiz Cláudio de Oliveira, Paula Schneider, Paulo Roberto Castella, Odete Rocha, Raquel Teixeira de Moura, Rui Cerqueira, Stephen F. Ferrari e Yasmine Antonini

Organizadoras

Denise Marçal Rambaldi  
Daniela América Suárez de Oliveira

Supervisão editorial

Cilulia Maury

Capa

Angela Ester Duarte

Projeto gráfico

Marilda Donatelli  
Ricardo Cayres

Revisão

Maria Beatriz Maury de Carvalho

Fotos gentilmente cedidas por: Aldicir Scariot, Antônio Augusto F. Rodrigues, Bruno Pimenta, Evandro Mateus Moretto, Fabiano Rodrigues de Melo, Fabrício Alvim Carvalho, Flávio Siqueira de Castro, Guarino Colli, Gustavo M. Accacio, Júlio César R. Fontenelle, Katia Sendra Tavares, Laury Cullen Junior, Magno Botelho Castelo Branco, Marcílio Thomazini, Marianna Dixo, Odete Rocha, Reginaldo Constantino, Ricardo Miranda de Britez, Rômulo Ribon, Welber Senteio Smith, WWW/Juan Pratginestós

Apoio Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio; Global Environment Facility – GEF; Banco Mundial – BIRD; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD - Projeto BRA/00-021

---

Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas / Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.)  
Brasília: MMA/SBF, 2003.  
510 p.

ISBN – 87166-48-4

1. Meio Ambiente 2. Biodiversidade 3. Ecossistemas. I. Brasil. Ministério do Meio Ambiente.

---

CDU 574

Ministério do Meio Ambiente – MMA  
Centro de Informação e Documentação Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental  
Esplanada dos Ministérios – Bloco B – térreo  
70068-900 – Brasília/DF  
Tel.: 55 61 317 1235 Fax: 55 61 224 5222  
e-mail: cid@mma.gov.br

Ministério do Meio Ambiente  
Secretaria de Biodiversidade e Florestas

# **FRAGMENTAÇÃO DE ECOSSISTEMAS**

Causas, efeitos sobre a biodiversidade e  
recomendações de políticas públicas

Brasília – DF  
2003



# Sumário

	Prefácio	7
	Apresentação	9
	Agradecimentos	11
	Os autores	13
	Siglas	17
Seção I	Introdução	
	Por que usar nomes científicos	22
1	Fragmentação: alguns conceitos	23
Seção II	Causas da fragmentação	
2	Causas naturais	43
3	Causas antrópicas	65
Seção III	Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade	
4	Vegetação e flora	103
5	Mamíferos	125
6	Aves	153
7	Anfíbios e répteis	183
8	Organismos aquáticos	201
9	Insetos	239
10	Interações entre animais e plantas	275
11	Genética de populações naturais	297
12	A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese	317
Seção IV	Gestão de paisagens fragmentadas e recomendações de políticas públicas	
13	Manejo de populações naturais em fragmentos	327
14	Manejo do entorno	347
15	Ferramentas biológicas para investigação e monitoramento dos habitats naturais fragmentados	367
16	Políticas públicas e a fragmentação de ecossistemas	391
Anexos		
	Caracterização dos subprojetos	423
	Glossário	485



## Prefácio

Desde que o Brasil tornou-se signatário da Convenção sobre a Diversidade Biológica, durante a Rio 92, o tema Biodiversidade vem permeando várias iniciativas deste Ministério, resultando, entre outras, na criação em 1999 da Secretaria de Biodiversidade e Florestas. É imenso o desafio que o Ministério do Meio Ambiente enfrenta diariamente para proteger, de forma sustentável, para toda a sociedade brasileira, atual e futura, aquilo que é um de seus maiores patrimônios, a diversidade biológica do país, incluindo-se aqui a qualidade dos ambientes terrestres e aquáticos continentais e marinhos.

O MMA busca, por intermédio de seus programas e projetos a criação e a consolidação de ações que oportunizem a participação das várias instâncias envolvidas nas questões ambientais, com o intuito de permitir uma maior aproximação dos vários atores sociais em suas tomadas de decisão.

Como parte desse propósito, o MMA vem executando o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), implementado com recursos do Governo Brasileiro, no valor de 10 milhões de dólares, acrescidos de recursos de doação do Fundo para o Meio Ambiente Global (GEF), no mesmo valor, administrados pelo Banco Mundial e em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Como parte de sua estratégia para o estabelecimento de diretrizes para a conservação da diversidade biológica brasileira e sua utilização sustentável, o Probio vem lançando editais públicos para seleção de projetos sobre variados temas, o que resultou, até o momento, em 85 subprojetos contratados que envolvem em sua execução mais de 150 instituições públicas e organizações não governamentais nacionais e internacionais. Os resultados destes subprojetos e suas implicações para a biodiversidade brasileira vêm sendo apresentados em publicações da série "Biodiversidade", que conta até o momento com cinco volumes.

É com grande satisfação, portanto, que apresento o sexto volume dessa coleção, com o resultado alcançado por 15 subprojetos que foram selecionados por meio do Edital Probio 01/1997 e que foram executados no período de 1998 a 2002. Num esforço de síntese, todos os coordenadores dos subprojetos e integrantes das equipes técnicas destes, somando mais de 120 autores, produziram em conjunto esta publicação, que apresenta os resultados das análises feitas para identificação de causas e conseqüências da fragmentação de ecossistemas sobre a biodiversidade brasileira. Com base nos resultados obtidos, o livro ainda apresenta propostas de adequações, melhorias, criação e muitas vezes compatibilização de políticas públicas visando à mitigação, prevenção e reversão dos efeitos adversos da fragmentação de ambientes sobre a diversidade biológica brasileira.

O livro adota também o conceito de sustentabilidade visando à obtenção de resultados permanentes decorrentes das políticas sugeridas pelos Projetos, não apenas do ponto de vista ambiental, como também social, econômico e político.

O texto, como poderá ser visto, foi construído em uma linguagem acessível à maioria das pessoas que tem a responsabilidade e o interesse



no conhecimento sobre os impactos da fragmentação sobre a biodiversidade, e que necessitam destas informações para tomar decisões sobre este tema.

Esta publicação evidencia a intenção deste Ministério na aproximação com a sociedade brasileira em busca de maior conhecimento e de construção de propostas visando à melhoria das condições ambientais e a reversão dos efeitos adversos sobre estas.

*Marina Silva*  
Ministra do Meio Ambiente

## Apresentação

Em dezembro de 1997 o Projeto de Conservação e de Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - Probio lançou o Edital 01/1997 visando selecionar propostas que abordassem o tema “Fragmentação de Ecossistemas Naturais” e que resultassem em recomendações de políticas públicas para mitigar os efeitos da perda da biodiversidade causada pela fragmentação dos ecossistemas brasileiros.

Desta forma, foram selecionadas, então, 15 propostas que apresentaram variados e ricos enfoques de abordagem ao tema proposto. Assim obtiveram-se projetos analisando, por exemplo, em fragmentos de diferentes tamanhos, os aspectos relacionados à variação da qualidade nutricional de plantas ingeridas por animais, a identificação da diversidade de espécies ocorrentes nesses fragmentos e a proposição de alternativas de manejo, visando restaurar a conectividade entre eles e garantir a dispersão das espécies e o fluxo gênico.

Os projetos e as instituições que os executaram foram os seguintes:

1. Conservação, manejo e restauração de fragmentos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: mamíferos como táxon focal para a formulação de estratégias. Associação Mico-Leão-Dourado
2. Efeito do processo de fragmentação florestal na sustentabilidade de alguns ecossistemas periféricos aos eixos rodoviários no sudoeste acreano. Embrapa-Acre
3. A fragmentação e a qualidade da dieta do primata folívoro endêmico da floresta Atlântica. Fundação BIORIO
4. Efeito da fragmentação de áreas úmidas nas populações de aves limícolas migratórias intercontinentais: uma análise sobre os corredores migratórios no norte do Brasil. Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – FADESP
5. Efeitos da fragmentação de habitat sobre populações de mamíferos no Médio e Baixo Tapajós, Pará. Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – FADESP
6. Estratégia para conservação e manejo de biodiversidade: fragmentos de florestas semidecíduas. Fundação Dalmo Giacometti
7. Fragmentação natural e artificial de rios: comparação entre os lagos do Médio rio Doce (MG) e as represas do Médio Tietê (SP). FAL-UFSCar
8. Estudos de conservação e recuperação de fragmentos florestais da APA de Camanducaia. Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP
9. Efeitos temporais e espaciais da fragmentação de habitats em populações de insetos e pássaros: subsídios para o manejo e conservação de florestas. Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP
10. Estrutura e dinâmica da biota de isolados naturais e antrópicos do cerrado. Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos – FINATEC
11. Conservação do bioma floresta com araucária. Fundação de Pesquisas Florestais - FUPEF

12. Remanescentes de florestas na região de Una – RESTAUNA. Fundação Pau Brasil - FUNPAB

13. A fragmentação sutil, um estudo na Mata Atlântica. Fundação Universitária José Bonifácio - FUJB

14. Abordagens ecológicas e instrumentos econômicos para o estabelecimento do corredor do descobrimento: uma estratégia para reverter a fragmentação florestal na Mata Atlântica do sul da Bahia. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia – IESB

15. Ilhas de biodiversidade como corredores na restauração da paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema, São Paulo. Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ

Estiveram envolvidas na execução desses projetos mais de 50 instituições governamentais (em suas diferentes esferas) e não governamentais, contando com a participação de 315 pesquisadores seniores, pós-doutorandos, alunos de pós-graduação de mestrado e doutorado e alunos de graduação, além de técnicos de nível superior e médio. A produção acadêmica resultante foi também fértil: três livros lançados (havendo ainda quatro outros no prelo), 71 artigos publicados em revistas científicas e mais de 170 apresentações realizadas em congressos, seminários e reuniões científicas.

Mais que apenas apoiar projetos houve, por parte do Probio, a preocupação em capacitar pesquisadores para trabalhar com o tema da biodiversidade. Até o momento 16 doutores defenderam suas teses relacionadas à fragmentação de ambientes naturais, 39 mestrados foram finalizados além de 22 monografias de graduação. Há ainda vários outros pesquisadores que em breve estarão finalizando seus trabalhos.

O valor apoiado pelo Ministério do Meio Ambiente, CNPq, Banco Mundial e GEF totalizou R\$ 7.265.000,00 e foram dados como contrapartida mais R\$ 7.939.000,00, totalizando um investimento de R\$ 15.204.000,00.

Todos estes números e pesquisadores envolvidos ilustram a amplitude e o envolvimento interinstitucional conseguidos para obtenção dos resultados alcançados.

Para sintetizá-los e divulgá-los para a sociedade brasileira o Ministério do Meio Ambiente optou por elaborar esta publicação. Sua viabilização implicou na realização, ao longo de 12 meses, de três reuniões de trabalho com a presença dos vários autores dos capítulos, para a redação e discussão de formato e conteúdo do livro. Ao final desse esforço, obteve-se este documento que, com satisfação, é disponibilizado a todos. Ele apresenta resultados consistentes e que muito deverão contribuir para a formulação e ajuste das políticas públicas relacionadas à conservação da biodiversidade dos ecossistemas brasileiros.

*João Paulo Ribeiro Capobianco*  
Secretário de Biodiversidade e Florestas

## Agradecimentos

Nos dias atuais, com o profundo e acelerado processo de fragmentação dos ecossistemas brasileiros, a maioria das espécies da flora e da fauna está representada por conjuntos de pequenas populações cada vez mais isoladas umas das outras. Os efeitos negativos deste processo sobre a biodiversidade e, conseqüentemente, sobre a integridade dos processos ecológicos e serviços ambientais prestados pelos ecossistemas, configuram um cenário preocupante porque ainda pouco conhecido em suas conseqüências no longo prazo.

Esta preocupação e a busca por soluções científicas e políticas para minimizar as perdas de biodiversidade nas próximas décadas, foi materializada pelo Probio com o lançamento do Edital 01/97, visando financiar projetos que abordassem a fragmentação dos ecossistemas naturais no Brasil sob diversas perspectivas. O Probio financiou 15 projetos, cujos resultados principais são sintetizados neste volume. No entanto, o Probio foi além de simplesmente demonstrar os efeitos negativos da fragmentação, reconhecendo que grande parte das soluções de mitigação destes impactos encontra-se na integração estratégica das políticas públicas setoriais que, de forma direta ou indireta, contribuem para o agravamento do processo de fragmentação. Todos os projetos apoiados pelo Probio, em algum momento de sua execução, depararam-se com políticas públicas desarticuladas - seja em nível nacional, estadual ou municipal - que contribuem de maneira decisiva com os processos, via de regra desordenados, de uso e ocupação do solo.

Inevitavelmente, algumas perguntas deveriam ser respondidas: quanto os agentes públicos responsáveis pelo processo de decisão política estão informados a respeito da fragmentação de ecossistemas e seus impactos negativos? Como nós pesquisadores, educadores e gestores de áreas naturais, estamos (ou não) transmitindo informações científicas para que esses agentes possam balizar suas decisões políticas? Quais são os instrumentos disponíveis para tornar esse processo de comunicação mais eficiente? A tentativa de responder a estas perguntas foi consubstanciada na publicação deste volume que têm como destinatários os agentes públicos tomadores de decisão.

Organizado de forma didática, com linguagem técnica, porém simples e acessível ao público pouco familiarizado com a questão, este volume aborda os aspectos históricos da fragmentação natural e antrópica; os aspectos biológicos através dos efeitos da fragmentação sobre diversos grupos taxonômicos e processos ecológicos estudados; algumas técnicas usadas na gestão de paisagens e populações fragmentadas e, finaliza com um breve cenário das políticas públicas que, reconhecidamente, têm contribuído para o isolamento de habitats naturais. A consolidação de todos estes aspectos está nas inúmeras recomendações traçadas a partir dos resultados de cada projeto e destacadas em cada um dos capítulos deste volume.

O desejo de todos os envolvidos neste esforço, que não foi pequeno, é despertar, e manter, o interesse político pela conservação dos ecossistemas brasileiros; é fazer com que a fragmentação antrópica seja reconhecida e tratada como uma das mais fortes e iminentes ameaças sobre os biomas brasileiros.

Finalmente, em nome dos 124 autores, parabenizamos o Probio e o CNPq pela iniciativa inédita e agradecemos pelo apoio aos 15 projetos cujos resultados tornaram possível esta publicação.

*Denise Marçal Rambaldi*

## Os Autores

1. Adriana Daudt Grativol, Bióloga, M.Sc., Universidade Estadual Norte Fluminense e Associação Mico-Leão-Dourado, [adg@uenf.br](mailto:adg@uenf.br)
2. Adriana Maria Güntzel, bióloga, Ph.D., Universidade Federal de São Carlos e Instituto Internacional de Ecologia, [aguntzel@uol.com.br](mailto:aguntzel@uol.com.br)
3. Adriani Hass, Bióloga, Ph.D., Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, [ahass@cnpq.br](mailto:ahass@cnpq.br)
4. Aldicir Scariot, Engenheiro Florestal, Ph.D., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, [scariot@cenargen.embrapa.br](mailto:scariot@cenargen.embrapa.br)
5. Alexandra Santos Pires, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, [aspirez@biologia.ufrj.br](mailto:aspirez@biologia.ufrj.br)
6. Alexandre Bonesso Sampaio, Engenheiro Florestal, M.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, [bonesso@cenargen.embrapa.br](mailto:bonesso@cenargen.embrapa.br)
7. Alexandre Damasceno, Biólogo, M.Sc., Universidade Federal de Minas Gerais, [alegdamasceno@ig.com.br](mailto:alegdamasceno@ig.com.br)
8. Ana Lucia Mello, Bióloga, AGUARI, [aguari@micropic.com.br](mailto:aguari@micropic.com.br)
9. Ana Tereza Lyra Lopes, Bióloga, M.Sc., Museu Paraense Emílio Goeldi, [atllopes@yahoo.com](mailto:atllopes@yahoo.com)
10. Ana Yamaguishi Ciampi, Bióloga, Ph.D., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, [aciampi@cenargen.embrapa.br](mailto:aciampi@cenargen.embrapa.br)
11. Anderson Cássio Sevilha, Biólogo, M.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, [sevilha@cenargen.embrapa.br](mailto:sevilha@cenargen.embrapa.br)
12. André Lima, Advogado, M.Sc., Instituto Socioambiental, [alima@socioambiental.org](mailto:alima@socioambiental.org)
13. André Nemésio, Biólogo, Universidade Federal de Minas Gerais, [nemesio@icb.ufmg.br](mailto:nemesio@icb.ufmg.br)
14. André Luís Ravetta, Biólogo, M.Sc., Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará, [alravetta@hotmail.com](mailto:alravetta@hotmail.com)
15. Angélica Uejima, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal do Paraná, [poospiza@terra.com.br](mailto:poospiza@terra.com.br)
16. Aníbal dos Santos Rodrigues, Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, [arodrigues@intercoop.com.br](mailto:arodrigues@intercoop.com.br)
17. Antônio Augusto Ferreira Rodrigues, Biólogo, Ph.D., Universidade Federal do Maranhão, [augusto@ufma.br](mailto:augusto@ufma.br)
18. Ariane Paes de Barros Werckmeister Thomazini, Engenheira Agrônoma, Ph.D., Delegacia Federal de Agricultura no Acre, [ssv-ac@agricultura.gov.br](mailto:ssv-ac@agricultura.gov.br)
19. Arnola Cecília Rietzler, bióloga, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, [rietzler@icb.ufmg.br](mailto:rietzler@icb.ufmg.br)
20. Arthur Brant, Biólogo, Universidade de Brasília, [abrant@unb.br](mailto:abrant@unb.br)
21. Béríte Cabral, Bióloga, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense, [beritz@bol.com.br](mailto:beritz@bol.com.br)
22. Bruno Vergueiro Silva Pimenta, Biólogo, Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia, Universidade Federal de Minas Gerais, [bvs@hotmail.com](mailto:bvs@hotmail.com), [brunopimenta@softhome.net](mailto:brunopimenta@softhome.net)
23. Carlos Eduardo de Viveiros Grelle, Biólogo, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, [grellece@biologia.ufrj.br](mailto:grellece@biologia.ufrj.br)
24. Carlos Ramon Ruiz, Zoólogo, Ph.D., Associação Mico-Leão-Dourado e Universidade Estadual do Norte Fluminense, [cruiz@uenf.br](mailto:cruiz@uenf.br)
25. Cimone Rozendo de Souza, Socióloga, M.Sc., INTERCOOP, [cimonej@terra.com.br](mailto:cimonej@terra.com.br)
26. Cláudio Valladares Pádua, Biólogo, Ph.D., Instituto de Pesquisas Ecológicas e Universidade de Brasília, [cpadua@unb.br](mailto:cpadua@unb.br)
27. Cristiana Saddy Martins, Bióloga, M.Sc., Instituto de Pesquisas Ecológicas, [ipe cristi@uol.com.br](mailto:ipe cristi@uol.com.br)

28. Cristiane Gomes Batista, Bióloga, M.Sc., Universidade de Brasília, cris-mrsdf@abord.com.br
29. Daniel Luis Mascia Vieira, Biólogo, M.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, dvieira@cenargen.embrapa.br
30. Davyson de Lima Moreira, Farmacêutico, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, davy1000@hotmail.com
31. Débora Leite Silvano, Bióloga, M.Sc., Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia, Universidade Federal de Minas Gerais, debora@sete-sta.com.br, dsilvano@softhome.net
32. Deborah Maria de Faria, Bióloga, Ph.D., Universidade Estadual de Santa Cruz e Instituto Driades, institutodriades@uol.com.br
33. Denise Alemar Gaspar, Bióloga, M.Sc., Universidade Estadual de Campinas, hztec@lexxa.com.br
34. Denise Marçal Rambaldi, Engenheira Florestal e Bacharel em Direito, Associação Mico-Leão-Dourado, rambaldi@micoleao.org.br
35. Diogo de Carvalho Cabral, estudante de Geografia, FIOCRUZ, keybrow@ig.com.br
36. Dora Maria Villela, Bióloga, Ph.D., Universidade Estadual Norte Fluminense e Associação Mico-Leão-Dourado, dora@uenf.br
37. Douglas Kajiwara, Biólogo, autônomo, poospiza@terra.com.br
38. Dulcinéia de Carvalho, Engenheira Florestal, Ph.D., Universidade Federal de Lavras, dulce@ufla.br
39. Edivani Villaron Franceschinelli, Bióloga, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, edivani@icb.ufmg.br
40. Eduardo Andrade Botelho Almeida, Biólogo, M.Sc., Universidade Federal de Minas Gerais, ealmeida@icb.ufmg.br
41. Eduardo Humberto Ditt, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Instituto de Pesquisas Ecológicas, eduditt@ipe.org.br
42. Eduardo Mariano Neto, Biólogo, M.Sc., Universidade de São Paulo, eduardo\_mariano@hotmail.com
43. Elena Charlotte Landau, Bióloga, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, landau@icb.ufmg.br
44. Eleonore Zalnara Freire Setz, Bióloga, Ph.D., Universidade Estadual de Campinas, setz@unicamp.br
45. Ernesto B. Viveiros de Castro, Biólogo, M.Sc., IBAMA / Brasília, ernesto@biologia.ufrj.rj
46. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola, Biólogo, Ph.D., Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, elgaeta@sc.usp.br
47. Evandro Mateus Moretto, Biólogo, M.Sc., Universidade de São Paulo, evandromm@yahoo.com
48. Evandro Orfanó Figueiredo, Engenheiro Agrônomo, EMBRAPA Acre, orfano@cpafac.embrapa.br
49. Evonnildo da Costa Gonçalves, Biomédico, M.Sc., Universidade Federal do Pará, ecostag@ufpa.br
50. Fabiano Godoy, Engenheiro Cartógrafo, Associação Mico-Leão-Dourado, fabianogodoy@micoleao.org.br
51. Fernando Antônio dos Santos Fernandez, Biólogo, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, rodentia@biologia.ufrj.br
52. Fernando Amaral Silveira, Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, fernando@icb.ufmg.br
53. Flávio Antônio Mães dos Santos, Biólogo, Ph.D., Universidade Estadual de Campinas, fsantos@unicamp.br
54. Gilberto Tiepolo, Engenheiro Florestal, M.Sc., Sociedade de Pesquisa em Vida Silvestre e Educação Ambiental - SPVS, carbono@spvs.org.br
55. Gilda Guimarães Leitão, Farmacêutica, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, gggleitao@nppn.ufrj.br, gggleitao@hotmail.com
56. Giuliana Mara Patrício Vasconcelos, Engenheira Florestal, M.Sc., Universidade de São Paulo, gmpvasco@carpa.ciagri.usp.br
57. Guarino Rinaldi Colli, Biólogo, Ph.D., Universidade de Brasília, grcolli@unb.br

58. Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca, Biólogo, Ph.D., Conservation International, g.fonseca@conservation.org
59. Gustavo de Mattos Accacio, Biólogo, M.Sc., Universidade de São Paulo, mechanitis@aol.com
60. Helga Correa Wiederhecker, Bióloga, M.Sc., Universidade de Brasília, helga@unb.br
61. Herbert Gomes, Geógrafo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gherbert@ufrj.br
62. Idésio Luis Franke, Engenheiro Agrônomo, Economista, EMBRAPA Acre, idesio@cpafac.embrapa.br
63. Jeanine Maria Felfili, Engenheira Florestal, Ph.D., Universidade de Brasília, felfili@unb.br
64. Jefferson Ferreira Lima, Técnico Agrícola, Instituto de Pesquisas Ecológicas, jeff.lima@stetnet.com.br
65. Joema Rodrigues Povoá, Engenheira Agrônoma, M.Sc., Universidade Federal de Lavras
66. José Roberto Rodrigues Pinto, Engenheiro Florestal, Ph.D., Universidade de Brasília, jrripinto@uol.com.br
67. José Vicente Ortiz, Biólogo, M.Sc., Universidade Estadual de Santa Cruz, zecaortiz@uol.com.br
68. Judith Tiomny Fizon, Engenheira Sanitarista, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, jtfizon@openlink.com.br
69. Julio Ernesto Baumgarten, Biólogo, M.Sc., Universidade Estadual de Santa Cruz e Instituto Driades, baumgart@uesc.br e institutodriades@uol.com.br
70. Júlio César Rodrigues Fontenelle, Biólogo, M.Sc., Universidade Federal de Minas Gerais, juliocrf@icb.ufmg.br
71. Katia Sendra Tavares, Bióloga, Universidade Federal de São Carlos, katia.st@uol.com.br
72. Katia Yukari Ono, Ecóloga, AGUARI, aguari@micropic.com.br
73. Keith Alger, Cientista Político, Ph.D., Conservation International, k.alger@conservation.org
74. Laura Jane Gomes, Engenheira Florestal, M.Sc., Universidade Estadual de Campinas e AGUARI, aguari@micropic.com.br
75. Laury Cullen Jr., Engenheiro Florestal, M.Sc., Instituto de Pesquisas Ecológicas, lcullen@stetnet.com.br
76. Leonardo Barros Ventorim, Engenheiro Agrimensor, Associação Mico-Leão-Dourado, leomou@micoleao.org.br
77. Lúcia Helena Wadt, Engenheira Florestal, Ph.D., EMBRAPA Acre, lucia@cpafac.embrapa.br
78. Luís Cláudio de Oliveira, Engenheiro Florestal, M.Sc., EMBRAPA Acre, lclaudio@cpafac.embrapa.br
79. Luiz Fernando Gonçalves Leandro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, INTERCOOP, luizintercoop@bol.com.br
80. Magno Botelho Castelo Branco, Biólogo, Universidade Federal de São Carlos, magno@altern.org
81. Marcelo Trindade Nascimento, Biólogo, Ph.D., Universidade Estadual Norte Fluminense e Associação Mico-Leão-Dourado, mtn@uenf.br
82. Márcia Sepúlveda Guilherme, Farmacêutica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, marciasg2002@yahoo.com.br
83. Marcílio José Thomazini, Engenheiro Agrônomo, Ph.D., EMBRAPA Acre, marcilio@cpafac.embrapa.br
84. Marco Aurélio Mello, Biólogo, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, marco-mello@bol.com.br
85. Marcus Vinícius Vieira, Biólogo, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, mvvieira@biologia.ufrj.br
86. Maria Inês Morato, Engenheira Florestal, Universidade Autônoma do México, morato@ecologia.edu.mx
87. Maria Izabel Radomski, Engenheira Agrônoma, M.Sc., INTERCOOP, izabel@intercoop.com.br
88. Maria Paula Cruz Schneider, Bióloga, Ph.D., Universidade Federal do Pará, paula@ufpa.br
89. Marianna Botelho de Oliveira Dixo, Bióloga, M.Sc., Universidade de São Paulo, maridixo@ib.usp.br
90. Mauricio Borges Sampaio Cunha, Psicólogo, AGUARI, aguari@micropic.com.br



91. Nadia Waleska Valentim Pereira, Bióloga, Universidade Federal de Lavras, nadiavp@mailbr.com.br
92. Natalie Olifiers, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, natalieo@biologia.ufrj.br
93. Nazira C. Camely, Economista, M.Sc., Universidade Federal do Acre, nazira@ufac.br
94. Nilson de Paula Xavier Marchioro, Engenheiro Agrônomo, Ph.D., INTERCOOP, nmarchioro@intercoop.com.br
95. Odete Rocha, Bióloga, Ph.D., Universidade Federal de São Carlos, doropower@ufscar.br
96. Paula Procópio de Oliveira, Bióloga, Ph.D., Associação Mico-Leão-Dourado, ppo@micoleao.org.br
97. Paulo Henrique Chaves Cordeiro, Biólogo, M.Sc., Center for Applied Biodiversity Science – CABS, Universidade Federal de Minas Gerais, paulo.cordeiro@ornis.com.br
98. Paulo Roberto Castella, Engenheiro Agrônomo, Secretaria de Meio Ambiente do Paraná, Probio.araucaria@ig.com.br, castela@pr.gov.br
99. Raquel Teixeira de Moura, Bióloga, M.Sc., Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia, Universidade Federal de Minas Gerais, rmoura@iesb.org.br
100. Reginaldo Constantino, Biólogo, Ph.D., Universidade de Brasília, constant@unb.br
101. Renata Fraccacio, Bióloga, M.Sc., Universidade de São Paulo, rfrac@terra.com.br
102. Renata Pardini, Bióloga, Ph.D., Universidade de São Paulo, renatapardini@uol.com.br
103. Ricardo Henrique Gentil Pereira, Biólogo, M.Sc., Universidade de São Paulo, rhgentil@zipmail.com.br
104. Ricardo Miranda de Brites, Biólogo, Ph.D., Sociedade de Pesquisa em Vida Silvestre e Educação Ambiental - SPVS, rmbrites@netpar.com.br
105. Rômulo Ribon, Biólogo, M.Sc., Universidade Federal de Minas Gerais, ribon@icb.ufmg.br
106. Rosan Valter Fernandes, Ecólogo, Associação Mico-Leão-Dourado, rosan@micoleao.org.br
107. Rosana Gentile, Bióloga, Ph.D., Fundação Oswaldo Cruz, rosana.rlk@terra.com.br
108. Roselaini Mendes do Carmo, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal de Minas Gerais, carmo@mono.icb.ufmg.br
109. Rudi Ricardo Laps, Biólogo, M.Sc. Fundação Universidade Regional de Blumenau / Instituto Dríades, rudilaps@uol.com.br
110. Rui Cerqueira, Zoólogo, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, rui@biologia.ufrj.br
111. Sandra Bos Mikich, Bióloga, EMBRAPA Florestas, sbmikich@cwb.matrix.com.br
112. Sandra Maria Faleiros Lima, Socióloga, Ph.D., Universidade Estadual de Campinas, lima@obelix.unicamp.br
113. Simone Rodrigues de Freitas, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, sfreitas@biologia.ufrj.br
114. Stephen Francis Ferrari, Antropólogo, Ph.D., Universidade Federal do Pará, ferrari@ufpa.br
115. Suzana Guimarães Leitão, Farmacêutica, Ph.D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, sgleitao@pharma.ufrj.br, sgleitao@ig.com.br
116. Suzana Machado Pádua, Educadora Ambiental, M.Sc., Instituto de Pesquisas Ecológicas, ipe@alternex.com.br
117. Suzeley Rodgher, Bióloga, M.Sc., Universidade de São Paulo, surodgher@uol.com.br
118. Tânia Margarette Sanaïotti, Bióloga, Ph.D., Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, sanaïott@inpa.gov.br
119. Teofânia Heloisa Dutra Amorim Vidigal, Engenheira Florestal, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, dutra@netra.cpqrr.fiocruz.br
120. Vanessa Canavesi, Engenheira Florestal, Universidade Federal do Paraná, vacanavesi@bol.com.br
121. Vânia Luciane Alves Garcia, Bióloga, M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, vgarcia@compuland.com.br
122. Vera Helena Vieira Hreisemnou, Socióloga, Secretaria de Educação do Estado do Paraná, verafabio@uol.com.br
123. Welber Senteio Smith, Biólogo, M.Sc., Universidade de São Paulo, welber\_smith@uol.com.br
124. Yasmine Antonini, Bióloga, Ph.D., Universidade Federal de Minas Gerais, antonini@mono.icb.ufmg.br

## Siglas

ACESITA	Aços Especiais Itabira
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
APEB	Área de Proteção Especial do Barreiro
APP	Área de Proteção Permanente
AVP	Análise de Viabilidade Populacional
BASA	Banco da Amazônia S.A
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (Banco Mundial)
BIORIO	Pólo de Biotecnologia do Rio de Janeiro
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CABS	Center for Applied Biodiversity Science
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDB	Convenção da Diversidade Biológica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEPEC	Centro de Pesquisas do Cacau
CEPRAM	Conselho Estadual de Proteção Ambiental do Estado da Bahia
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CI	Conservation International
CITES	Convenção sobre o Comércio de Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DDF	Diretoria de Desenvolvimento Florestal
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
EE	Estação Ecológica
EEUFMG	Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FADESP	Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FATMA	Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente
FEMA	Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso
FENORTE/UENF	Fundação Estadual Norte Fluminense/Universidade Estadual do Norte Fluminense
FINATEC	Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos
FLONA	Floresta Nacional
FONAFIFO	Fundo Nacional de Financiamento Florestal (da Costa Rica)
FUNDEP	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

FUJB	Fundação Universitária José Bonifácio
FUNPAB	Fundação Pau-Brasil
FUPEF	Fundação de Pesquisas Florestais
FZB	Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte
GEF	Global Environment Facility (Fundo para o Meio Ambiente Global)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEPA	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado do Amapá
IESB	Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia
IET	Índice de Estado Trófico
IMAZON	Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IPÊ	Instituto de Pesquisas Ecológicas
ISA	Instituto Socioambiental
ISPN	Instituto Sociedade, População e Natureza
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MHN	Museu de História Natural
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organização não Governamental
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PARNA	Parque Nacional
PDA	Plano de Desenvolvimento da Amazônia
PDBFF	Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais
PDRI	Programa de Desenvolvimento Rural Integrado
PERD	Parque Estadual do Rio Doce
PIN	Programa de Integração Nacional
PMGB	Parque das Mangabeiras
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNF	Programa Nacional de Florestas
POLAMAZÔNIA	Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia
POLONOROESTE	Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil
PPA	Programa Plurianual
PPG7	Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
Probio	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável de Diversidade Biológica Brasileira
PROBOR	Programa Nacional de Incentivo à Produção de Borracha Natural
PRONABIO	Programa Nacional de Diversidade Biológica
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PROTERRA	Programa de Redistribuição de Terras e Estímulo à Agroindústria do Norte e do Nordeste
REBIO	Reserva Biológica
RESTAUNA	Remanescentes de Florestas na Região
RL	Reserva Legal
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISLEG	Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SUDHEVEA	Superintendência do Desenvolvimento da Borracha
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UC	Unidade de Conservação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
USIMINAS	Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais
WWF	Fundo Mundial para a Natureza
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico



# seção I

## Introdução

## Por que usar nomes científicos?

Alguns leigos certamente se perguntam por que não usar apenas os nomes comuns de animais e plantas em lugar desses nomes científicos complicados e impronunciáveis em Latim. Existem várias razões importantes para usar os nomes científicos. Em primeiro lugar, poucas pessoas se dão conta da dimensão da diversidade biológica do planeta. Existem mais de 1,5 milhão de espécies catalogadas pela ciência que já receberam um nome dentro da classificação formal. Enquanto isso, os maiores dicionários da nossa língua listam cerca de 50 mil palavras, e apenas uma pequena fração delas corresponde a nomes de animais e plantas. Ou seja, não temos nomes comuns para a vasta maioria das espécies.

Outra limitação importante dos nomes comuns é a existência de formas regionais. Enquanto o nome científico de qualquer organismo é o mesmo em todo o mundo, os nomes comuns de animais e plantas variam muito entre diferentes regiões do Brasil, e mais ainda entre países diferentes. É também comum encontrar um mesmo nome sendo usado para espécies totalmente diferentes em regiões diferentes.

Os nomes comuns, na maioria dos casos, não correspondem às espécies, mas sim a um conjunto de espécies com características semelhantes. Existem, por exemplo, mais de 50 espécies de ipê-amarelo, todas com o mesmo nome comum. No caso de insetos, nosso repertório de nomes é muito pobre e a maioria corresponde a ordens ou famílias, algumas contendo milhares de espécies. Besouros da família Curculionidae, por exemplo, que contém mais de 50 mil espécies conhecidas, são todos chamados de gorgulhos ou bicudos. Existem também grandes grupos para os quais não existe nenhum nome comum em português. É o caso, por exemplo, dos vermes do Filo Acanthocephala, que são parasitas de vertebrados.

A classificação biológica atual deriva do sistema desenvolvido pelo botânico sueco Carl Liné, mais conhecido pelo nome latinizado Linnaeus. É um sistema hierárquico inclusivo, em que as espécies são agrupadas em gêneros, os gêneros em famílias, as famílias em ordens, as ordens em classes, as classes em filos e os filos em reinos. Além dos nomes das espécies, todos esses outros grupos recebem nomes científicos latinizados. O nome da espécie é formado pela combinação do nome do gênero com o nome específico. Por exemplo, a mosca doméstica, espécie batizada por Linnaeus, está incluída no Reino Animal, Filo Arthropoda, Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Muscidae, gênero *Musca*, e espécie *Musca domestica*. Por convenção, os nomes de gêneros e espécies são sempre destacados do texto, seja sublinhado, em negrito ou em itálico.

*Reginaldo Constantino*

# 1

## FRAGMENTAÇÃO: ALGUNS CONCEITOS

Rui Cerqueira

Arthur Brant

Marcelo Trindade Nascimento

Renata Pardini



# Introdução

O processo de fragmentação do ambiente existe naturalmente, mas tem sido intensificado pela ação humana. Desta ação tem resultado um grande número de problemas ambientais. Certos princípios biológicos são importantes para se compreender estes problemas. Neste capítulo são mostrados alguns dos conceitos biológicos básicos mais importantes para o entendimento da problemática da fragmentação hoje.

Inicialmente são expostos os conceitos e, a seguir uma rápida abordagem destes conceitos que pode proporcionar melhor compreensão da Biologia da Fragmentação.

## 1. Fragmentos e mosaicos: variação espacial do mundo

O ambiente físico do mundo não é uniforme. Existem diferenças causadas pelo aquecimento desigual da terra, o que leva a variações espaciais das condições físicas características do ar e das águas, com massas de ar e de mar distintas. Estas características, quando associadas ao relevo e às diferentes formas dos continentes, criam condições particulares de clima. As características minerais das rochas associadas ao clima determinam, por sua vez, solos distintos. Assim o mundo é heterogêneo, um mosaico. Quando se observa o ambiente num dado local ou região, pode se perceber que existem diferenças em escalas menores. Por exemplo, o solo não é uniforme e a umidade que contém também varia. Os seres vivos vão encontrar no mundo uma colcha de retalhos, onde os recursos para a sua sobrevivência estão distribuídos em três dimensões. Espécies e indivíduos têm habilidades diferentes em conseguir estes recursos<sup>1, 2</sup>. Pode-se denominar o conjunto dos fatores abióticos, isto é, os fatores físicos e químicos do ambiente, de um dado local como habitat. Habitats são, portanto, as partes do mosaico do ambiente no espaço geográfico<sup>3</sup>.

## 2. Habitats

Quando a vegetação está estabelecida sobre uma área, o ambiente forma um mosaico de condições físicas distintas das que existiriam sem a vegetação. As plantas modificam o solo de várias maneiras, assim como interferem no microclima. O microclima é o conjunto das condições físicas do ar perto da superfície<sup>4</sup>. O clima medido pelas estações meteorológicas pode ser chamado de macroclima, pois se refere à circulação geral da atmosfera em grande escala. Dependendo do quão heterogêneo é o ambiente, maior ou menor variedade de habitats existirá sob o efeito da vegetação. Por exemplo, numa floresta de pinheiros madura existe maior homogeneidade, enquanto que num campo sujo há uma variação maior de condições, já que no primeiro caso, o

tamponamento do macroclima acarreta menores variações de temperatura, umidade etc. de um ponto a outro da floresta. No caso do campo sujo, as condições são mais variadas, havendo diferenças sob árvores e arbustos e as áreas de gramíneas. Mas mesmo dentro de uma floresta, o ambiente não é homogêneo em relação a todas as espécies. Por exemplo, uma determinada espécie de planta pode necessitar de condições particulares de umidade no solo para germinar e crescer. As próprias árvores são diferentes em relação ao microclima que criam sob elas.

Estes conceitos levam à compreensão de que para cada espécie, o ambiente é um mosaico de habitats, assim como a presença ou não de recursos alimentares e sua abundância, que formam uma colcha de retalhos. As populações de uma dada espécie podem existir como populações locais em cada retalho do ambiente onde existem habitats favoráveis e alimentação.

Nesta colcha algumas das manchas são melhores do que outras, fato que depende da probabilidade de sobrevivência e reprodução das populações (ou indivíduos) que as ocupam, isto é, da sua aptidão darwiniana. Considerando-se que algumas manchas são boas, favoráveis, e outras ruins, menos favoráveis e ainda, que entre elas os habitats são completamente desfavoráveis e negativos, a aptidão de um dado indivíduo será proporcional ao tempo que este permanecer em cada um dos tipos de habitat para suas atividades vitais (alimentação, reprodução, excreção etc.) (Figura 1). Este conceito é bastante geral e, na verdade, pode-se imaginar que a aptidão varia de -1 até +1, configurando um gradiente de aptidão. Pode-se visualizar uma simulação da distribuição de áreas com valores variados de aptidão nas Figuras 3 a 5.

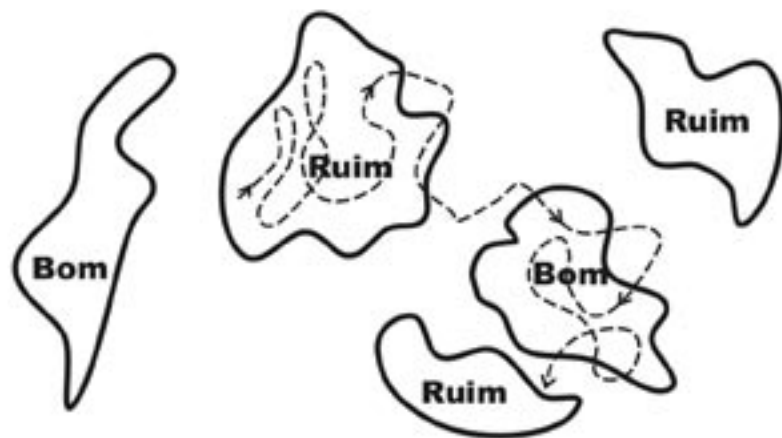


Fig.1

Um indivíduo de uma dada espécie aumentará sua aptidão proporcionalmente ao tempo que permanecer nos habitats bons. Sua aptidão será menor proporcionalmente ao tempo que ficar nos habitats ruins. Entre estes habitats podem existir habitats negativos, pois a aptidão será negativa proporcionalmente ao tempo que nele estiverem<sup>5</sup>.

O conceito de habitat aqui apresentado refere-se às condições ambientais relacionadas a uma dada espécie. Um conjunto multiespecífico pode também ter condições em comum e, portanto, um habitat pode referir-se a uma comunidade. Boa parte dos termos usados em Ecologia e outros estudos ambientais têm uma variedade de significados. Um problema é que deve-se considerar a escala do estudo ao qual o termo se refere. Por exemplo, grandes regiões com características

gerais em comum, com conjuntos de espécies de animais e plantas particulares, são freqüentemente denominados biomas. Ao se considerar uma grande região em uma larga escala, pode se falar em macrohabitat, e o termo será um pouco mais preciso do que bioma. Este se refere aos grandes conjuntos vegetacionais sob um outro conjunto de fatores ambientais (clima, relevo etc.) que os determinam. As espécies existem em escala geográfica referida a estes macrohabitats e geralmente, em subconjuntos particulares denominados, em escalas de espaço menores, de mesohabitats<sup>3,6</sup>. Determinadas espécies, por sua vez, podem ter necessidades mais particulares que ocorrem em escala ainda menor e, num ambiente formado por manchas de habitats, a existência dos recursos específicos necessários para a sobrevivência destas espécies em determinadas manchas permite que estas sejam ocupadas<sup>2</sup>.

Um dado macrohabitat pode ter mesohabitats bastante contrastantes. Por exemplo, na região da Caatinga existem áreas com água permanente devido aos aquíferos rasos ou à condensação orográfica. No Nordeste estas áreas são denominadas de brejos, que consistem em fragmentos naturais com plantas e animais distintos das áreas circunvizinhas. No capítulo sobre Causas Naturais, estão descritas as condições históricas de formação desses brejos.

### 3. Metapopulação

As populações de uma espécie não se distribuem continuamente, pois só podem subsistir nos habitats que não são negativos. Em cada mancha de habitat favorável pode existir uma população local. Se numa determinada região existem várias manchas ocupadas pela espécie, cada uma destas populações tem uma dinâmica própria. Como a extinção local é um evento que ocorrerá mais cedo ou mais tarde<sup>7</sup>, as populações locais poderão ficar muito pequenas ou mesmo se extinguirem. No decorrer do tempo haverá manchas ocupadas ou desocupadas pela espécie. Mas como as manchas desocupadas têm manchas próximas com a espécie, por migração vinda das manchas vizinhas, elas serão reocupadas mais cedo ou mais tarde. Regionalmente as diversas populações formam uma metapopulação. Este conceito é muito importante para a compreensão da persistência de uma espécie e foi primeiramente formulado por Levins<sup>8,9</sup>.

As migrações entre as manchas de habitats favoráveis dependem da espécie em questão: algumas se movem com facilidade e por longas distâncias, outras dependem de transporte de uma mancha a outra. Esta capacidade de movimento é característica de cada espécie e a distribuição das manchas pode facilitar ou dificultar a migração. Por exemplo, se o habitat favorável existir em uma floresta contínua, o movimento pode se dar através de habitats não muito favoráveis. O conceito mais geral de metapopulação pode ser entendido pelo modelo resumido na [Figura 2a](#). Uma espécie que tem uma dinâmica de ocupação de manchas favoráveis, sua metapopulação pode mover-se entre todas as manchas de mesma qualidade. Observações feitas em metapopulações naturais mostram que uma metapopulação pode ser limitada no espaço e que a recolonização ocorre apenas entre as manchas mais próximas. Além disto e como visto

acima, a qualidade do habitat é variável. Alguns estudos mostram que, além da distância, a qualidade do habitat também interfere na dinâmica da metapopulação, isto é, com a contínua extinção e recolonização<sup>10</sup>. Outras observações mostram que grandes manchas de habitat servem de fonte permanente de emigrantes que podem recolonizar manchas menores (Figura 2b). Caso as manchas grandes mantenham populações permanentes, dependendo da espécie, mesmo as manchas mais distantes podem ser recolonizadas. Como em manchas menores a probabilidade de extinção é maior, estas atuam como ralos onde as populações são mais freqüentemente extintas<sup>11</sup>.

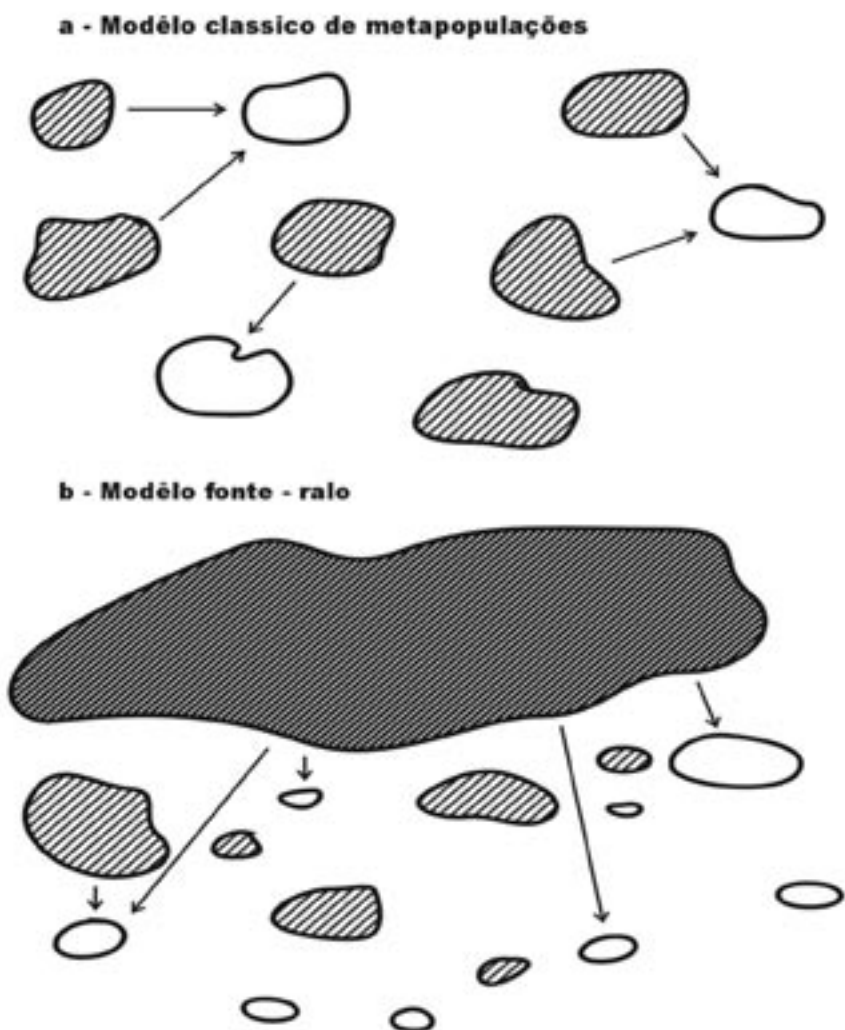


Fig.2

Dois modelos principais de metapopulações. a) No modelo clássico as manchas de habitat são de tamanhos parecidos e têm a mesma qualidade. A espécie pode mover-se e ocupar quaisquer manchas, tendo nelas a mesma aptidão. b) No modelo fonte e ralo, uma mancha é consideravelmente maior do que as outras e funciona como uma fonte permanente de emigrantes para as demais manchas. As manchas mais próximas têm maior probabilidade de serem (re)ocupadas antes das demais. Também neste modelo, a qualidade dos habitats é similar. Figura baseada em Whittaker<sup>11</sup>.

## 4. Espécies raras e endêmicas

Uma espécie é considerada rara quando o seu número de indivíduos ou a sua distribuição é restrita em relação ao táxon considerado. Um bom exemplo disto encontra-se na [Tabela 1](#), ilustrativa de um estudo feito na região da costa do Mediterrâneo onde, numa coleta feita na primavera foram capturados 2.281 besouros do tipo escaravelho. A abundância das 20 espécies capturadas é muito variável, com uma delas sendo responsável por quase 74% do total de indivíduos coletados. Este resultado é o esperado quando se faz um inventário de qualquer grupo de organismos, animais ou plantas. No exemplo citado, no entanto, há uma certa dificuldade em dizer quais espécies são raras. Aquelas que têm menos de dez indivíduos? Ou menos de cinco? Mas na localidade da coleta, não há dúvidas de que as três primeiras são raras. Mas quantas o são, não é trivial. Gaston<sup>12</sup> revisou as diversas definições existentes e propôs como algo próximo de um consenso que, numa dada amostragem, são raras aquelas espécies que apresentam abundância individual menor do que 20%, portanto, no exemplo da [Tabela 1](#), as cinco primeiras<sup>12</sup>.

Mas isto não resolve o problema. O tamanho da população também é relativo ao tamanho da área amostrada e quando este é considerado, o número estimado de indivíduos de uma determinada espécie dividido pelo tamanho da área, fornece um número denominado de densidade absoluta. Quando se considera apenas o número obtido pela coleta não associado ao tamanho da área, obtém-se uma estimativa de abundância de densidade relativa<sup>13</sup>.

**Tabela 1. Exemplo da variação de abundância em uma dada localidade. Escaravelhos coletados no Mediterrâneo. No total foram coletados 2.281 insetos. Uma única espécie tem quase 74% da amostra total. Fonte: Gaston<sup>12</sup>.**

Número de espécies capturadas	Abundância de indivíduos	Porcentagem da amostragem
1	1	0.04
2	1	0.04
3	1	0.04
4	2	0.09
5	3	0.13
6	5	0.22
7	5	0.22
8	7	0.31
9	10	0.44
10	13	0.57
11	18	0.79
12	21	0.92
13	28	1.23
14	31	1.36
15	49	2.15
16	67	2.94
17	97	4.25
18	107	4.69
19	130	5.70
20	1685	73.87

Dependendo da área de amostragem, uma espécie pode estar ausente ou apresentar um baixo número de indivíduos. Um carnívoro tem densidade (relativa ou absoluta) menor do que suas presas. Animais grandes têm densidade menor do que animais pequenos. Por isso, a raridade não é um valor absoluto e, quando esta é considerada em relação ao tamanho da população, as características biológicas da espécie em questão devem ser levadas em consideração. Uma espécie pode ser rara numa localidade e em outra não. Quando se diz que uma espécie é rara, pode-se imaginar que em qualquer amostragem em sua área de distribuição geográfica, ela estará sempre entre as 20% menos abundantes.

Um outro critério de raridade refere-se à distribuição geográfica. Uma espécie que tem uma ampla distribuição geográfica apresenta maior número de populações do que outra com distribuição geográfica mais restrita. Se ambas apresentam densidades locais similares, a de menor distribuição deve ser considerada a mais rara.

Quando uma espécie só ocorre numa determinada região, diz-se que ela é endêmica. Comparativamente a uma espécie não endêmica, isto é, que ocorre em uma grande área, sua abundância, ou seja, o tamanho total da população da espécie, será menor e, eventualmente, ela pode ser considerada rara. Note que o endemismo pode se referir a uma área relativamente pequena, por exemplo, a um trecho da Serra do Mar ou, a uma área relativamente grande, por exemplo, a Floresta Atlântica. Tanto uma espécie com endemismo restrito a uma área pequena, quanto outra a uma área maior, podem ser ou não raras.

Note-se que a raridade local ocorre freqüentemente, pois como visto no item sobre metapopulação, vários fatores levam a uma densidade variável em cada mancha de ambiente na qual a espécie pode existir.

## 5. Comunidades e sua montagem

Denomina-se comunidade biótica, ou simplesmente comunidade, a reunião das várias espécies que ocorrem juntas num dado trato de terra ou volume de água<sup>14</sup>. Uma questão debatida é se esta reunião é ao acaso, consistindo de espécies que estão juntas somente porque suas distribuições geográficas coincidem ou, se existem regras na natureza que determinam sua montagem<sup>15,16</sup>. Considera-se que tanto fatores do acaso como regras de montagem ou de reunião (*assembly rules*), contribuem para a existência destes *ensembles* de espécies, que nada mais são do que conjuntos de espécies cujos membros são considerados como partes de um todo.

As condições para uma comunidade reunir-se dependem tanto de fatores dependentes da densidade, isto é, dos nichos existentes, quanto dos fatores do habitat. O nicho ecológico pode ser considerado como as relações positivas ou negativas entre as populações de uma comunidade<sup>3,17</sup>. Uma espécie de animal tem outras como fonte de alimentos e, freqüentemente, espécies determinadas. Por sua vez, esta espécie será presa de outras. Assim, a espécie tem sua existência e sua abundância, determinada por outras com as quais se relaciona. Da mesma forma, ela tem restrições a sua existência dependendo do habitat em que sua

população está, como visto no item sobre habitats. As regras de reunião, portanto, são determinadas por fatores dependentes das densidades das espécies e dos habitats existentes num dado local<sup>18,19</sup>.

As regras de reunião são, julga-se, parte da explicação para a observação de que a composição das comunidades difere em lugares distintos. Estes *ensembles* podem ter composições variáveis no tempo e no espaço, tanto em número de espécies quanto na abundância de cada uma. Quando uma espécie entra numa comunidade, é mais provável que ela pertença a um grupo funcional ainda não representado até que todos os grupos funcionais estejam presentes. Então, um novo ciclo se inicia com uma segunda espécie entrando em um dos grupos funcionais já existentes e assim por diante, até completar o ciclo. No entanto, parece que existem regras de entrada uma vez que a combinação de espécies já existentes pode impedir, ou favorecer, a entrada de novas espécies. Uma comunidade que tem seu habitat alterado perderá espécies, e isto pode implicar em modificações do habitat. Por exemplo, caso a perda seja tal que, somente as espécies vagabundas permaneçam, a comunidade poderá permanecer com baixa diversidade.

## 6. Diversidade

Biodiversidade é uma contração da expressão *diversidade biológica*. Diversidade é a condição ou qualidade de ser diverso, de ter componentes diferentes em um conjunto. Biodiversidade, ou simplesmente diversidade, engloba *várias diversidades*<sup>20</sup>. Em geral, ela significa a riqueza de espécies, isto é, quantas espécies existem em um local, região ou no mundo. Mas o conceito refere-se a três níveis de diversidade biológica: a diversidade intraespecífica (dentro da mesma espécie), entre espécies e entre comunidades. Talvez seja preferível denominar estes níveis de genético, organismal e ecológico<sup>20</sup>.

Os organismos de uma dada espécie diferem em suas características hereditárias. Para cada gene considerado existem vários alelos variantes deste gene, o que implica em características diversas na população. Dado um *locus* gênico (ou mais simplesmente, um gene), sua diversidade ( $H_e$ ) é a chance de que dois alelos ao acaso sejam diferentes. Formalmente tem se:

$$H_e = 1 - \sum p_i^2, \text{ onde } p_i \text{ é a frequência do } i\text{ésimo alelo}$$

A análise da diversidade genética baseia-se neste conceito<sup>21</sup>. Vários fenômenos podem diminuir a diversidade genética como, por exemplo, populações muito pequenas. A diversidade genética é fundamental para que uma espécie possa existir no tempo e no espaço. A seleção natural atua a partir desta diversidade, aumentando a frequência dos alelos que, numa dada situação ambiental, aumentam sua aptidão darwiniana. Desta maneira, em cada momento ou lugar uma população terá frequências diferentes dos vários alelos de um gene. Quando a situação é diferente, outros alelos podem ser favorecidos e então, a frequência muda. Assim sendo, a manutenção da diversidade genética é fundamental para a contínua existência da espécie, bem como para sua evolução.



Existe diversidade de habitats em função da heterogeneidade do ambiente físico. Desta forma, as comunidades são reuniões heterogêneas, pois os organismos ocupam o espaço de acordo com as condições físicas de cada ponto e com os outros organismos que lá existem. Há, portanto, uma estruturação da comunidade<sup>22</sup>. Esta comunidade, como um *ensemble*, tem uma diversidade de espécies.

Numa escala maior pode-se observar grandes conjuntos de comunidades com características similares, mas diferindo de outros conjuntos equivalentes, formando o que se denomina de diversidade de ecossistemas ou, mais apropriadamente, a biodiversidade de comunidades.

A diversidade organismal refere-se à diversidade de espécies e pode ser tratada por diferentes componentes, por exemplo, local ou regional, também tratados como diversidade alfa ( $\alpha$ ) referente à diversidade local ou gama ( $\gamma$ ) referente à diversidade regional<sup>23</sup>. A diversidade local é dada pelo número de espécies encontradas em uma determinada área de relativa homogeneidade ambiental, ou seja, composta pelo mesmo tipo de habitat. Essa diversidade  $\alpha$  certamente é influenciada pela definição de habitat, área e esforço de amostragem nas coletas dos organismos ali presentes.

A diversidade regional, por sua vez, é dada pelo número total de espécies encontradas em todos os tipos de habitat de uma região. Novamente esse conceito torna-se maleável de acordo com as definições de região. Geralmente, os ecólogos tratam como região uma área geográfica sem barreiras que, efetivamente, impeçam a dispersão de indivíduos. Sendo assim, cabe a ressalva de que os limites de uma região variam de acordo com o tipo de organismo estudado<sup>24</sup>.

Quando cada espécie ocorre em todos os habitats de uma região, a diversidade  $\alpha$  e  $\gamma$  são iguais. Contudo, essa é uma situação difícil de ser encontrada em ambientes naturais, pois raramente as espécies estão dispostas de forma tão homogênea no ambiente devido às diferentes histórias de vida.

Quando algumas espécies (animais ou vegetais) ocorrem em apenas alguns habitats particulares, tem-se valores diferentes de diversidades locais, caso em que a diversidade regional passa a ser o produto da média das diversidades locais e do número de habitats presentes. A esse componente dá-se o nome de diversidade beta ( $\beta$ ), também conhecida como *turnover* de espécies. A diversidade  $\beta$ , portanto, fornece a variação na composição de espécies entre uma localidade e outra.

Existem diversas maneiras de se estimar a diversidade  $\beta$ . Uma maneira simples é identificar o número de habitats ocupados pelas espécies da região<sup>24</sup>. Quando todas as espécies presentes são generalistas, existe, efetivamente, apenas um habitat e a diversidade  $\beta$ , é igual a 1. À medida que ocorre uma especialização das espécies, mais habitats são reconhecidos, aumentando o valor da diversidade  $\beta$ . No entanto, se a sobreposição entre as espécies for muito grande, esse método pode tornar-se pouco preciso. Então, a diversidade beta poderá ser estimada simplesmente pela razão entre a diversidade gama e a alfa ( $\beta = \gamma / \alpha$ ).



## 7. Fragmentação

Fragmentação é o processo de separar um todo em partes. Fragmento, portanto, é uma parte retirada de um todo. No contexto deste livro, considera-se fragmentação como sendo a divisão em partes de uma dada unidade do ambiente, partes estas que passam a ter condições ambientais diferentes em seu entorno. Em geral, quando se fala em fragmentação pensa-se numa floresta que foi derrubada, mas que partes dela foram deixadas mais ou menos intactas. Entretanto, a fragmentação pode referir-se às alterações no habitat original, terrestre ou aquático. Neste caso, a fragmentação é o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos, mais ou menos isoladas<sup>25</sup>.

Os fragmentos são afetados por problemas direta e indiretamente relacionados à fragmentação<sup>26</sup>, tal como o efeito da distância entre os fragmentos, ou o grau de isolamento; o tamanho e a forma do fragmento; o tipo de matriz circundante e o efeito de borda. O tamanho e a forma do fragmento diferem do habitat original em dois pontos principais: 1) os fragmentos apresentam uma alta relação borda/área e, 2) o centro de cada fragmento é próximo a uma borda.

O processo global de fragmentação de habitats é, possivelmente, a mais profunda alteração causada pelo homem ao meio ambiente. Muitos habitats naturais que eram quase contínuos foram transformados em paisagens semelhantes a um mosaico, composto por manchas isoladas de habitat original. Intensa fragmentação de habitats vem acontecendo na maioria das regiões tropicais<sup>27</sup>. Para Harrison<sup>10</sup>, existem três principais categorias de mudanças que têm se tornando freqüentes nas florestas do mundo: 1) a redução na área total da floresta; 2) a conversão de florestas, naturalmente estruturadas, em plantações e monoculturas e, 3) a fragmentação progressiva de remanescentes de florestas naturais em pequenas manchas, isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento agrícola, industrial ou urbano. É um processo que ocorre na Europa desde há muito tempo e que aumentou, particularmente, a partir do Século XIX. Este mesmo processo vem ocorrendo no Brasil desde sua conquista pelos europeus.

## 8. Fragmentação e habitats

Considerando a fragmentação como a alteração de habitats, o resultado deste processo é a criação, em larga escala, de habitats ruins, ou negativos, para um grande número de espécies. Este fato pode ser exemplificado pela simulação mostrada na [Figura 3](#).

O mapa mostra a distribuição da qualidade de habitat numa região com a vegetação original, em relação a uma espécie hipotética. A maior parte da área pode ter populações desta espécie, as quais, em condições de recursos favoráveis, podem atingir sua abundância máxima ou algo próximo disto. Os eventuais excessos de populações podem sobreviver nas áreas de habitat de menor qualidade. Nesta simulação, quase metade

da área tem habitats bons e a área com habitats negativos, é desprezível (Tabela 2), bem como o efeito de borda.

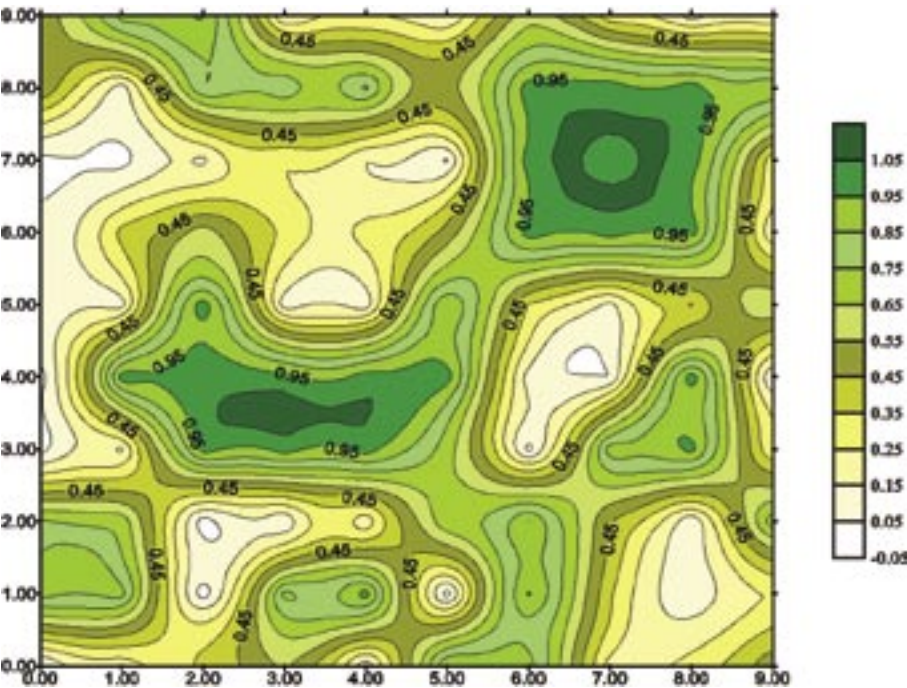


Fig.3 Habitats de uma região não alterada em relação à aptidão de uma dada espécie. Situação Inicial. Nesta simulação vê-se a distribuição da qualidade dos habitats.

Tabela 2. Mudanças na qualidade do habitat em área sujeita à fragmentação. Os dados correspondem à análise das áreas das Figuras 3 a 5. A área total em todas as figuras é de 81ha Habitats com  $w > 0,55$  foram considerados bons;  $0,55 < w < 0,05$  ruins e,  $w < 0,05$  negativos, onde  $w$  é a aptidão.

Situação inicial		
Qualidade do habitat	Área	% da área
Bom	38,77	47,86
Ruim	41,49	51,22
Negativo	0,74	0,91
Imediatamente após o desmatamento		
Qualidade do habitat	Área	% da área
Bom	12,19	15,05
Ruim	43,90	54,20
Negativo	24,91	30,75
Algum tempo após o desmatamento		
Qualidade do habitat	Área	% da área
Bom	5,23	6,46
Ruim	30,22	37,31
Negativo	45,55	56,23

Na Figura 4, tem-se o efeito do desmatamento logo após sua ocorrência. A parte negativa sobe para praticamente um quarto da área e a área boa é reduzida em 12,19%. O desmatamento foi ao acaso. Mesmo assim, a aptidão possível a um indivíduo de uma espécie hipotética, reduz-se muito. Isto significa a diminuição da probabilidade de cada indivíduo de sobreviver até a idade reprodutiva e reproduzir-se. Assim sendo, a abundância da espécie na região diminui proporcionalmente à diminuição da área de habitat não negativo.

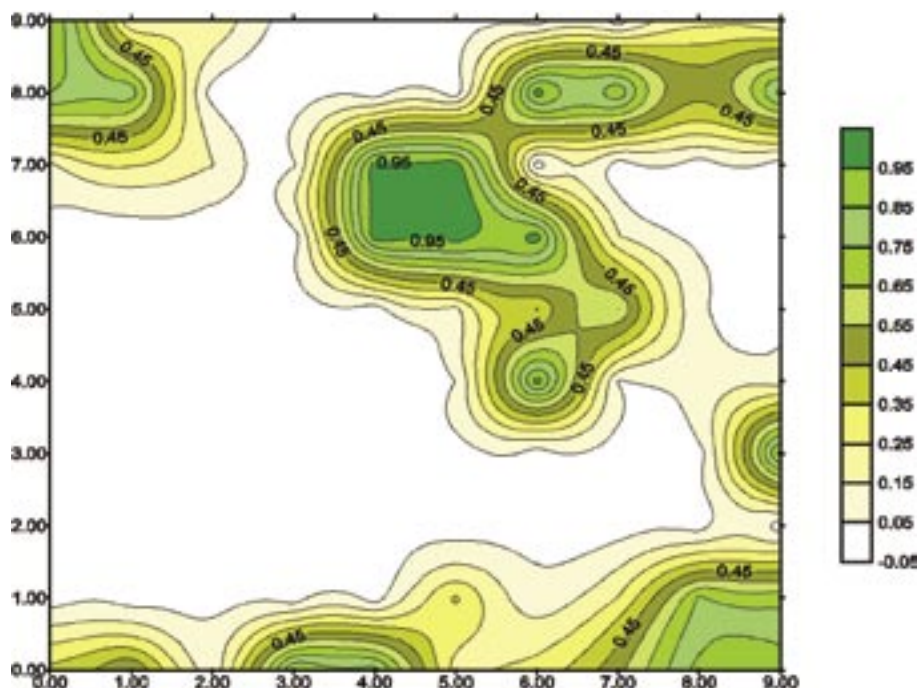


Fig.4

Habitats de uma região, imediatamente após o desmatamento, ou a fragmentação, em relação à aptidão de uma dada espécie. A região mostrada na Figura 1 depois de removida a vegetação original de uma grande área, restando apenas fragmentos. Note-se que não apenas a quantidade de habitats bons diminui, mas também a qualidade destes é inferior às mesmas áreas em condições originais.

Na Figura 5, vê-se o que acontece algum tempo após o desmatamento. Mesmo que a derrubada de árvores cesse, vários efeitos ocorrem nos fragmentos causando modificações na qualidade do habitat para a espécie aqui considerada. A área de habitat negativo é muito grande (Tabela 2) e está distribuída de tal forma, que os indivíduos gastam muito tempo buscando áreas não negativas. Como visto, a aptidão média de um dado indivíduo diminui muito na região toda vez que ele tem que gastar mais tempo em áreas de má qualidade ou em áreas negativas. Nesse caso, o efeito de borda passa a ser significativo.

A fragmentação, portanto, implica na restrição da aptidão de certas espécies na área fragmentada. No entanto, áreas negativas para uma espécie podem ser de boa qualidade para outras. Nem todas as espécies são afetadas da mesma forma pelo processo de fragmentação. Mas, com certeza, este processo muda os mesohabitats e microhabitats disponíveis, bem como todas as espécies e, portanto, todas as comunidades são afetadas.

Além da redução do tamanho de habitat, o desmatamento e a fragmentação levam à modificação do habitat remanescente devido à

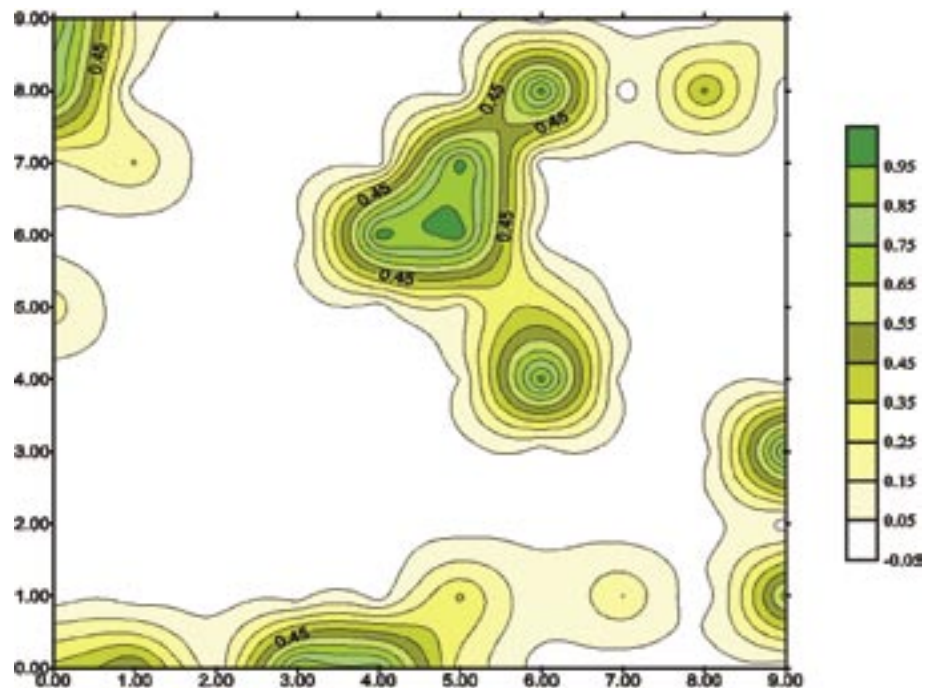


Fig.5

Habitats de uma região depois da fragmentação em relação à aptidão de uma dada espécie. Algum tempo depois do desmatamento. A região mostrada na Figura 2 depois de mais tempo tem diminuída ainda mais a área de habitats de boa qualidade, mesmo que a área dos fragmentos seja a mesma.

influência dos habitats alterados criados ao seu redor – o chamado efeito de borda. Estas alterações na borda do fragmento podem ser de natureza abiótica (microclimáticas), biótica direta (distribuição e abundância de espécies) ou indireta (alterações nas interações entre organismos), causadas pelo contato da matriz com os fragmentos, propiciadas pelas condições diferenciadas do meio circundante desta vegetação<sup>28</sup>. Muitas evidências empíricas sugerem que, pelo menos no médio prazo, estas mudanças qualitativas no habitat remanescente causam alterações das comunidades biológicas, em muitos casos mais evidentes do que a redução do tamanho das populações<sup>29</sup>.

## 9. Fragmentação e populações

A diminuição da área de habitat favorável a uma determinada espécie, leva a uma menor abundância regional desta espécie, já que a diminuição da aptidão significa menores taxas de sobrevivência e reprodução. Uma área menor de habitat de boa qualidade acarreta menores populações e, eventuais excedentes populacionais migram para outras áreas, onde passam a competir com as populações residentes ou então, podem deslocar-se para áreas de má qualidade.

Na [Tabela 2](#), tem-se a consequência, em área, da mudança de habitats na simulação das [Figuras 3 a 5](#). Pode-se supor que a densidade absoluta da espécie, ou seja, o número de indivíduos por área, seja proporcional à qualidade do habitat. Assim, habitats melhores podem ter maior densidade absoluta. Se a área de habitats bons diminuir, a abundância

total diminuirá na mesma proporção. Se os habitats de menor qualidade também diminuem, menor será a abundância regional da população. As áreas de qualidade negativa são aquelas onde as populações da espécie não podem subsistir. O aumento da área negativa traz consequências metapopulacionais importantes, dificultando, ou mesmo impedindo, os movimentos migratórios na metapopulação. Muitas vezes, as populações locais ficam isoladas e as distâncias são tão grandes que o movimento entre as manchas de habitat mais ou menos favoráveis, pode tornar-se impossível. Assim, na medida em que as populações locais são extintas, não há repovoamento. No limite, muitas espécies podem ficar restritas a uma, ou a algumas manchas e sua extinção torna-se uma questão de tempo.

O processo de fragmentação causado pelo homem tem como características principais a sua ocorrência em grande escala de espaço numa pequena escala de tempo. Durante o processo, as manchas de habitat remanescentes, os fragmentos, ao acaso vão desfavorecer as espécies cujas manchas tenham sido destruídas em maior quantidade.

A distância entre os fragmentos e o isolamento entre estes, são responsáveis pelo grau de conectividade entre os fragmentos e o habitat contínuo. Populações de plantas e animais em fragmentos isolados têm menores taxas de migração e dispersão e, em geral, com o tempo sofrem problemas de troca gênica e declínio populacional.

Uma consequência teoricamente importante é a estrutura genética da população isolada em um fragmento. A diversidade genética pode manter-se desde que nenhum gene seja perdido. Genes podem ser mantidos se os alelos forem recessivos e estiverem presentes devido à heterozigosidade. Por exemplo, um gene com dois alelos,  $a$  e  $A$ , podem existir como  $aa$ ,  $AA$  e  $Aa$ . Mesmo que haja uma frequência baixa de  $aa$  por não ser uma combinação favorecida pela seleção natural, o alelo  $a$  poderá continuar existindo em baixa frequência quando estiver na combinação  $Aa$ , pois o fenótipo favorecido seria o dominante. No entanto, ao acaso, num processo denominado deriva genética, o alelo recessivo pode ser eliminado da população. Como em geral, existem mais alelos (por exemplo,  $A_1$   $A_2$   $a_1$   $a_2$ ), o número de combinações pode ser maior do que três. Ao acaso, alguns destes alelos podem perder-se em uma população, pois alguns indivíduos com uma dada combinação podem não estar reproduzindo e o alelo pode desaparecer na geração seguinte. Assim, a deriva pode diminuir a diversidade genética. Eventualmente, os alelos perdidos podem ter combinações favorecidas pela seleção natural e sua perda significa a diminuição da aptidão média da população. Os eventos de migração dentro da metapopulação acabam fazendo com que as frequências sejam similares nas populações envolvidas. De vez em quando, uma população pode simplesmente extinguir-se localmente como resultado da deriva genética. Caso exista dificuldade na migração devido ao processo de fragmentação, existirá também dificuldade no fluxo gênico entre as populações da região e, conseqüentemente, extinções locais serão mais freqüentes.

As extinções locais devidas à deriva genética não representam maiores problemas se o habitat favorável puder ser recolonizado. Mas se a recolonização for difícil ou impossível, o resultado será a diminuição na abundância regional da espécie.



## 10. Fragmentação e espécies raras

Existem causas variadas para a raridade, uma delas é a alta especialização em termos de habitat ou de nichos restritos<sup>12</sup>. A diminuição da área de habitat de boa qualidade para uma espécie rara afeta muito suas chances de continuar existindo. Por exemplo, o mico-leão-dourado é uma espécie que tem preferência por florestas paludosas como habitat<sup>30</sup>, que era muito comum nas baixadas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, mas não era contínuo. A espécie pode sobreviver nas florestas de baixadas utilizando-as como habitats não ótimos e, portanto, foi possível manter sua metapopulação. O processo relativamente recente (cerca de 30 anos) de drenagem das áreas baixas levou a diminuição drástica de seus habitats melhores, ao mesmo tempo em que as florestas de terras secas também foram derrubadas. A espécie é endêmica das florestas de baixadas fluminenses. O processo de alteração dos habitats da região levou-a a tornar-se rara por qualquer conceito que se tenha de raridade e ela, hoje, está criticamente ameaçada de extinção<sup>30</sup>. Este exemplo mostra de maneira clara, uma possível consequência do processo de fragmentação que pode criar espécies raras ou mesmo, levá-las à extinção.

## 11. Fragmentação e comunidades

As regras de reunião de espécies em comunidades indicam que existem condições gerais de macrohabitat que, por sua vez, estão determinando hierarquicamente os meso e microhabitats regionais. Assim, numa dada região, certas comunidades podem montar-se caso existam habitats que o permitam e elas serão distintas dependendo dos mesohabitats existentes<sup>31</sup>.

As regras de montagem não são necessariamente rígidas. Por exemplo, certas espécies com um determinado papel funcional na comunidade podem ser substituídas por outras com funções similares ou próximas. Uma espécie pode ter uma restrição grande de micro ou mesohabitat<sup>32</sup> ou pode transitar com facilidade entre os mesohabitats existentes<sup>33,34,35</sup>. No entanto, quando as condições originais são amplamente alteradas, aproximando-se do modelo da [Figura 5](#), começa haver perda de espécies e a comunidade restante fica empobrecida (ver exemplo na referência 18). No entanto, mesmo com a perda de espécies os fragmentos podem conservar parte da comunidade original, mas as dificuldades criadas pela distância entre os fragmentos, assim como a diminuição de habitats, freqüentemente, dificultam a existência de áreas demonstrativas da reunião original, mesmo quando existe alguma conectividade entre os fragmentos originais<sup>36</sup>.

## 12. Fragmentação e diversidade

Como visto, as regras de montagem dizem que a entrada de espécies é dificultada ou facilitada pelas espécies já presentes. A perda de habitats levando ao desaparecimento de algumas espécies pode impedir outras de persistirem ou de recolonizarem o fragmento. Algumas espécies com papel funcional múltiplo podem também dificultar, ou impedir, que outras espécies persistam ou recolonizem determinado fragmento. Dependendo do tamanho do fragmento, algumas espécies podem não subsistir, pois necessitam de áreas maiores para seus movimentos<sup>37,38</sup>. O resultado é o depauperamento da diversidade. Um estudo muito interessante feito em diversos fragmentos florestais em Minas Gerais, mostrou perda de diversidade em fragmentos menores, isto é, foi observado um menor número de espécies num dado fragmento do que seria de se esperar pela diversidade  $\gamma$  da região. O estudo indicou que isto se deve ao aumento de uma determinada espécie com papel múltiplo, no caso o gambá (*Didelphis aurita*), que parece competir com várias outras sendo também um predador<sup>33</sup>.

A perda de diversidade local não implica, necessariamente, na extinção regional de espécies, mas na perda de diversidade propriamente dita. Quer dizer, mesmo que o processo de fragmentação não diminua a riqueza de espécies da região (a diversidade  $\gamma$ ), a equitabilidade será diminuída e boa parte dos fragmentos terá uma riqueza menor do que a existente antes da fragmentação.

## 13. As consequências possíveis da fragmentação

Os fenômenos e processos biológicos são alterados quando ocorre fragmentação. Perde-se diversidade e isto implica na perda de grupos funcionais em muitos lugares. Os sistemas ecológicos são simplificados e, no longo prazo, há um certo temor de que essa perda se acentue. Vários serviços ambientais são prestados pelos ecossistemas à sociedade humana. A alteração dos ecossistemas leva à perda de muitos destes serviços com consequências deletérias tanto no médio quanto no longo prazo. Algumas são já claramente visíveis em nosso país, como a diminuição dos estoques pesqueiros das águas interiores e alterações nos regimes hídricos.

Como o país tem uma grande diversidade de paisagens e, portanto, de sistemas ecológicos, comunidades e espécies, os processos são também diversos e, somente nos últimos anos, com o desenvolvimento de vários estudos sobre o assunto, passou-se a ter um melhor entendimento destes processos. No restante deste volume são detalhados alguns destes estudos, a partir dos quais o leitor terá uma introdução do grave problema da fragmentação no país.

## Referências bibliográficas

1. MACARTHUR, R & PIANKA, E. R., 1966, On optimal use of a patchy environment. *Am. Nat.* 100:603-609.
2. MACARTHUR, R. & LEVINS, R., 1964, Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.* 51:1207-1210.
3. CERQUEIRA, R., 1995, Distribuições potenciais In: P.R. Peres; J. L. Valentin & F. A. S. Fernandez (Orgs.) *Tópicos em tratamento de dados biológicos*. PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro.
4. GEIGER, R., 1980, *Manual de microclimatologia. O clima da camada do ar junto ao solo*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
5. ROSENSWEIG, M. L., 1981, A theory of habitat selection. *Ecology* 62: 327-335.
6. KELT, D. A.; MESERVE, P. L.; PATTERSON, B. D. & LANG, B. K., 1999, Scale dependence and scale independence in habitat associations of small mammals in southern temperate rainforest. *Oikos* 85:320-334.
7. TAYLOR, R.A.J. & TAYLOR, L.R., 1979, A behavioral model for the evolution of spatial dynamics. In: Anderson, R.M. *et al.* (Eds.). *Population dynamics*. Blackwell, Oxford.
8. LEVINS, R., 1969, Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc. Amer.* 15:237-240.
9. LEVINS, R., 1970, Extinction. *Lect. Notes Math.* 2:75-107.
10. HARRISON, S., MURPHY, D. D. & EHRLICH, P. R., 1988, Distribution of the Bay Checkerspot Butterfly *Euphydryas editha bayensis*: evidence for a metapopulation model. *Am. Nat.* 132:360-382.
11. WHITTAKER, R. J. 1998. *Island biogeography. Ecology, evolution, and conservation*. Oxford: Oxford University Press.
12. GASTON, K. J., 1994, *Rarity*. Chapman & Hall, London.
13. CAUGHLEY, G., 1977, *Analysis of vertebrate populations*. John Wiley & Sons, Chichester.
14. BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R., 1966, *Ecology. Individuals, populations and communities*. Oxford: Blackwell Science.
15. STRONG, D. R.; SIMBERLOFF, D.; ABELE, L. G. & THISTLE, A. B. (Ed.), 1984, *Ecological communities: conceptual issues and the evidence*. Princeton: Princeton University Press.
16. SUGIHARA, G., 1980, Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *Am. Nat.* 116:770-787.
17. WHITTAKER, R. H.; LEVIN, S. A. & ROOT, R. B. 1973. Niche, habitat, and ecotone. *Am. Nat.* 107:321-338.
18. SIMBERLOFF, D.; STONE, L. & DAYAN, T. (Eds.), 1999, Ruling out a community assembly rule: the method of favored states In WEHIR, E. & KEDDY, P. (Eds.), *Ecological assembly rules. Perspectives, advances, retreats*. Cambridge University Press, Cambridge.
19. WEHIR, E. & KEDDY, P. (Eds.), 1999, *Ecological assembly rules. Perspectives, advances, retreats*. Cambridge University Press, Cambridge.
20. HARPER, J. L. & HAWKSWORTH, D. L., 1995, Preface In Hawksworth, D. L. (Ed.) *Biodiversity. Measurement and estimation*. The Royal Society and Chapman & Hall, London.
21. CHARLESWORTH, D. & PANNELL, J. R., 2001, Mating systems



- and population genetic structure in the light of coalescent theory. In: Silvertown, J. & Antonovics, J. (Eds.), *Integrating ecology and evolution in a spatial context*. Blackwell Science, Oxford.
22. LAW, R.; PURVES, D.W.; MURREL, D.J. & DIECKMANN, U., 2001, Causes and effects of small scale spatial structure in plant populations. In: Silvertown & Antonovics (Eds.), 2001, *Integrating ecology and evolution in a spatial context*. Blackwell Science, Oxford.
  23. WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
  24. RICKLEFS, R. E., 1996, *Ecology*. 4<sup>a</sup> ed. Freeman, New York, 822 pp.
  25. SHAFER, 1990. *Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice*. Smithsonian Institution Press, Washington.
  26. BIERREGAARD-JR, R.O., LOVEJOY, T. E., KAPOV, V., SANTOS, A. A., HUTCHINGS, R. W., 1992, The Biological Dynamics of Tropical Rainforest Fragments. *BioScience*. 42:859-866.
  27. HARRIS, L. D., 1984, *The fragmented forest*. The University of Chicago Press, Chicago.
  28. MURCIA, C., 1995, Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 10:58-62.
  29. DAVIES, K.F., GASCON, C. & MARGULES, C.R., 2001, Habitat fragmentation: consequences, management and future research priorities. In: M.E. Soulé, & Orians, G.H. (Eds.), *Conservation Biology - Research Priorities for the Next Decade*. Washington: Island Press, Washington, DC.
  30. CERQUEIRA, R.; MARROIG, G. & PINDER, L., 1998, Marmosets and Lion-tamarins distribution (Callithrichidae, Primates) in Rio de Janeiro State, South-eastern Brazil. *Mammalia* 62:213-226.
  31. BONVICINO, C. B.; CERQUEIRA, R. & SOARES, V. A., 1996, Habitat use by small mammals of Upper Araguaia river. *Rev. Brasil. Biol.* 56: 761-767.
  32. CERQUEIRA, R., 2000, Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do rio de Janeiro. In: F.A. Esteves & L. D. Lacerda (Orgs.), *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro.
  33. FREITAS, S. R.; MORAES, D.; A.; SANTORI, R. & CERQUEIRA, R., 1997, Habitat preference and food use by *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Marsupialia, Didelphidae) in a restinga forest at Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. brasil. Biol.* 57:93-98.
  34. GENTILE, R & CERQUEIRA, R., 1995, Movement patterns of five species of small mammals in a Brazilian restinga. *J. Trop. Ecol.* 11:671-677.
  35. PIRES, A.; LIRA, P.K.; FERNANDEZ, F.; SCHITTINI, G. M., & OLIVEIRA, L. C., no prelo, Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Conserv. Biol.*
  36. BRIANI, D. C.; SANTORI, R. T.; VIEIRA, M. V. & GOBBI, N., 2001, Mamíferos não voadores de um fragmento de mata mesófito semidecídua, do interior do Estado de São Paulo, Brasil. *Holos* 1:141-149.
  37. CERQUEIRA, R.; GENTILE, R. & GUAPYASSÚ, S. M. S., 1995, Escalas, amostras, populações e a variação da diversidade. In: F. A. Esteves & I. Garay (Orgs.) *Estrutura, função e manejo de ecossistemas*. PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro.
  38. COIMBRA, C., 1991, O primeiro autovalor como medida de qualidade ambiental. *Atas Encontro Regional SBMAC*:17-20.

# seção II

## Causas da fragmentação



# 2 CAUSAS NATURAIS

Reginaldo Constantino

Ricardo Miranda de Britez

Rui Cerqueira

Evaldo Luiz Gaeta Espindola

Carlos Eduardo de Viveiros Grelle

Ana Tereza Lyra Lopes

Marcelo Trindade Nascimento

Odete Rocha

Antonio Augusto Ferreira Rodrigues

Aldicir Scariot

Anderson Cássio Sevilha

Gilberto Tiepolo

# Introdução

Habitats fragmentados ou *ilhas* de habitats diferenciados podem ser produzidos por vários processos naturais, sendo importante distinguir esses isolados naturais dos fragmentos produzidos pela ação humana. Alguns fragmentos naturais mais antigos contêm espécies endêmicas devido ao longo tempo de isolamento, podendo ser considerados áreas prioritárias para conservação. Além disso, alguns sistemas de fragmentos naturais podem ser utilizados como modelo para estudar os efeitos de longo prazo da fragmentação antrópica, porque neles as extinções e alterações genéticas já se estabilizaram.

Os fatores e processos que produzem fragmentos naturais são:

- 1) Flutuações climáticas, que podem causar expansão ou retração de determinados tipos de vegetação;
- 2) Heterogeneidade de solos, com certos tipos de vegetação restritos a tipos específicos de solos como, por exemplo, as matas calcárias;
- 3) Topografia, que pode formar ilhas de tipos específicos de vegetação em locais elevados, como os brejos de altitude no nordeste do Brasil;
- 4) Processos de sedimentação e hidrodinâmica em rios e no mar;
- 5) Processos hidrogeológicos que produzem áreas temporariamente ou permanentemente alagadas, onde ocorrem tipos particulares de vegetação.

Esses fatores podem agir isoladamente ou combinados; alguns fragmentos naturais resultam da combinação de flutuações climáticas no passado, altitude e tipo de solo. Esse processo é dinâmico, mas ocorre num período de tempo muito mais longo que a fragmentação causada pelo homem. Numa escala geológica de tempo, a fragmentação natural causa isolamento de populações, o que pode levar à diferenciação genética e especiação. A fragmentação natural é, historicamente, importante na geração da diversidade biológica.

Neste capítulo será discutido o processo de fragmentação natural e serão apresentados alguns exemplos de fragmentos naturais que têm sido estudados no Brasil: as Savanas Amazônicas, os Brejos de Altitude do Nordeste, as Matas Alagadas, as Florestas Estacionais Deciduais, os Capões de Mata de Araucária, os habitats de Aves Limícolas e a Fragmentação Natural de Ambientes de Água Doce.

## 1. Flutuações ambientais, fragmentação dos habitats e seus efeitos na distribuição das espécies

A distribuição geográfica das espécies é influenciada pelas mudanças ambientais<sup>1,2,3,5</sup> que podem ocorrer em diferentes escalas de tempo (evolutiva e ecológica) e de espaço (local, regional e global).

Existem registros de que as flutuações climáticas ocorridas durante o Terciário e o Quaternário tiveram grande importância não só nos padrões de distribuição geográfica das espécies, como também na espe-

ciação de alguns grupos na América do Sul<sup>1,6,7</sup>. Existem muitas hipóteses para explicar a diversificação de formas na região Neotropical, mas os processos alopátricos e parapátricos parecem ter sido os mais importantes para as especiações (veja Marroig & Cerqueira<sup>7</sup> para uma breve revisão).

As oscilações do nível do mar e as mudanças climáticas que aconteceram durante o Terciário e o Quaternário provocaram descontinuidade dos habitats, fragmentando florestas e outros tipos de vegetação. A cada momento desses períodos, um padrão diferente de habitat existiu e mesmo hoje existem habitats descontínuos. Estas mudanças são vistas como explicações para os padrões de diversificação e distribuição das espécies na América do Sul<sup>1,4,7</sup>. Nos anos 70 e 80 acreditava-se inclusive, que os processos alopátricos ocorridos durante o Pleistoceno teriam sido os mais importantes para a especiação<sup>1,8</sup>. Contudo, a descontinuidade - ou fragmentação - dos habitats pode levar muitas espécies à extinção<sup>9</sup>. Tanto a especiação quanto à extinção podem ser consequências da fragmentação dos habitats. Tudo depende do tempo em que, por exemplo, uma floresta fica isolada, do tamanho que adquire e do grupo taxonômico considerado<sup>1</sup>.

Os limites de distribuição por altitude das espécies, da mesma forma que a distribuição latitudinal, podem estar associados às mudanças climáticas e vegetacionais observadas em gradientes de altitude. Alguns estudos apontam para um padrão recorrente em algumas espécies de plantas e vertebrados, pois quanto maior a altitude média de distribuição de uma espécie, maior é a amplitude de altitude observada, embora ocorram exceções. A hipótese em questão seria de que durante as glaciações pleistocênicas, quando o clima era mais frio e seco do que atualmente<sup>1</sup>, teria acontecido uma diminuição das áreas onde as espécies poderiam ocorrer. Em latitudes elevadas, como no sul da América do Sul, parte das áreas teria ficado coberta por gelo, principalmente durante o período Würmiano<sup>10</sup>. Um dos possíveis resultados deste processo seria o desaparecimento das espécies com distribuição geográfica restrita. Com isto, as espécies com ampla distribuição altitudinal seriam selecionadas, resultando em uma correlação positiva entre tamanho da distribuição geográfica e a altitude<sup>11</sup>.

Num estudo feito durante o Projeto Fragmentação Sutil com alguns primatas endêmicos da Mata Atlântica encontrou-se uma relação positiva entre a amplitude de distribuição por altitude das espécies e sua altitude média (Figuras 1 e 2). O padrão de distribuição da altitude de ocorrência encontrado para esses primatas, sugere que as flutuações climáticas do Quaternário no sudeste brasileiro (revistas recentemente por Behling<sup>12</sup>, Behling & Lichtee<sup>13</sup>, Safford<sup>14</sup>), podem ter influenciado a distribuição por altitude, ou até ocasionado extinções diferenciais entre os primatas endêmicos da Mata Atlântica<sup>15</sup>. Estudos paleoclimáticos indicam que a temperatura oscilava entre 4° a 7°C abaixo da temperatura média atual<sup>12,13,16,17</sup>. Estudos realizados por Clapperton e outros autores<sup>18</sup> indicam que uma redução de 3°C durante o Quaternário, seria o suficiente para a formação de gelo nos Andes Equatoriais, em locais onde hoje não há mais gelo. Alguns estudos sugerem ainda que os topos das montanhas do sudeste brasileiros estiveram congelados durante parte do Quaternário<sup>19</sup>. É possível que as geadas tenham sido mais freqüentes nas montanhas do sudeste brasileiro do que hoje em dia, quando ocorrem apenas eventualmente. De qualquer forma, a idéia subjacente a esta hipótese

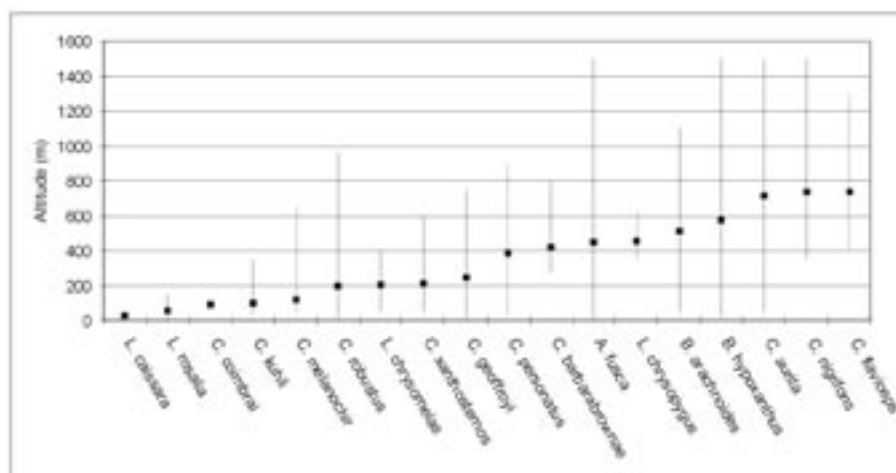


Fig.1 Amplitude de distribuição das altitudes dos primatas endêmicos da Mata Atlântica, ordenados seguindo uma ordem crescente de aumento nas altitudes médias. O ponto representa a altitude média e as retas indicam a amplitude. Adaptado de Grelle<sup>15</sup>.

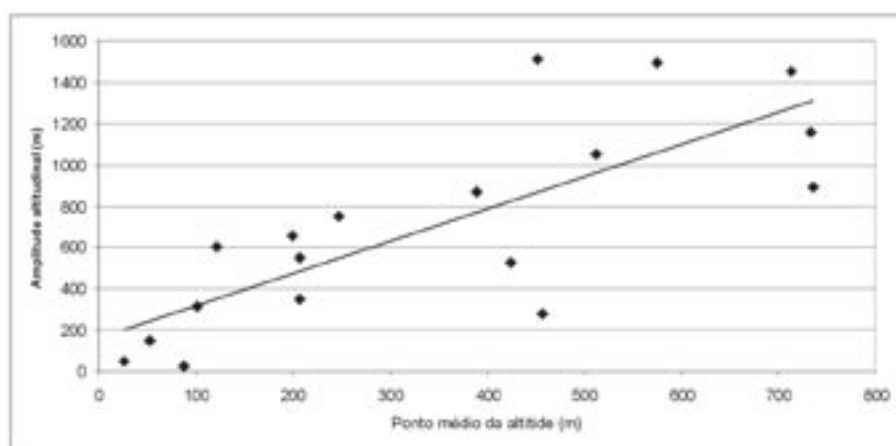


Fig.2 Relação entre a amplitude altitudinal dos primatas endêmicos da Mata Atlântica e o ponto médio da altitude. Adaptado de Grelle<sup>15</sup>.

indica que as espécies tiveram que sobreviver a épocas mais frias do que as atuais, o que pode ter sido mais limitante em altitudes elevadas. Seguindo este raciocínio, pode-se imaginar que somente as espécies com ampla distribuição altitudinal resistiram à situação extrema de congelamento parcial dos seus habitats. O resultado dessas flutuações climáticas refletiria no padrão encontrado hoje, no qual as espécies de altitudes médias mais elevadas podem suportar maiores oscilações do clima.

Os efeitos das flutuações climáticas na distribuição por altitude dos primatas ganham força quando se junta a informação de que a *linha de árvores* (limite superior de ocorrência de árvores com aumento da altitude) desceu durante as glaciações<sup>14,16</sup>. Não se sabe com exatidão o quanto, mas há indícios de que a *linha de árvores* tenha descido mais de 1.000m de altitude nos Andes<sup>16</sup> e no sudeste brasileiro<sup>14</sup>. Sendo assim, espécies fortemente dependentes de habitats florestais como os primatas, tiveram que necessariamente *descer* das montanhas durante as glaciações. Essa mudança na *linha de árvores* provavelmente explica porque só algumas espécies de roedores e marsupiais ocorrem nos topos das montanhas do sudeste. Algumas espécies de roedores têm

sido coletadas exclusivamente nas partes altas (inclusive nos campos de altitude) das serras dos Parques Nacionais de Itatiaia, da Serra dos Órgãos e do Caparaó<sup>20,21</sup>. A hipótese seria de que esses roedores, por serem cursoriais, conseguiram permanecer nas montanhas mesmo sem as árvores. No caso de ter ocorrido gelo no topo das montanhas, essas espécies teriam que ter recolonizado as partes altas das montanhas nas fases mais quentes. De qualquer forma, é curioso notar que as montanhas do sudeste brasileiro eram cobertas por gramíneas durante os períodos mais secos e frios do Quaternário<sup>12,13</sup> o que, sem dúvida, propiciou a colonização de roedores cursoriais.

Há, portanto, uma forte influência das mudanças ambientais na extinção e na especiação. Segundo Cerqueira<sup>1,2</sup>, as alterações climáticas foram um fator determinante nesses fenômenos durante o Quaternário. Mas a fragmentação quaternária levou à formação de fragmentos de tamanho suficiente para que as espécies pudessem subsistir, já que cada espécie tem tamanho de área e de distribuição geográfica mínimos para não se extinguir. Além disso, estes fragmentos quaternários, funcionando como refúgios, em muitos casos persistiram por bastante tempo e depois coalesceram formando as grandes florestas do Brasil (Amazônia e Floresta Atlântica), há cerca de 10.000 anos.

Isso difere do processo de fragmentação antrópica de hoje, pois muitos fragmentos são de tamanho pequeno e sofrem um processo contínuo de variação de área. Na verdade, a fragmentação da Mata Atlântica é recente sendo que grande parte dos desmatamentos aconteceu nos últimos 100 anos<sup>22</sup>, e os seus efeitos sobre a biota são ainda pouco conhecidos. É possível que esta contemporaneidade explique parte da dificuldade de se entender as consequências da fragmentação na Mata Atlântica. Certamente os efeitos da fragmentação quaternária parecem ser mais bem compreendidos do que os da fragmentação contemporânea.

Enfim, as mudanças ambientais continuam acontecendo e atualmente, os fragmentos são muito pequenos e por isso mesmo, pouco viáveis no médio e longo prazo. As consequências imediatas são as perdas de variabilidade de formas e genética, inviabilizando processos evolutivos como a especiação (veja exemplos em Myers & Knoll)<sup>23</sup>. Este é um dos motivos das preocupações atuais e mostra claramente a necessidade de mudanças prementes no padrão de uso do solo para que a riquíssima biodiversidade destes ecossistemas possa ser mantida.

## 2. Savanas amazônicas

As Savanas Amazônicas são manchas de vegetação aberta que ocorrem em meio às florestas da região Amazônica (Figura 3). Segundo Pires<sup>24</sup>, elas cobrem cerca de 150.000km<sup>2</sup>. Sua fisionomia é semelhante à do Cerrado, com um estrato graminoso e densidade variável de árvores e arbustos. Muitas espécies de plantas típicas do Cerrado também ocorrem nessas áreas, como lixeira (*Curatella americana*), o pau-terra (*Qualea grandiflora*), murici (*Byrsonima verbascifolia* e *B. crassifolia*), bate-caixa (*Palicourea rigida*), sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*), ipê-amarelo ou pau-d'arco (*Tabebuia caraiba*), mangaba (*Hancornia speciosa*), e pau-



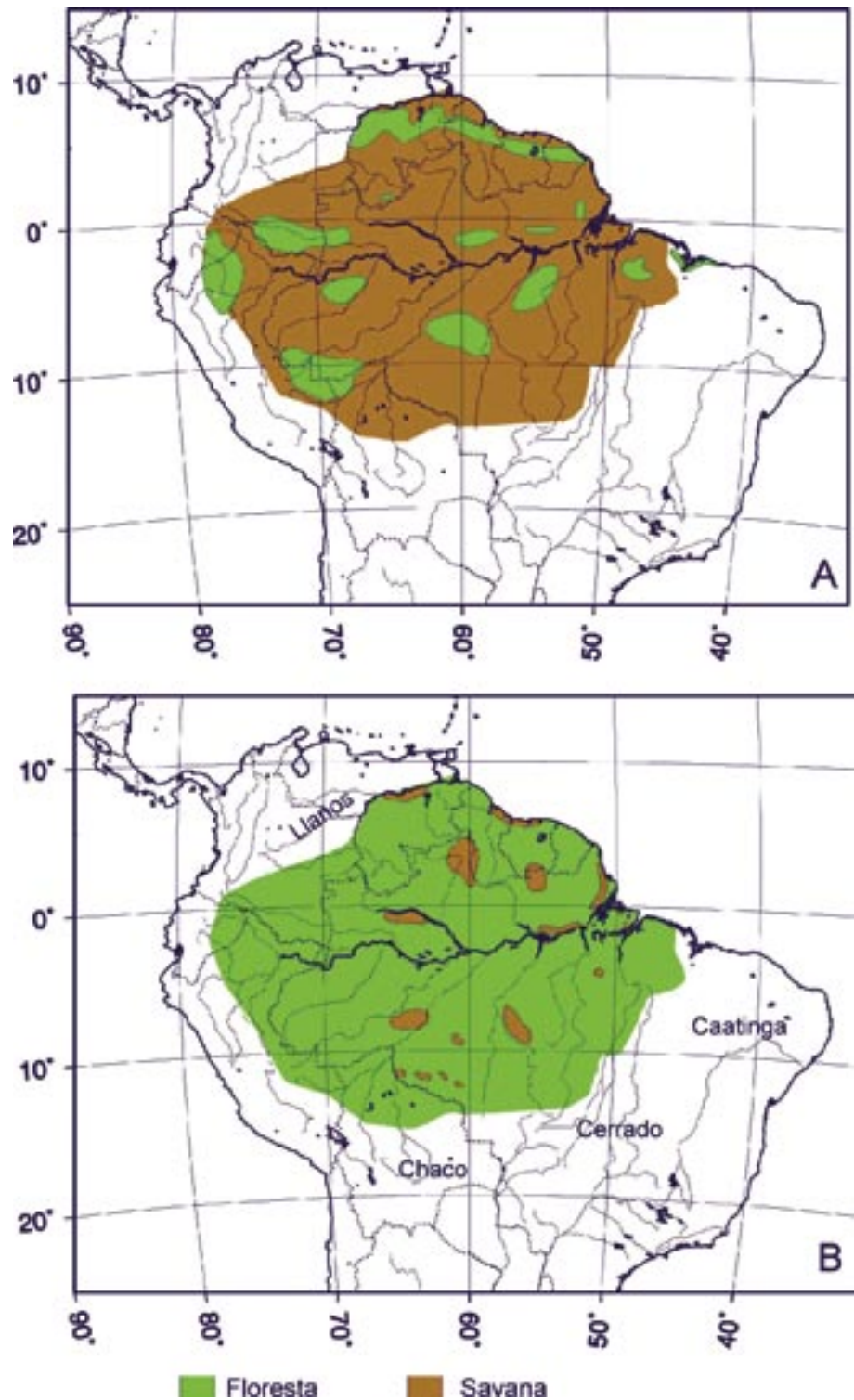


**Fig.3** Fragmento isolado de savana (cerca de 200ha), próximo a Villhena, sul de Rondônia

doce (*Salvertia convallariodora*)<sup>25,26</sup>. Essas savanas ocorrem sobre vários tipos de solo e sob vários regimes de chuva<sup>27</sup>, e muitas vezes a floresta que as circunda está sob condições semelhantes. Isso indica que sua presença não é determinada apenas por fatores edáficos e climáticos. Várias evidências indicam que esses fragmentos de savanas são relictos de uma savana muito mais extensa (Figura 4), que cobriu boa parte da Amazônia durante o Pleistoceno, em períodos de clima mais seco<sup>28</sup>. Essa grande savana era ligada ao Cerrado, aos Llanos da Venezuela, à Caatinga e ao Chaco. Isso explicaria a existência de espécies comuns a todas essas vegetações abertas.

Embora a fauna e a flora das Savanas Amazônicas sejam pouco conhecidas, existem registros de várias espécies endêmicas<sup>29,30</sup>. Cada conjunto de fragmentos de savana isolado há vários milhares de anos, tende a apresentar alguma diferenciação no nível de espécies e populações. Em alguns casos a diferenciação levou ao surgimento de espécies distintas, endêmicas de um fragmento ou conjunto de fragmentos. Em outros casos a diferenciação pode ser detectada geneticamente. As Savanas Amazônicas são, portanto, áreas de endemismo que merecem atenção especial em termos de conservação. Como cada fragmento ou grupo de fragmentos apresenta características únicas, elas não podem ser tratadas como uma unidade uniforme.

Áreas de vegetação aberta são muito mais fáceis de serem ocupadas que áreas de floresta devido à facilidade de acesso e ao menor custo de desmatamento. Conseqüentemente, as Savanas Amazônicas estão sob forte ameaça de ocupação por agricultura, pecuária e mineração. As savanas da Serra dos Carajás, por exemplo, que ocorrem sob condições edáficas únicas e apresentam alto potencial de endemismo, estão ameaçadas pela mineração de ferro<sup>31,32</sup>. Em outras regiões a pecuária extensiva já havia se estabelecido há algum tempo e, mais recentemente foi substituída pela monocultura intensiva de soja. Incêndios são também uma forte ameaça em todas essas áreas. Uma prática comum entre os fazendeiros consiste em queimar as savanas para estimular a rebrota de suas pastagens.



**Fig.4** A. Vegetação da Amazônia durante o último período seco do Pleistoceno, 18.000 a 13.000 anos atrás (baseado em Haffer28).  
B. Distribuição atual aproximada das Savanas Amazônicas (baseado em várias fontes).

As Savanas Amazônicas são, portanto, relictos de uma savana mais extensa que ocupou boa parte da América do Sul durante períodos mais secos do Pleistoceno. Elas apresentam endemismos e estão ameaçadas pela ação humana. Essas savanas são também um excelente modelo para estudar os efeitos de longo prazo da fragmentação do Cerrado, já que os efeitos sobre a estrutura genética de populações e sobre a biodiversidade estão certamente estabilizados.

### 3. Brejos de altitude do nordeste brasileiro

Os chamados *brejos de altitude* são fragmentos de floresta que ocorrem em meio à Caatinga na face leste do Planalto da Borborema (Ceará, Paraíba e Pernambuco), na região do agreste, uma transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga<sup>33</sup>. Apesar do nome, esses brejos não são áreas alagadas, mas sim florestas úmidas de altitude, que variam entre 800 e 1.000m, aproximadamente. As massas de ar vindas do oceano trazem alguma umidade, que condensa ao chegar a essa altitude, mantendo a floresta sempre úmida e verde.

A fauna e a flora dos brejos apresentam semelhanças com as da Mata Atlântica, mas contêm também elementos da Amazônia. Espécies endêmicas de animais<sup>34</sup> e plantas<sup>35</sup> também têm sido registradas, mas informações sobre sua fauna ainda são limitadas. A presença de espécies amazônicas é explicada pela ligação que teria havido no passado entre essas áreas e a Amazônia. Embora os solos dos brejos não sejam muito férteis, eles têm sido usados para agricultura, o que tem causado destruição de parte das florestas.

Os brejos de altitude do Nordeste são, portanto, fragmentos de floresta em meio à caatinga resultante de relevo e padrões de precipitação e umidade.

### 4. Matas Alagadas

As terras úmidas onde estão incluídos os brejos, pântanos, planícies de inundação e áreas similares cobrem uma área estimada de 6% da superfície terrestre e estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo<sup>36</sup>. A América do Sul possui as maiores áreas de terras alagadas do mundo<sup>37</sup>, e no Brasil, esta área equivale à cerca de 2% de todo o seu território<sup>38</sup>. Pouca atenção tem sido dada às matas alagadas, ou matas de brejo, apesar de sua comprovada importância na manutenção dos recursos hídricos<sup>36</sup>. Essas matas, também chamadas de Florestas Lati-foliadas Higrófilas com inundação quase permanente ou apenas Matas Higrófilas<sup>39</sup>, encontram-se estabelecidas sobre solos hidromórficos e estão sujeitas à presença de água superficial em caráter temporário ou permanente, ocorrendo em várzeas ou planícies de inundação, nascentes, margens de rios ou lagos ou ainda, em baixadas e depressões onde a saturação hídrica do solo é consequência do afloramento da água do lençol freático<sup>40</sup>. São, portanto, fragmentos florestais naturais que têm sua extensão totalmente dependente do regime hídrico local. Estes fragmentos são considerados de preservação permanente pelo Código Florestal de 1965<sup>41</sup>. Entretanto, a realidade dos fatos mostra que a maioria desse ecossistema já foi destruída ou encontra-se altamente fragmentada, restando cerca de 2% de sua área original<sup>42</sup>. Scarano e outros autores<sup>43,44</sup> fazem menção da importância de pesquisas direcionadas a esse ecossistema e recomendam atenção na sua conservação.

Fragmentos naturais de matas alagadas no Estado do Rio de Janeiro (Figuras 5 e 6) destacam-se por serem importantes remanescentes de Mata



Atlântica de baixada e por abrigar espécies ameaçadas de extinção, tais como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), a borboleta-da-praia (*Parides ascanius*), entre outras. Entre as espécies que compõem sua flora, muitas se encontram com populações reduzidas devido ao extrativismo secular na área. É o caso do guanandi (*Symphonia globulifera* e *Calophyllum brasiliense*), do jequitibá (*Cariniana legalis*) e da caixeta (*Tabebuia cassinoides*)<sup>45</sup>. Estes fragmentos possuem dossel com cerca de 20m de altura e com maior incidência de cipós e trepadeiras na borda que no interior<sup>46</sup>.

A composição e dinâmica desses fragmentos são, provavelmente,



**Fig.5** Mata alagada em Poço das Antas – interior.



**Fig.6** Mata alagada em Poço das Antas – vista geral do fragmento.

determinadas pela história de sua formação a partir da floresta contínua original e por processos de curto prazo de reajustamento das condições do fragmento<sup>47</sup>. Assim, fragmentos naturais isolados são fundamentais para o entendimento da ocorrência de condições de tamponamento que podem ser desenvolvidas após longo período de fragmentação.

## 5. Floresta Estacional Decidual

A Floresta Estacional Decidual, também denominada Mata Seca Decídua<sup>48</sup>, está associada a duas estações climáticas bem demarcadas: uma chuvosa e outra seca. Essas florestas possuem estrutura e composição bastante variadas, são fortemente influenciadas pelo ritmo estacional, resultando num alto grau de perda de folhas (ou deciduidade) durante a estação seca. Cerca de 90% das árvores do estrato dominante perde as folhas no período seco (Figura 7).

Esse tipo de formação apresenta distribuição fragmentária e disjunta

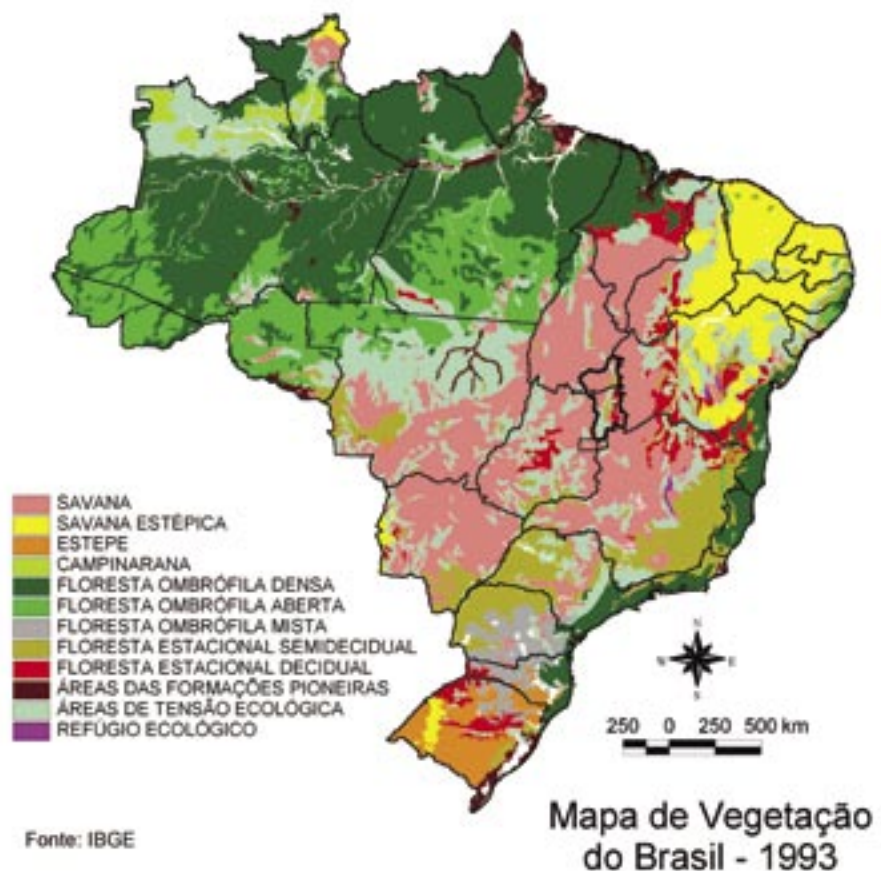


Fig.7

Fonte: IBGE

na América do Sul em um arco nordeste-sudoeste, formando corredores que conectam a Caatinga às fronteiras do Chaco<sup>49</sup> (Figura 8). Esse padrão indica que esses fragmentos são vestígios de uma formação muito maior e contínua, que deve ter atingido o seu máximo em extensão durante o período de contração das florestas úmidas, cerca de 18.000 a 12.000 anos atrás<sup>50</sup>.

Podem ser encontrados três subtipos dessa formação que guardam



**Fig.8** Interior de floresta estacional decidual no período da seca, no vale do rio Paranã, Goiás.

particularidades florísticas e estruturais entre si: as que ocorrem nas áreas de relevo plano, sobre solos mais profundos (em geral podzólicos, latossolo vermelho-escuro, terra roxa estruturada e terra roxa estruturada similar eutrófica); aquelas que ocorrem nas áreas de encosta sobre solos mais rasos, em geral litólicos, e aquelas que ocorrem em relevo mais acidentado sobre os afloramentos calcários, onde o endemismo de espécies é elevado.

Na época chuvosa a cobertura arbórea pode variar de 70 a 95% nas áreas de floresta sobre relevo plano, até 50 a 70% nas áreas calcárias, que são mais abertas. Nem sempre é possível observar um dossel fechado, mesmo nas áreas de relevo plano. A altura do dossel varia de 9m nas áreas mais acidentadas até 20m naquelas mais planas, com indivíduos emergentes que podem atingir até cerca de 30m de altura. Em geral, essas florestas apresentam baixa diversidade de epífitas.

Em termos florísticos e fisionômicos, as Florestas Deciduais estão mais associadas às Caatingas arbóreas, com espécies tidas como típicas dessa formação, tais como aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), barriguda (*Cavanillesia arborea*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). Contudo, apresenta alguma semelhança com outros tipos de vegetação adjacente dada a interpenetração de espécies de outras formações. Dentre essas se destacam, por exemplo, pau-jacaré (*Callisthene fasciculata*), mamoinha (*Dilodendron bipinnatum*), tingui (*Magonia pubescens*) e ipê-branco (*Tabebuia aurea*), presentes nos Cerrados, enquanto a copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e o jacarandá



(*Machaerium acutifolium*) que, além do Cerrado, são encontradas também em Matas de Galeria. Na região do Vale do rio Paranã, em Goiás e Tocantins, cerca de 55% das espécies de árvores são comuns às formações de Florestas Deciduais e dos Cerrados adjacentes.

A importância dessas florestas não está na riqueza de espécies que, para padrões tropicais, não é alta, mas sim na singularidade do conjunto de espécies que as compõem, o nível de destruição que sofreram, e ainda sofrem, e a importância econômica das espécies, principalmente de árvores como a aroeira que, exploradas em larga escala, hoje estão restritas aos fragmentos.

As Matas Calcárias (Figura 9) distinguem-se na paisagem pelo seu aspecto singular, ocorrendo sobre afloramentos de rochas de calcário. São acidentadas, com topografia peculiar e apresentam estrutura diferenciada da vegetação. Ocorrem espalhadas e naturalmente isoladas, variando em tamanho de menos de um até centenas de hectares. O solo ocorre entre as fraturas e fendas das rochas, onde se estabelece a vegetação. As copas das árvores não se tocam, formando um dossel muito mais aberto que o das florestas estacionais de áreas planas. A vegetação possui grande afinidade com a Caatinga, embora seja pouco conhecida. Árvores de imbiruçú (*Pseudobombax tomentosum* e *P. longiflorum*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), barriguda-de-espinho (*Chorisia pubiflora*), priquiteira (*Acacia glomerosa*), jacarandá-mimoso (*Jacaranda brasiliana*), amburana-cambão (*Commiphora leptopholeos*), gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), pau-ferro (*Machaerium scleroxylon*), peroba-rosa (*Aspidosperma pyrifolium*), aroeira, barriguda, ipê-roxo e mamoinha são as mais comuns em Matas Calcárias no vale do rio Paranã<sup>51,52,53</sup>.

As Matas Calcárias são abundantes nos enclaves de Florestas Deciduais, especialmente no vale do rio Paranã. Nessa região, assim como em outras, o isolamento natural das Matas Calcárias está sendo aumentado pela destruição da vegetação das áreas planas. As espécies de importância econômica que ocorrem nas Matas Calcárias, somente não são removidas pelas dificuldades que a topografia impõe ao transporte da madeira, porém, mesmo assim nas áreas menos acidentadas, alguma



Fig.9

Vista geral de grande área de afloramento de rochas calcárias, coberto por vegetação nativa, no vale do Rio Paranã, Goiás.

exploração madeireira ocorre. A extração das rochas para calcário agrícola e pavimentação de rodovias resulta na completa destruição dessas matas. As Matas Calcárias, por compartilharem parte das espécies com as Florestas Deciduais, têm importância crucial na conservação da biodiversidade, pois são reservatórios de espécies e genes.

## 6. Capões de Mata de Araucária nos Campos Sulinos

Os Capões são ilhas de Floresta com Araucária, ou pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), isoladas naturalmente em meio aos campos sulinos. A mata dos capões apresenta altura menor que a porção contínua das florestas, com os pinheiros mais altos atingindo no máximo 15 a 18m, com um segundo estrato logo abaixo atingindo até 8m. Tal fato está relacionado à presença de solos rasos e com baixa disponibilidade de água. Os fragmentos que apresentam forma circular são denominados popularmente de capões (Figura 10). Também são comuns fragmentos acompanhando os vales dos rios (Figura 11).

Vários autores salientam que a principal causa do isolamento dessas florestas são as mudanças climáticas. Klein<sup>54</sup> e Bigarella<sup>55</sup> sugeriram a existência de dois períodos mais secos, um mais drástico no Pleistoceno e um menos intenso no Holoceno, que explicariam o predomínio das formações campestres em relação às florestas.

Estudos de palinologia revelaram que a partir de 45.000 a 33.000 anos atrás, houve um aumento na umidade e uma expansão da Floresta com Araucária no Brasil. Entre 17.000 e 13.000 anos ocorreu um clima frio e relativamente seco que causou um recuo dessas florestas. No final do Pleistoceno (13.000 a 11.000 anos atrás), houve um novo aumento de umidade e uma nova expansão das florestas com Araucária. Entre 11.000 e 8.500 anos, houve um abrupto e curto período com o retorno do clima frio e seco, ocasionando uma nova retração das florestas. Depois



**Fig.10** Capão de Floresta com Araucária nos Campos de Guarapuava, Paraná.





**Fig.11** Fragmentos de Floresta com Araucária na região dos campos sulinos, Paraná.

de 4.000 anos o clima retorna a ser úmido, reassumindo as condições atuais<sup>56,57</sup>.

Os campos sulinos no Estado do Paraná localizam-se em altitudes mais elevadas, entre 1.100 a 1.350m, acima das Florestas com Araucária adjacentes. Nesses locais ocorrem as temperaturas mais frias do Estado, sendo freqüente a ocorrência de geadas no inverno.

Os campos ocorrem em regiões planas ou plano-deprimidas mal drenadas, em solos de arenito pobre, em solos derivados de derrames basálticos ácidos e em solos rasos e pedregosos, salientando que a fisionomia campestre é difícil de explicar com base nos parâmetros atuais do ambiente, onde ocorre um clima tipicamente florestal<sup>58</sup>. Ou seja, existe uma tendência de expansão das Florestas de Araucária por sobre os campos<sup>54</sup>, mas que atualmente é pouco perceptível devido à intensa atividade agropecuária que ocorre nos mesmos.

No mapeamento realizado pelo subprojeto Araucária a área dessa floresta foi estimada em 8.295.750ha, e os campos sulinos em 3.293.389ha, representando respectivamente, 41,5% e 16,5% do total da área do Estado do Paraná.

**Tabela 1. Proporção de diferentes formações florestais na área de ocorrência dos campos sulinos, no Estado do Paraná.**

Formações florestais	Área em ha	% da área total dos campos sulinos
Estágio sucessional inicial	140.392	4,26
Estágio sucessional médio	84.057	2,55
Estágio sucessional avançado	7.888	0,24
Predomínio de pinheiros	2.411	0,07
Reflorestamento	49.217	1,49

Nos capões as espécies arbóreas associadas ao pinheiro-do-Paraná apresentam porte baixo, atingindo até 8m de altura e entre 10 a 30cm de diâmetro. Em sua composição florística destaca-se o grande número de espécies da família Myrtaceae como maria-preta (*Blepharocalix salicifolius*), *Myrciaria tenella*, *Calypttranthes concinna*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Myrceugenia euosma*. Além dessas, ocorrem também erva-mate (*Ilex paraguariensis*), canela (*Ocotea diospyrifoli* e *O. porosa*), *Casearia decandra*, *C. lasiophylla*, *C. obliqua*, *C. sylvestris*, *Jacaranda puberula*, *Lithraea brasiliensis*, *Nectandra grandiflora*, *N. lanceolata*, *N. megapotamica*, *Allophylus edulis*, *Cedrela fissilis*, *Cordyline dracaenoides*, *Cupania vernalis*, *Rollinia rugulosa*, e *Tabebuia alba*.

Na região dos Campos Gerais, foram identificadas nos capões as seguintes espécies<sup>59</sup>: *Ilex dumosa*, *Gochnatia polymorpha*, *Dicksonia sellowiana*, *Ocotea puberula*, *O. porosa*, *Nectandra lanceolata*, *Miconia sinerascens*, *Gomidesia sellowiana*, *Myrceugenia euosma*, *Myrcia multiflora*, *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides*. Na região dos Campos de Curitiba, foram identificadas 95 espécies de árvores com diâmetro à altura do peito maior ou igual a 20cm<sup>60</sup>. O pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) e a araucária foram apontadas como as espécies de maior importância na caracterização dessa formação em função, respectivamente, do grande número de indivíduos e do porte. Geralmente essas espécies ocupam o estrato superior, com altura de 11 a 20m, ou são emergentes no caso da araucária. No segundo estrato, com altura aproximada de 6 a 10m, as espécies mais comuns são *Capsicodendron dinisii*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Rapanea ferruginea*, *Pimenta pseudocaryophyllus*, *Myrcia rostrata gracilis*, *Lithraea brasiliensis* e *Myrcia obtecta*. Diferenças florísticas foram detectadas entre os capões de acordo com as condições edáficas e níveis sucessionais, sendo salientado pelos autores que a comunidade com maior diversidade na região estudada, é onde ocorre *Ocotea porosa* e outras canelas. Já as formações mais recentes são tipicamente dominadas pelo pinheiro-bravo, além de *Zanthoxylum rhoifolia* e *Eugenia hiemalis*, entre outras.

## 7. Efeitos da sedimentação e hidrodinâmica sobre habitats de aves limícolas migratórias no Norte do Brasil

A sedimentação em áreas costeiras muitas vezes funciona como uma fragmentação natural para os organismos que as habitam, podendo ser uma causa favorável, mas muitas vezes desfavorável para o estabelecimento das espécies. A variação no tipo de sedimento pode ser atribuída às condições energéticas locais. O mecanismo e o sentido de transporte de areia na região da praia são fortemente controlados pelo movimento das águas que, por sua vez, é consequência das correntes produzidas pelas marés e pela ação das ondas. Os ventos podem ser considerados um fator importante, pois pode causar deformidades nos níveis altos e baixos da água, na força das correntes ao longo da costa e também influenciar marcadamente no declive da praia<sup>61</sup>. A praia sofre modificações contínuas em função das condições oceanográficas, de

modo que está sempre em equilíbrio com a situação hidrodinâmica local.

A natureza do sedimento é um dos fatores mais importantes para a distribuição e abundância das espécies bentônicas. Vários autores já evidenciaram o papel fundamental da sedimentação na distribuição da endofauna. Essa constante movimentação das partículas de fundo pode tornar esse sedimento mal selecionado, ou seja, misturando areias fina, média e grossa, ocasionando baixos valores na diversidade e muitas vezes na abundância faunística, indicando que apenas algumas espécies se adaptam a esse tipo de fundo, geralmente instável. Exemplo típico desse processo de sedimentação foi observado na praia de Panaquatira em São Luís (MA) onde, provavelmente em decorrência dessa mistura de sedimentos, houve uma menor abundância de organismos bentônicos dentre todas as áreas estudadas. Além desse fator, os ambientes estuarinos ainda podem ter sua sedimentação afetada pelo transporte de sedimentos dos rios para as praias, causando um maior acúmulo de areia sobre o sedimento da praia, que pode sufocar as espécies ali existentes e expulsá-las ou mesmo extingui-las localmente.

Na praia de Goiabal, município de Calçoene (AP), foram observados padrões inesperados entre dois anos de coleta, com 919 indivíduos em 1998 e 14 em 2000. Essa grande diferença está sendo atribuída às mudanças no tipo de sedimento, que podem ter sido ocasionadas por uma grande deposição de sedimentos provenientes dos rios. Esse setor da costa sofre forte influência do rio Amazonas, para onde são carregadas grandes quantidades de sedimentos<sup>62</sup>. Em termos comparativos, as outras praias estudadas apresentaram maior número de indivíduos, fato que possivelmente está relacionado a uma maior estabilidade dos sedimentos nessas áreas, que são mais abrigadas e sofrem menor influência das ondas.

Os dados observados em áreas costeiras indicam que as comunidades de aves (maçaricos migratórios e residentes) tendem a seguir um padrão de distribuição em áreas de alimentação de acordo com o tipo de substrato envolvido. Devido à sua alta taxa metabólica, essas aves necessitam de um suprimento calórico quase constante, e os ambientes fornecedores de recursos alimentares (organismos bentônicos) estão localizados em alguns setores ao longo da costa entre o Maranhão e o Amapá. Portanto, considerando que a distribuição da fauna bentônica está associada à distribuição do tipo de sedimento, pode-se concluir que a distribuição espacial da avifauna costeira segue a distribuição do tipo de sedimento e, em consequência, dos recursos alimentares associados.

Existem poucos lugares onde a abundância de organismos bentônicos é suficiente para suprir a demanda energética das aves migratórias, e esses fragmentos de áreas propícias são formados em decorrência da dinâmica de marés, correntes e carreamento de nutrientes e sedimentos pelos rios. Entretanto, caso uma dessas áreas seja afetada por usos que alterem essa dinâmica natural (construção de portos, residências, fazenda camaroneira etc.), elas passarão a ser fragmentos artificiais criados por atividades antrópicas.

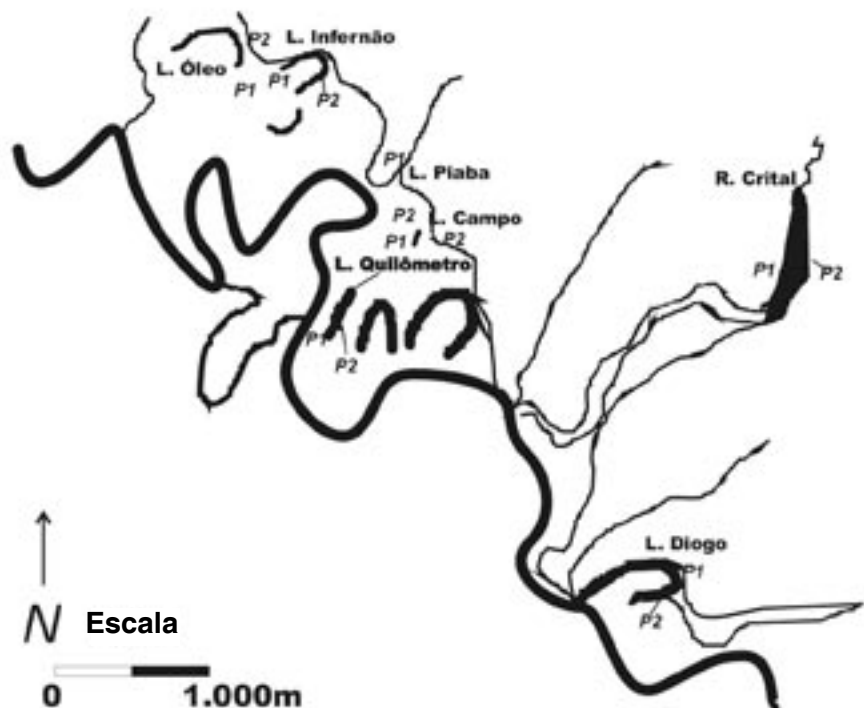
Em resumo, a sedimentação das praias pode ser um fator natural de fragmentação para os organismos de zonas costeiras no litoral norte do Brasil.

## 8. Fragmentação natural de ambientes de água doce

Entre as causas naturais da fragmentação de ecossistemas aquáticos lóticos (rios), estão incluídas as mudanças dos cursos de rios e tributários por processos erosivos e deposição de sedimentos com formação de lagoas marginais, levantamentos de crosta, falhas tectônicas e deposição de sedimentos, quedas de barreiras, atividade eólica e as pequenas represas formadas com troncos de árvores pelos castores.

Lagoas marginais (*oxbow lakes*) margeiam numerosos rios de planície nas bacias hidrográficas brasileiras, tendo um papel significativo para a biodiversidade de água doce, pois são locais de reprodução e alimentação de diversas espécies. Estas lagoas podem apresentar alta conectividade com o sistema original (o rio) em função do relevo, distância e da magnitude do pulso de inundação. São exemplos destes ecossistemas as lagoas marginais da bacia do rio Amazonas e do rio Paraná e as baías do Pantanal Mato-grossense. A [Figura 12](#) ilustra as lagoas marginais em forma de ferradura na planície de inundação do rio Mogi-Guaçu (SP).

O maior distrito de lagos naturais do sudeste brasileiro, o sistema de lagos do Vale do rio Doce (MG), originou-se naturalmente por processos de levantamentos de crosta e barramentos de tributários por processos sucessivos de erosão e deposição dos sedimentos. Este tipo de fragmentação natural geralmente origina lagos com baixa conectividade. Em virtude do relevo acidentado, oriundo dos processos tectônicos, ocorre isolamento geográfico, surgimento de novas espécies e alguns endemismos.



**Fig.12** Exemplo de formação de lagos marginais pelas mudanças de curso do rio Mogi-Guaçu na bacia do Alto rio Paraná

## 9. Recomendações

- a. Fragmentos naturais devem ser claramente diferenciados de fragmentos antrópicos na definição e implementação de políticas públicas de conservação;
- b. Alguns fragmentos naturais constituem áreas prioritárias para conservação porque contêm espécies endêmicas e populações diferenciadas;
- c. Fragmentos naturais devem ser preservados como fragmentos e não devem ser conectados, pois a interligação poderia destruir a estrutura populacional e causar extinções locais;
- d. Na preservação de fragmentos naturais é importante considerar o uso e conservação do solo no entorno (matriz);
- e. A estrutura e a dinâmica da biota de fragmentos naturais necessitam de estudos mais detalhados visando à identificação de áreas prioritárias para conservação.

## Referências bibliográficas

1. CERQUEIRA, R., 1982, South American Landscapes and their Mammals, pp. 53-76. In: M. A. Mares & H. H. Genoways. (eds.) *Mammalian Biology in South America*. Special Publications Series, Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh.
2. CERQUEIRA, R., 1985, The distribution of *Didelphis* (Poliprotodontia, Didelphidae) in South America. *Journal of Biogeography*, 12: 135-145.
3. CERQUEIRA, R., 1995, Determinação de Distribuições Potenciais de Espécies, pp: 141-161. In: P. Peres-Neto, J.L. Valentin, & F.A.S. Fernandes (eds.) *Oecologia Brasiliensis*, Vol. II: Tópicos em Tratamento de Dados Biológicos. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
4. CERQUEIRA, R., 2000, Biogeografia das Restingas. In: Esteves, F. A. & Lacerda, L.D. (eds.) *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/ UFRJ, Macaé, pp: 65-75.
5. CERQUEIRA, R., MARROIG, G. & PINDER, L., 1998, Marmosets and Lion-tamarins distribution (Callitrichidae, Primates) in Rio de Janeiro, South-eastern Brazil. *Mammalia*, 62: 213-226.
6. LARA, M. C. & PATTON, J. L., 2001, Evolutionary diversification of spiny rats (genus *Trinomys*, Rodentia: Echimyidae) in the Atlantic Forest of Brazil. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 130: 661-686.
7. MARROIG, G. & CERQUEIRA, R., 1997, Plio-Pleistocene South America history and the Amazon Lagoon hypothesis: a piece in the puzzle of Amazonian diversification. *Journal of Comparative Biology*, 2: 103-119.
8. VANZOLINI, P.E., 1970, *Zoologia Sistemática, Geografia e a origem das espécies*. IG/USP, São Paulo.
9. GRELLE, C. E.V., FONSECA, G. A. B., FONSECA, M. T. & COSTA, L. P., 1999, The question of scale in threat analysis: a case study with Brazilian mammals. *Animal Conservation*, 2: 149-152.

10. COLTRINARI, L., 1993, *Global Quaternary changes in South America. Global and Planetary Change*, 7: 11-23.
11. RAPOPORT, E. H., 1982, *Areography: Geographical Strategies of Species*, Pergamon Press, Oxford, 269 p.
12. BEHLING, H., 1998, Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Paleobotany and Palynology*, 99: 143-156.
13. BEHLING, H. & LICHTÉ, M., 1997, Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research*, 48: 348-358.
14. SAFFORD, H. D., 1999, Brazilian Páramos. I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, 26: 693-712.
15. GRELLÉ, C. E. V., 2000, *Areografia dos Primatas da Mata Atlântica*. Tese de Doutorado, Museu Nacional, UFRJ, 150 p.
16. VAN DER HAMMEN, T., 1974, The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1: 3-26.
17. WEBB, R. S., RIND, D. H., LEHMAN, S. J., HEALY, R. J. & SIGMAN, D., 1997, Influence of ocean heat transport on the climate of the last Glacial Maximum. *Nature*, 385: 695-699.
18. CLAPPERTON, C. M., HALL, M., MOTHES, P., HOLE, M. J., STILL, J. W., HELMENS, K. F., KURY, P. & GEMMEL, A. M., 1997, A Younger Dryas Icecap in the Equatorial Andes. *Quaternary Research*, 47: 13-28.
19. EBERT, H., 1960, Novas observações sobre a Glaciação Pleistocênica na Serra de Itatiaia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 32: 51-73.
20. GEISE, L., 1995, *Os roedores Sigmodontinae (Rodentia, Muridae) do Estado do Rio de Janeiro*. Sistemática, Distribuição e Variação Geográfica. Tese de Doutorado, Departamento de Genética, IB, UFRJ, 389 p.
21. BONVICINO, C. R., LANGGUTH, A. B., HERSKOVITZ, P. & PAULA, A. C., 1997, An elevational gradient study of small mammals at Caparaó National Park, South eastern Brazil. *Mammalia*, 61: 547-560.
22. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE & INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL, 1998, *Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995*. SOS Mata Atlântica, São Paulo, 54 p.
23. MYERS, N. & KNOLL, A. H., 2001, The biotic crisis and the future of evolution. *Proceedings of National Academy of Sciences, USA*, 98: 5389-5392.
24. PIRES, J. M., 1973, Tipos de vegetação da Amazônia. *Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 20: 179-202.
25. DUCKE, A., & G. BLACK, 1953, Phytogeographical notes on the Brazilian Amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 25: 1-46.
26. PIRES, J. M., AND G. T. PRANCE, 1985, The vegetation types of the Brazilian Amazon, pp. 109-145. In: G.T. Prance & T.E. Lovejoy (eds.), *Key Environments: Amazonia*, Pergamon Press, Oxford.
27. EITEN, G., 1978, Delimitation of the Cerrado concept. *Vegetatio*, 36: 169-178.
28. HAFFER, J., 1987, Quaternary history of tropical America, pp. 1-18. In: Whitmore, T.C. & Prance, G.T. (eds.) *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press. Oxford.
29. COLE, C. J., & H. C. DESSAUER, 1993, Unisexual and bisexual whiptail lizards of the *Cnemidophorus lemniscatus* complex (Squamata: Teiidae) of the Guiana region, South America, with descriptions of new species. *American Museum Novitates*, 3081: 1-30.



30. COLE, C. J., H. C. DESSAUER, & A. L. MARKEZICH, 1993, Missing link found: the second ancestor of *Gymnophthalmus underwoodi* (Squamata: Teiidae), a South American unisexual lizard of hybrid origin. *American Museum Novitates*, 3055: 1-13.
31. ALMEIDA JR., J. M. G. (ed.), 1986, Carajás: *Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento*. Editora Brasiliense S.A. e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, São Paulo.
32. SILVA, M. F. F., 1988, *Aspectos Ecológicos da Vegetação que Cresce sobre Canga Hematítica em Carajás-PA* Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.
33. MAYO, S.J. & FEVEREIRO, V.P.B., 1982, *Mata de Pau Ferro - a pilot study of the Brejo forest of Paraíba, Brazil*. Royal Botanic Gardens, Kew.
34. VANZOLINI, P. E , 1981, A quasi-historical approach to the natural history of the differentiation of reptiles in tropical geographic isolates. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 34:189-204.
35. ANDRADE-LIMA, D., 1982, Present-day forest refuges in Northeastern Brazil, pp. 245-251. In: G. T., Prance (ed.). *Biological diversification in the tropics*. New York, Columbia University Press.
36. MALTBY, E. 1990. *Wetlands - Their status and role in the biosphere. Plant Life Under Oxygen deprivation*. SPB Academic Publishers, The Hague, p. 3-21.
37. ASELMANN, I. & CRUTZEN, P. J., 1989, Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality and possible methane emission. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 8:307-358.
38. WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE, 1992, *Global biodiversity - status of the earth living resources*. Chapman & Hall, London, p. 594.
39. TONIATO, M. T. Z., LEITÃO-FILHO, H. F. & RODRIGUES, R. R., 1998, Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 21(2): 197-210.
40. IVANAUSKAS, N. M., RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G., 1997, Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica*, 20(2):139-153.
41. MILARÉ, E., 1991, *Legislação ambiental no Brasil*. Edições APMP. Série: Cadernos informativos.
42. CÂMARA, I. G., 1991, Plano de ação para a Mata Atlântica. p. 17-43.
43. SCARANO, F. R., RIBEIRO, K. T., MORAES, L. F. D. & LIMA, H. C., 1997, Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 793-803.
44. SCARANO, F. R., RIOS, R. I. & ESTEVES, F. A., 1998, Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in brazilian flood-prone forests. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 24: 223-235.
45. IBDF, 1981, *Plano de Manejo da Reserva Biológica de Poço das Antas*. Documento técnico no 10, Ministério da Agricultura, Brasília.
46. CARVALHO, F. A., BRAGA, J. M. A., RODRIGUES, P. P. & NASCIMENTO, M. T., 2000, Distribuição e densidade de lianas em áreas de borda e interior em dois fragmentos de Mata Atlântica de baixada periodicamente alagada na Rebio Poço das Antas, RJ. *Anais do 6º Simpósio e Congresso Internacional sobre Florestas - FOREST*, Porto Seguro-BA, 101-102.

47. KELLMAN, M., TACKABERRY, R. & RIGG, L., 1998, Structure and function in two tropical gallery forest communities: implications for forest conservation in fragmented systems. *Journal of Applied Ecology*, 35:195-206.
48. RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T., 1998, Fitofisionomias do Bioma Cerrado, p.89-152. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina-GO.
49. OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A., 1995, A study of the origin of central brasilian forest by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, 52: 141-194.
50. PRADO, D. E. & GIBBS, P. E., 1993, Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80, 902-927.
51. SILVA, L. A., & SCARIOT, A., 2002a, Comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário na Bacia do Rio Paranã. *Revista Árvore* (no prelo).
52. SILVA, L. A., & SCARIOT, A., 2002b, Estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos - Go, Bacia do Rio Paranã). *Acta Botanica Brasilica* (no prelo).
53. SILVA, L. A., & SCARIOT, A., 2002c, Levantamento da estrutura arbórea em uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário. *Revista Árvore* (no prelo).
54. KLEIN, R.M., 1984, Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia*, Itajaí, 36 p.5-54.
55. BIGARELA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D. & RIEHS, P.J., 1975, Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47:411-64.
56. LEDRU, M.P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TUERCQ, 1996, The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 123:239-257.
57. LEDRU M.P., 1993, Late quaternary environmental and climatic changes in central Brazil. *Quaternary Research*, 39, 90-98.
58. LEITE, P. F., 1994, As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil - proposta de classificação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
59. MORO, R. S.; ROCHA, C. H.; TAKEDA, I. J. M.; KACZMARECH, R., 1996, Análise da vegetação nativa da bacia do Rio São Jorge. *Publicação UEPG – Ciências Biológicas e da Saúde*, n.2, v.1, p. 33-56.
60. ZILLER, S. R. 1993, *As Formações Vegetais da Área de Influência do Futuro Reservatório do Rio Iraí Piraquara / Quatro Barras - PR*. Curitiba, Relatório Técnico, 93 p.
61. GIANUCA, N. M., 1983, A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. In: Mclachlan, A. & Erasmus, T. (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, Boston, pp. 413-419.
62. GIBBS, R. J., 1970, The suspended material of the Amazon shelf and tropical Atlantic Ocean. *Marine Science*, 4: 203-210.





# 3 CAUSAS ANTRÓPICAS

Judith Tiomny Fizon e  
Nilson de Paula Xavier Marchioro  
Ricardo Miranda de Britez  
Diogo de Carvalho Cabral  
Nazira C. Camely  
Vanessa Canavesi  
Paulo Roberto Castella  
Ernesto B. Viveiros de Castro  
Laury Cullen Junior  
Mauricio Borges Sampaio Cunha  
Evandro Orfanó Figueiredo  
Idésio Luis Franke  
Herbert Gomes  
Laura Jane Gomes  
Vera Helena Vieira Hreisemnou  
Elena Charlotte Landau  
Sandra Maria Faleiros Lima  
Ana Tereza Lyra Lopes  
Eduardo Mariano Neto  
Ana Lucia de Mello  
Luís Cláudio de Oliveira  
Katia Yukari Ono  
Nadia Waleska Valentim Pereira  
Aníbal dos Santos Rodrigues  
Antônio Augusto Ferreira Rodrigues  
Carlos Ramon Ruiz  
Luiz Fernando G. Leandro dos Santos  
Welber Senteio Smith  
Cimone Rozendo de Souza

Os efeitos dos processos de perda e de fragmentação de habitats não podem ser totalmente compreendidos e controlados pelas abordagens biológicas. O efeito do padrão histórico e a configuração atual da ocupação, bem como suas características socioeconômicas resultaram em pressões e, simultaneamente, em medidas conservacionistas, intencionais ou não, que contribuíram para a atual configuração da paisagem.

A identificação dos fatores antrópicos que interferem no processo de fragmentação ambiental não é tarefa fácil. Quando o objetivo de prever e avaliar as suas consequências, defronta-se com poucas bases empíricas em escalas compatíveis com os fenômenos que são observados e com a pouca prática do monitoramento permanente. Esta situação gera suposições frágeis, com baixa confiabilidade teórica e empírica, não se constituindo em um apoio seguro às decisões de formulação e implementação de políticas públicas.

Essa preocupação é evidente para Dias (2001)<sup>1</sup>, ao sugerir que o monitoramento da biodiversidade deve incluir os principais fatores impactantes oriundos da intervenção humana, tais como a perda e fragmentação dos habitats, a introdução de espécies e doenças exóticas, uso de híbridos e monoculturas na agroindústria e na pecuária, crescimento acelerado das populações humanas, a distribuição desigual da propriedade, políticas econômicas e sistemas jurídicos inadequados e insuficiência de conhecimentos para a conservação ambiental. Não obstante, resta o desafio de definir como incluir esses fatores em uma análise cientificamente embasada, evitando cair em mitos e em simplificações das relações causa-efeito de pequena sustentação empírica.

Há um amplo rol de fatores impactantes no processo de fragmentação. O presente capítulo ateu-se, exclusivamente, aos fatores identificados e estudados pelos subprojetos do Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio, nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. Não obstante, não se sabe quais impactos que a maior parte desses fatores geram e, quando são conhecidos, não há propostas definidoras de níveis desejáveis/aceitáveis para aceitá-los ou rejeitá-los, exceto nos casos limite em que se extingue uma espécie.

Foram abordados diversos aspectos dos efeitos de atividades antrópicas. Algumas abordagens tiveram caráter genérico tal como a preocupação com a introdução, deliberada ou não, de espécies exóticas silvestres e domésticas, plantas para cultivo e ornamentação, agentes biológicos para controle de pragas, comensais e parasitas indesejáveis que vêm alterando as biotas nativas. Outras abordagens se ativeram às observações relacionadas a um bioma estudado ou, mais especificamente, a uma área geográfica que foi objeto do estudo empírico.

Deve-se reconhecer que ainda são necessários diversos estudos que permitam não apenas identificar, mas também, quantificar e qualificar os impactos antrópicos. Só assim será possível delinear limites aceitáveis/desejáveis das perturbações decorrentes das atividades desenvolvidas pela sociedade humana, viabilizando o apoio às decisões de implantação de políticas públicas de manejo ambiental sustentável.

Alguns dos principais fatores antrópicos identificados que desencadearam a devastação das florestas nativas foram a caça, exploração agropecuária, queimadas, extração vegetal, lazer, urbanização e a implantação de infraestrutura de transportes, energia e saneamento. Em quase todos eles foram identificados vínculos com atividades e políticas econômicas ou então, se constituem como estratégias de sobrevivência frente às adversidades destas. Esses levantamentos permitiram perceber que os diferentes estágios de fragmentação são decorrentes dos diferentes padrões de desenvolvimento social e econômico nacionais, regionais e locais.

## 1. As causas antrópicas da fragmentação: um breve histórico

Uma recuperação histórica do processo de fragmentação de origem antrópica permite identificar alguns dos principais fatores que desempenharam papel importante na atual configuração dos remanescentes florestais.

O primeiro marco do processo de fragmentação ocorreu por volta de 500 anos atrás com a conquista desse continente pelos europeus. A partir daí, as atividades socioeconômicas têm orientado a ocupação de áreas de florestas. Este processo, porém, não se deu de forma homogênea, podendo-se identificar claras diferenças regionais quanto à intensidade e à velocidade do desmatamento. Inicialmente, a principal ação humana de degradação florestal consistiu na extração de madeiras como o pau-brasil, para o comércio ou simplesmente a derrubada da floresta para uso na estruturação das vilas e ocupação da então colônia (fonte energética e de material para construção).

Depois disso, a localização e a velocidade dos desmatamentos passou a se confundir com as demandas decorrentes dos ciclos econômicos. A produção de cana-de-açúcar, a busca por ouro, o cultivo do café e as atividades pecuárias impulsionaram a ocupação da área originalmente coberta pela Mata Atlântica, que hoje se estima não passar de 5% da cobertura original<sup>2</sup>. Em 1993, estimava-se que, por ano, eram explorados cinco milhões de hectares para a produção de madeira e celulose e oito milhões de hectares por ano davam lugar aos cultivos agrícolas<sup>3</sup>. A atração populacional gerada pelo desenvolvimento das atividades econômicas acentuou a devastação da Floresta Atlântica. O crescimento demográfico e das cidades na região Sudeste durante o século XIX foi notável, nessa região em 1808 havia cerca de um milhão de pessoas, oito anos depois, essa população era de 6,4 milhões. As cidades ocuparam o lugar das florestas que foram consumidas para a geração de energia e implantação da infra-estrutura urbana. A população brasileira que ocupa as áreas onde originalmente havia Mata Atlântica triplicou na segunda metade do século XX, como pode ser evidenciado na [Figura 1](#).

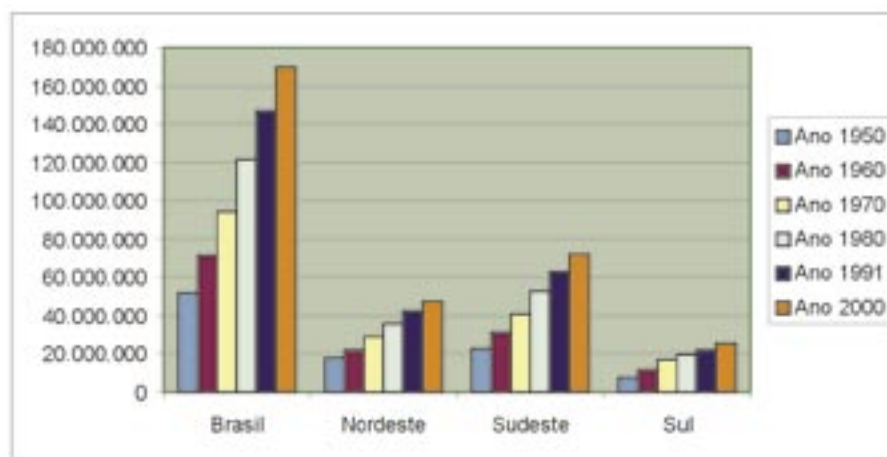
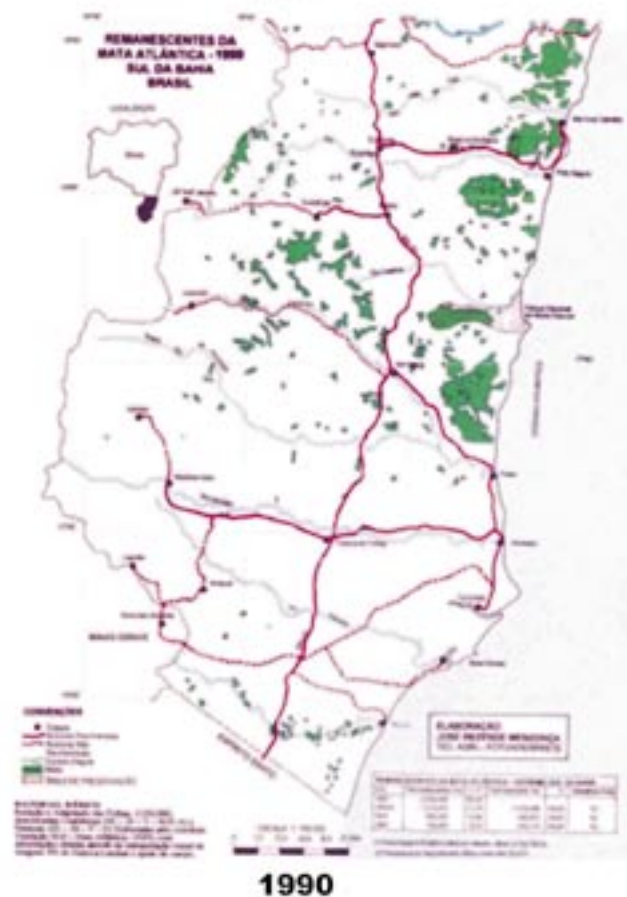
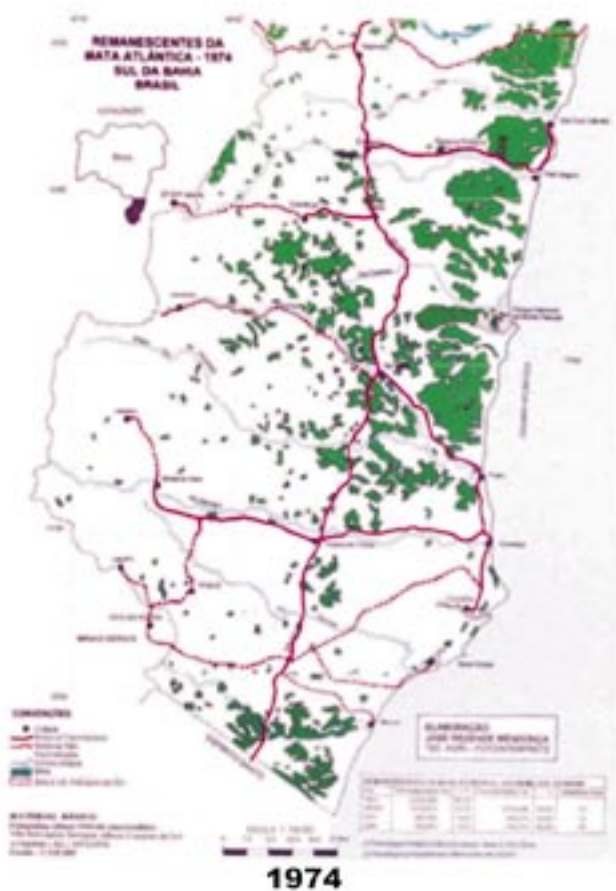


Fig.1

Crescimento populacional do Brasil e das regiões Nordeste, Sudeste e Sul.  
Fonte: IBGE Censo Demográfico 2002<sup>4</sup>.

Neste processo de crescimento populacional a implementação e manutenção da infraestrutura produtiva, especialmente a construção de estradas, a geração de energia, o fornecimento de água e o estabelecimento de sistemas de comunicação, têm sido elementos fundamentais no direcionamento da perda de florestas. As mudanças ocorridas na ocupação do solo e, conseqüentemente, na paisagem no extremo sul da Bahia em razão da construção de estradas, ilustram o processo de fragmentação regional (Figura 2). Em 1945 os maiores desmatamentos se concentravam na desembocadura dos principais rios, devido às características que favoreciam o povoamento do litoral. Em 1960 com o avanço da pecuária, o processo de fragmentação ainda se mantinha restrito à área costeira e próximo do limite com Minas Gerais. Um levantamento realizado em 1974 revela que cerca de 40% das florestas existentes em 1960 foram destruídas com a construção da rodovia BR 101 e a instalação de pólos madeireiros nas cidades situadas ao longo desta. Até 1990, a região já tinha perdido 94% da cobertura florestal observada em 1945<sup>5</sup>.

A conquista de terras para a agricultura é outro fator que tem ameaçado um vasto patrimônio natural e, em certos casos, como nas Florestas de Araucária no Paraná, tem causado a extinção de espécies da flora e da fauna. Originalmente a Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucária cobria 145 municípios, totalizando mais de 8 milhões de hectares, ou 41,5% da superfície do Estado<sup>6</sup>.



**Fig.2** Evolução da fragmentação da Mata Atlântica nas últimas décadas no Extremo Sul do Estado da Bahia.  
Fonte: MENDONÇA, J. R. et al, 1994<sup>5</sup>



Historicamente, essa região foi ocupada pela agricultura familiar, cuja organização e exploração tradicional da terra mantém vínculos e interações que garantem, ainda hoje, a conservação de remanescentes do bioma original. A partir do início da década de 70, o processo de mecanização agrícola suprimiu quase totalmente essa exploração tradicional, que somente predomina na região centro-sul do Paraná, que não por mera coincidência é onde se encontra a mais extensa área de cobertura florestal no Estado. A [Figura 3](#) apresenta a área dos remanescentes nos municípios em relação à área total do mesmo.



**Fig.3** Área dos municípios paranaenses cobertas por remanescentes da floresta com Araucária em relação à sua área total.

Mais da metade dos municípios têm menos de 20% da sua área coberta por remanescentes florestais nativos. Isso indica que a maioria dos estabelecimentos agrícolas possui menos de 20% de cobertura florestal nativa, o que contraria o estabelecido pelo Código Florestal.

Os processos socioeconômicos que geraram o atual nível de fragmentação na Mata Atlântica vêm se repetindo na Amazônia, cuja ocupação caracteriza-se por dois momentos distintos. O primeiro marcou a fase da conquista, defesa e exploração, quando os colonizadores portugueses utilizaram mão-de-obra indígena que buscava na mata as *drogas-do-sertão*. Os recursos econômicos obtidos foram utilizados para o desenvolvimento e ocupação dos novos espaços, assegurando à região as condições iniciais de organização do território por intermédio da fundação dos primeiros núcleos urbanos. O segundo momento da intensa exploração da borracha extraída da seringueira (*Hevea brasiliensis*) que, por sua valorização crescente no mercado externo, desencadeou um desenvolvimento econômico sem precedentes, e a conseqüente expansão regional do Ciclo da Borracha. Até meados

da década de 70, a base do setor produtivo da região encontrava-se intimamente ligada ao extrativismo da borracha e, em menor grau, da castanha.

A partir da década de 70, as políticas públicas que passaram a orientar mais fortemente a ocupação regional, por intermédio da denominada *Operação Amazônica*, causaram profundas transformações socioeconômicas. Vários programas de desenvolvimento concebidos pelo Governo Federal incentivaram a implantação de grandes rodovias que serviram de estímulo à entrada de migrantes e de capital na exploração mineral, pecuária e florestal.

A formulação e execução de políticas direcionadas à região Amazônica por órgãos federais e regionais como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, Banco da Amazônia - BASA, Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA, Superintendência do Desenvolvimento da Borracha - SUDHEVEA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Ministério das Minas e Energia e as Forças Armadas, exerceram papel preponderante na transformação dos cenários socioeconômicos e ambientais, orientando o desmatamento na área. São exemplos os Programa de Integração Nacional - PIN, o Programa de Redistribuição de Terras e Estímulo à Agroindústria do Norte e do Nordeste - PROTERRA, o Programa Nacional de Incentivo à Produção de Borracha Natural - PROBOR, o Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia - POLAMAZÔNIA, o Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil - POLONOROESTE e o Programa de Desenvolvimento Rural Integrado - PDRI, todos estruturados em consonância com as orientações dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND I, II e III) e Planos de Desenvolvimento da Amazônia (PDA I e II). A implantação de um moderno sistema hidroviário, como o grande porto graneleiro de Porto Velho no rio Madeira, pode gerar novas transformações nas relações produtivas na Amazônia Ocidental.

Da mesma forma, a fração costeira da Amazônia, que se estende do Maranhão até o Amapá vem sendo, nos últimos anos, submetida a uma intensificação no uso do território, sugerindo que a expansão da ocupação humana, que já foi devastadora em outras partes da costa brasileira, está efetivamente alcançando essa área. O efeito da fragmentação de áreas úmidas para as populações de aves limícolas migratórias intercontinentais, permite levantar futuras consequências negativas (ver Capítulo 6: Aves e Capítulo 11: Genética de Populações Naturais). O desenvolvimento turístico na zona costeira, materializado na construção de estradas, hotéis, residências, bares e restaurantes provocaram o aterramento de partes do manguezal, atuando como fator de fragmentação da praia, mangue e restinga.

A barragem de rios também tem gerado o aparecimento de diferentes tipos de fragmentos em ecossistemas aquáticos. Tais empreendimentos iniciaram-se no Brasil no fim do século XIX e início do XX. Seu auge ocorreu entre as décadas de 60 e 80, quando a construção de inúmeras represas para geração de energia, de abastecimento de água e de aproveitamento múltiplo, teve importante papel no crescimento econômico do país. Essas barragens acarretaram inúmeras modificações nas características naturais dos rios e também nas comunidades biológicas (ver Capítulo 8: Organismos Aquáticos).



## 2. Processos migratórios e de adensamento populacional

A população brasileira, ao mesmo tempo em que vem reduzindo seu ritmo de crescimento vegetativo, concentra-se cada vez mais nas áreas urbanas. Os únicos estados brasileiros que não tiveram uma redução da população residente em área rural foram Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Sergipe, São Paulo e o Distrito Federal. Este processo de urbanização – promovido em parte pelos fluxos migratórios inter e intra-regionais, em parte pela própria dinâmica sócio-espacial do ambiente urbano – tem gerado pressões sobre os fragmentos florestais localizados nas áreas de influência das cidades em expansão, processo notório na Mata Atlântica.

Algumas regiões têm atraído migrações humanas por meio de incentivos financeiros e de projetos de desenvolvimento e de assentamento, como ocorre, de um modo geral, na região Norte do país, onde esse movimento tem tido forte influência na fragmentação dos ecossistemas. Entre a década de 70 e o início do século XXI, a população brasileira cresceu 79%. A [Tabela 1](#) mostra que no mesmo período a Amazônia, a região Norte, o Acre e o sudeste acreano cresceram 155%, 208%, 159% e 203%, respectivamente. Esse incremento populacional acima da média nacional foi decorrente da política de ocupação e integração dessa região, onde a criação de centenas de assentamentos rurais serviu de forte atração para migrantes provenientes do centro-sul e nordeste.

**Tabela 1. População Total – 1970-2000**

Ano	Localidade				
	Brasil	Amazônia*	Norte	Acre	Sudeste-AC
1970	94.508.583	7.721.715	4.188.313	215.299	132.085
1980	121.150.573	11.531.167	6.767.249	301.303	195.521
1991	146.917.459	16.077.945	10.257.266	417.165	295.470
1996	157.070.163	18.746.274	11.288.259	483.593	346.203
2000	169.590.693	19.660.989	12.893.561	557.226	399.904

Fontes: MARTINELLO, P., 1985<sup>7</sup>; RANCI, C. M. D., 1992<sup>8</sup>; ACRE, 2000<sup>9</sup>; IBGE, 2002<sup>10</sup>.

\* Corresponde a Amazônia Legal, composta dos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão.

Os movimentos migratórios que até a década de 70 dependiam da via fluvial, passaram gradativamente, a ser facilitados pela expansão da malha rodoviária da região. Um bom exemplo de influência da estrutura viária pode ser observado pelo padrão de ocupação do Estado do Acre. Enquanto no sudeste acreano a abertura de estradas como a BR-364 (Rio Branco-Porto Velho-Cuiabá-Brasília) e a BR-317 (Rio Branco-Xapuri-Brasília) favoreceu a intensificação do contato com frentes demográficas externas, o oeste do Estado, por não contar com estradas transitáveis, permaneceu quase inacessível à migração<sup>11</sup>.

A facilidade de acesso para o escoamento da produção agropecuária permitiu que os proprietários das terras, madeireiros e colonos partissem para a exploração indiscriminada das florestas existentes ao longo das rodovias BR-364 e BR-317. O recente asfaltamento parcial deste sistema viário faz supor que haverá um aumento da pressão antrópica sobre os recursos naturais no sudeste acreano.

A urbanização da população na Amazônia vem se dando de modo mais lento do que o observado no restante do Brasil. Até 1970 a população da região localizava-se majoritariamente na zona rural, quando a maioria da população brasileira já vivia em área urbana. A partir da década de 80 vem predominando a população urbana que já correspondia em 2000, a 68% da população da região. Os conflitos fundiários pela posse da terra, a crise no extrativismo da borracha e as dificuldades de produção enfrentadas nos projetos de colonização, respondem pela maior parte do êxodo rural na região.

A atração de fluxos migratórios não se dá apenas por intermédio de políticas nacionais e regionais. Devido às suas especificidades, às políticas de assentamento rural e de incentivo ao turismo, algumas localidades vêm atraindo migrantes e mantendo um crescimento populacional diferenciado da tendência nacional observada. Essa concentração populacional influencia não só os processos de fragmentação como também os padrões de ocupação do entorno dos fragmentos e, conseqüentemente, nos perfis de pressão antrópica exercidos sobre eles.

O desenvolvimento do Projeto Fragmentação Sutil permitiu perceber que esse fenômeno tem repercussões diferentes em localidades distintas, como pode ser observado em dois municípios do Estado do Rio de Janeiro. O crescimento da população urbana nos municípios de Guapimirim e de Cachoeiras de Macacu foi bem maior do que o verificado tanto no Brasil quanto no Estado do Rio de Janeiro, como pode ser visto na Figura 4. A população urbana de Guapimirim aumentou em quase 40% na última década, e a de Cachoeiras de Macacu em cerca de 28%, enquanto a população brasileira cresceu menos de 16%. O crescimento da população rural de Guapimirim foi de 30% enquanto em Cachoeiras de Macacu esta foi reduzida em quase 10%.

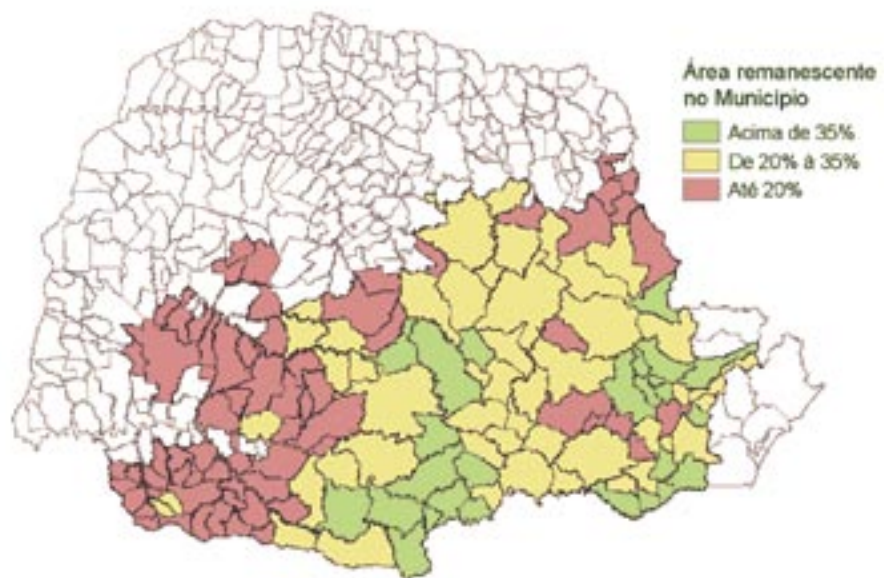


Fig.4 Crescimento demográfico rural e urbano no Brasil, Rio de Janeiro e municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, RJ em 1991 e 2000.  
Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2002<sup>4</sup>.

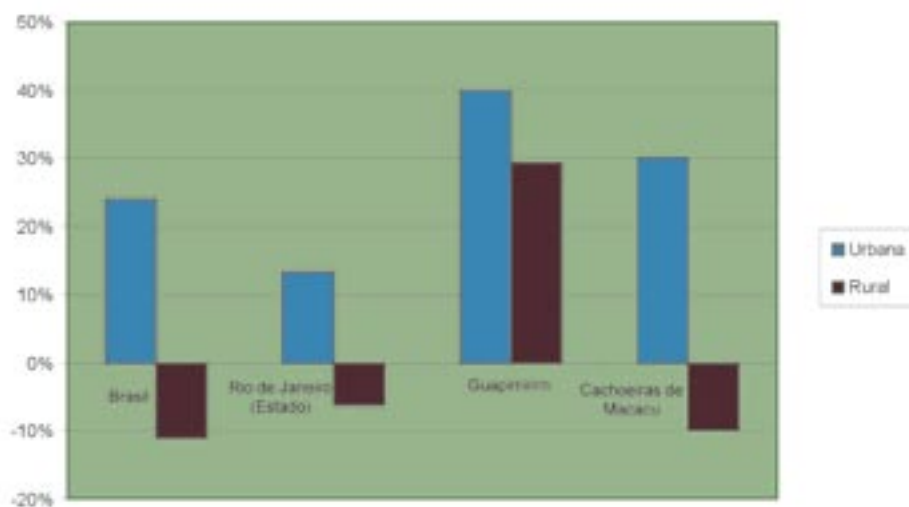
Guapimirim faz parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e conta com bons acessos viários para a região. Cerca de 45% do seu território é ocupado por Unidades de Conservação, sendo frequentemente denominado de *Município Ecológico*, fato que funciona como um forte atrativo de pessoas da Região Metropolitana que buscam residências destinadas ao lazer e recreação. O crescimento de residências de uso ocasional gera uma demanda por serviços e mão-de-obra relacionada às atividades de construção, manutenção, conservação e segurança, atraindo um contingente populacional proporcionalmente grande, tanto para a área urbana quanto rural do município.

Uma estimativa da influência da pressão exercida por esta população pode ser obtida pelo número de domicílios de ocupação ocasional. A [Figura 5](#) mostra que a proporção de domicílios de uso ocasional na área urbana, tanto em Guapimirim quanto em Cachoeiras de Macacu, é bem maior do que a observada no Estado do Rio de Janeiro. A Secretaria de Turismo de Guapimirim estima que cerca de 3.000 das residências existentes no município são utilizadas para o lazer. A [Figura 6](#) ilustra esta tendência em relação à área rural.

As Unidades de Conservação que abrangem terras do município de Guapimirim como o Parque Nacional da Serra dos Órgãos e a Estação Ecológica Estadual do Paraíso, onde se localiza o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro, ainda têm questões de regularização fundiária a serem resolvidas, pois parte de suas terras ainda estão sob domínio privado e, portanto, sujeitas à ocupação por residências destinadas ao lazer.

Na área rural desses dois municípios têm ocorrido muitas transferências de propriedade. Em muitos casos o novo uso também é vinculado ao lazer, sendo observado que os novos proprietários destinam a residência original da propriedade aos caseiros e constroem novas casas para uso próprio, localizando-as nas proximidades dos fragmentos. É necessária orientação desse crescimento municipal, minimizando a pressão antrópica no entorno dos remanescentes florestais e gerando condições mais favoráveis de sustentabilidade ambiental.

O adensamento populacional tem atuado também de forma drástica na fragmentação de áreas costeiras no Amapá, Pará e Acre devido ao



**Fig.5** Distribuição dos domicílios urbanos por categoria de ocupação no Estado do Rio de Janeiro e nos municípios de Cachoeiras de Macacu e Guapimirim  
Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2002<sup>4</sup>.

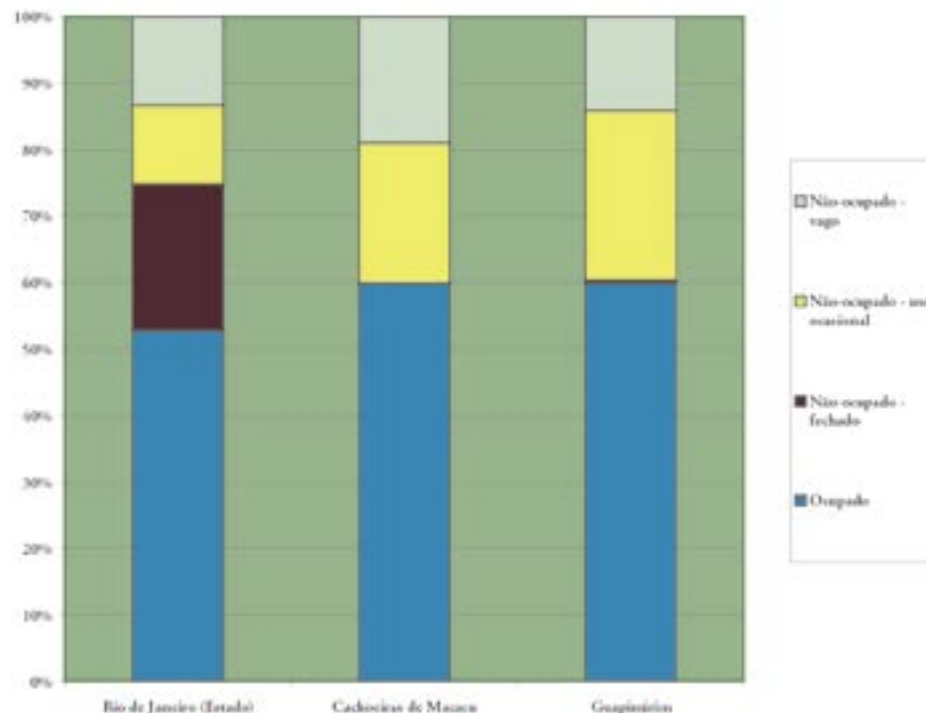


Fig.6

Distribuição dos domicílios rurais por categoria de ocupação  
Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2002<sup>4</sup>.

processo de urbanização, sendo que em vários casos, já não é possível qualquer conectividade entre os fragmentos remanescentes.

A construção de bares, residências, hotéis e estradas em um dos fragmentos estudados pelo Projeto Aves Migratórias na praia do Maçarico, município de Salinópolis (PA), demandou aterro dos manguezais e a construção de pontes, fatores que causaram o isolamento parcial dos fragmentos de restinga e mangue. As consequências negativas desses empreendimentos nas populações de aves limícolas migratórias ainda não estão absolutamente claras.

Essa área recebe altas concentrações de espécies de maçaricos (*Calidris pusilla*, *C. minutilla*, *Charadrius semipalmatus*, *Arenaria interpres*, *Pluvialis squatarola*), bem como populações de gaivotas (*Larus cirrocephalus*) e de trinta-réis (*Sterna hirundo*) que a utilizam como rota migratória. Censos populacionais realizados no período de retorno para a América do Norte em 1999 e 2000, revelaram populações em torno de 3.000 maçaricos migratórios nesta praia. As obras realizadas assorearam algumas áreas utilizadas pelas aves como fonte de alimentos para a aquisição de gordura suficiente para a realização das migrações. Entretanto, os dados disponíveis e o tempo de estudo não permitem ainda precisar a evolução da dinâmica dos sedimentos nesse trecho da costa, ou seja, se grandes áreas serão assoreadas pelo processo decorrente das alterações antrópicas. Um outro efeito negativo direto foi verificado em relação à iluminação da praia com holofotes apontados em direção ao mar, tendo sido registrado que as espécies, principalmente de aves costeiras, evitavam essas localidades iluminadas.

As cidades localizadas ao longo da costa como São Luís (MA) e Salinópolis (PA) e outras praias habitadas, apresentam uma crescente ocupação humana. Muitas dessas áreas são de extrema importância

para algumas espécies como o maçarico do peito vermelho (*Calidris canutus*) e o maçariquinho (*C. pusilla*), que se reproduzem no ártico canadense e migram para a costa da América do Sul, em especial a Ilha de São Luís. Caso esse crescimento não seja controlado e passe a abranger todo o trecho da zona costeira, o futuro dessas e de outras 12 espécies de aves migratórias, estará ameaçado. Essas espécies necessitam acumular gordura para a realização de vôos, em geral sem parada, partindo do Maranhão em direção à costa leste dos Estados Unidos. A degradação deste sítio dificultará o processo de acúmulo de gorduras e, muito provavelmente, essas populações não encontrarão outras áreas com uma produtividade equivalente, correndo o risco de extinção.

### 3. Estrutura fundiária e uso da terra

O processo de ocupação do território é, na maioria das vezes, influenciado pelas políticas públicas de infraestrutura viária, de assentamento e de fomento à produção agrícola e pecuária. Ele se reflete na estrutura fundiária e nos diferentes tipos de uso da terra. Há uma correlação direta entre desmatamento e abertura de estradas e, se essas estradas são asfaltadas, a pressão torna-se ainda maior.

Na Amazônia, o seringal foi a unidade econômico-social mais expressiva, formando a primeira grande unidade de produção. Na década de 60, os seringalistas inadimplentes venderam suas propriedades por preços irrisórios aos compradores de terras sulistas. Esse processo foi simultâneo às profundas transformações sociais e econômicas no país e a crescente intervenção do Estado na região amazônica. Novos atores e políticas públicas modificaram o quadro econômico-social até então vigente<sup>12</sup>.

A regularização fundiária das terras da região Amazônica e, em particular, do estado do Acre, teve uma proposta oriunda das populações tradicionais, baseada na concepção de que as áreas extrativistas deveriam ser de domínio da União, concedidas sob condomínio aos seringueiros para que as manejassem como Reservas Extrativistas. Na definição dos próprios seringueiros, Reserva Extrativista *é uma forma de garantia contra a invasão dos poderosos, contra os criadores de búfalos, os fazendeiros, e vai também dar direito a ter a sua terra, a libertar os extrativistas dos patrões, da renda e dos marreteiros, de evitar os desmatamentos, de garantir sua vida na floresta e criar seus filhos*<sup>13</sup>. Criadas na década de 80, as Reservas Extrativistas foram reconhecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

A expansão da fronteira agrícola na Amazônia nas últimas três décadas, ampliou os conflitos na luta pela terra, causando grande tensão social em toda a região. Podem ser identificados vários grupos de interesse atuando na apropriação da fronteira de recursos amazônicos. Além dos seringalistas, destacam-se os novos proprietários pecuaristas, os posseiros extrativistas, os madeireiros e os povos indígenas. Esses grupos representam as forças sociais que encarnam a própria contradição entre a preservação do patrimônio natural e a ocupação

predatória<sup>14</sup>. As políticas fundiárias existentes não têm conseguido deter a luta pela terra nem a devastação de grandes áreas para dar espaço à mineração e à agropecuária.

Nas demais regiões do país, o processo de ocupação do território foi ligado aos ciclos econômicos, entre eles os dos produtos agrícolas. Em termos históricos, no Estado do Paraná como um todo e, por conseguinte, na área de ocorrência da Floresta com Araucária, as transformações mais significativas ocorreram quando áreas novas foram incorporadas pela intensa exploração agrícola, a partir da década de 1970. Paralelamente à intensificação dos processos produtivos, verificam-se fenômenos importantes como a mudança da base produtiva (introdução de novos produtos, intensificação da monocultura, moto-mecanização, produção financiada), a concentração da terra e o êxodo rural.

Na área geográfica compreendida pela Floresta com Araucária, a intensificação na exploração do uso da terra é menor, pois as condições dos recursos naturais são menos favoráveis. Não é por outra razão que aí é maior a ocorrência de matas e florestas naturais, de lavouras temporárias em descanso e de terras produtivas não utilizadas. Não significa, porém, que as terras contidas nessas categorias estejam isentas de avanços da fronteira agrícola ou do extrativismo.

A estrutura fundiária na área de Floresta com Araucária não é muito diferente quando comparada com a do Paraná como um todo. A **Tabela 2** mostra que ocorrem os mesmos padrões de concentração da terra e o mesmo predomínio numérico dos pequenos estabelecimentos. Pouco mais de 13% dos estabelecimentos detêm quase 75% da área com ocorrência de fragmentos de Floresta com Araucária.

**Tabela 2. Estrutura fundiária no bioma Floresta com Araucária (FA) em comparação com a do Estado do Paraná (PR)**

ESTRUTURA FUNDIÁRIA	Área dos estab. na FA		Número de estab. na FA		Proporção entre áreas estab. FA/PR	Proporção entre número de estab. FA/PR
	ÁREA (ha)	%	Nº	%	% ÁREA	% Nº
ESTRATOS DE ÁREA (ha)						
Menos de 1 a < 10	376.406	4,7	74.861	41,89	47,5	48,4
10 a < 50ha	1.796.262	22,6	79.567	44,53	49,4	48,8
50 a < 200ha	1.679.486	21,1	18.001	10,10	45,9	46,5
200 a < 1000ha	2.165.282	27,2	5.492	3,07	46,4	46,0
1000 a < 5000ha	1.339.416	16,8	739	0,41	55,2	53,3
5000ha e mais	601.382	7,6	43	0,02	78,0	67,2
Sem declaração	-	-	5	-	0,0	7,4
Soma	7.958.234	100,0	178.708	100,00	-	-

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 1996<sup>15</sup>

Os diferentes tipos de uso da terra são reflexos da estrutura fundiária e das possibilidades propiciadas pelo bioma para a sua ocupação e conseqüente devastação. Desde a década de 70 as atividades relacionadas à agropecuária vêm substituindo a vegetação de cerrado nos Estados do Maranhão, Mato Grosso, Tocantins e, em menor grau, em Roraima e Rondônia. Esse tipo de vegetação propiciou a implantação de pastagens para criação de gado em regime extensivo. Nos anos 90



muitos produtores de gado passaram a ocupar as áreas de pasto com o cultivo da soja e do algodão.

A Figura 7 mostra o percentual de áreas florestais na Amazônia Brasileira que perderam espaço, principalmente, para as atividades agropecuárias. Verifica-se que o Estado do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, além de Rondônia e Pará, apresentam os maiores índices de área desmatada total.

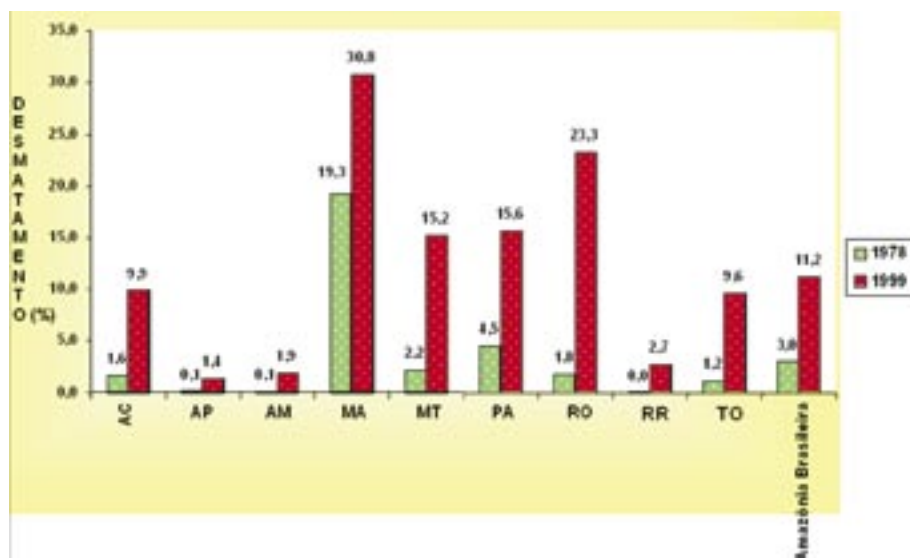


Fig.7

Proporção do desmatamento nos Estados da Amazônia Brasileira, em relação a sua área total, em janeiro de 1978 e em agosto de 1999.

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002<sup>16</sup>.

Os dados do censo agropecuário de 1996<sup>15</sup> mostram que as áreas dos estabelecimentos rurais no Brasil, Amazônia e Acre correspondem, respectivamente, 42%, 24% e 21% do território nacional. Esses dados incluem apenas as pesquisas das propriedades, excluindo-se as Unidades de Conservação, as terras devolutas e as não discriminadas pela União. Por conta da exclusão dessas áreas, é possível que os índices de uso do solo em relação ao total para a Amazônia e o Estado do Acre não sejam tão mais baixos do que os brasileiros. A partir da Tabela 3, observa-se que o uso do solo no Brasil é predominantemente constituído de pastagens, seguido de matas e de lavouras temporárias.

Tabela 3. Área dos estabelecimentos rurais (ha), segundo o uso da terra.

Utilização das terras	Região Geográfica					
	Brasil		Amazônia		Acre	
	Área	%	Área	%	Área	%
Lavouras permanentes	7.541.626	2,1	978.159	0,8	16.520	0,5
Lavouras temporárias	42.562.858	12,0	7.370.524	6,1	104.417	3,3
Pastagens	177.700.472	50,2	51.149.235	42,4	614.214	19,3
Matas e florestas naturais	88.897.582	25,1	49.826.092	41,2	2.327.114	73,1
Matas e florestas artificiais	5.396.016	1,5	349.911	0,3	11.298	0,4
Terras produtivas não utilizadas	16.360.085	4,6	6.893.072	5,7	55.243	1,7
Terras inaproveitáveis	15.152.600	4,3	4.202.234	3,5	54.259	1,7
Total	353.611.239	100,0	120.769.228	100,0	3.183.065	100,0

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 1996<sup>15</sup>.

Um fato que chama a atenção é o baixo índice das culturas permanentes na Amazônia e Acre quando, pelas características ambientais, climáticas e socioeconômicas da região, esses cultivos deveriam predominar.

Analisando-se os dados da utilização das terras no Paraná, observa-se que a área de abrangência da Floresta com Araucária é de 50% do território do Estado.

Comparativamente, o uso do solo na área de ocorrência da Floresta com Araucária e no Estado (Tabela 4), mostra que a primeira apresenta as maiores frequências de utilização em seis das nove categorias consideradas. A ocupação das terras na área de ocorrência da Floresta com Araucária só é menor para lavouras temporárias (45%), pastagens plantadas (30%) e lavouras permanentes (27%). Para as demais categorias, a Floresta com Araucária ainda ocupa áreas significativas, submetidas ao uso menos intensivo, ou o não uso, caso das terras produtivas não utilizadas e das terras inaproveitáveis.

**Tabela 4. Utilização das terras no bioma Floresta com Araucária (FA) em comparação com o uso do Estado do Paraná (PR)**

FORMA DE UTILIZAÇÃO	FA		PARANÁ		FA/ PARANÁ
	(ha)	%	(ha)	%	
Lavouras permanentes	83.442	1,0	311.374	1,9	0,27
Lavouras temporárias	2.175.582	27,4	4.789.135	30,0	0,45
Lavouras temporárias em descanso	306.665	3,8	390.272	2,5	0,79
Pastagens naturais	921.562	11,6	1.377.484	8,7	0,67
Pastagens plantadas	1.614.957	20,3	5.299.828	33,2	0,30
Matas e Florestas Naturais	1.538.813	19,3	2.081.587	13,0	0,74
Matas e Florestas Artificiais	619.493	7,8	713.126	4,5	0,87
Terras produtivas não utilizadas	210.534	2,7	258.872	1,6	0,81
Terras inaproveitáveis	487.186	6,1	724.954	4,6	0,67
Total	7.958.234	100,0	15.946.632	100,0	0,50

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 1996<sup>15</sup>

Em uma análise conduzida na bacia do rio Macacu (RJ) foram identificados três tipos básicos de ocupação espacial dentro dos quais se inserem todas as áreas do entorno dos fragmentos da Floresta Atlântica. O primeiro é constituído por uma única propriedade, ou seja, o fragmento se encontra dentro da propriedade. O segundo é composto por duas ou mais propriedades rurais de pequeno porte. O terceiro é composto por áreas com características de expansão urbana e por áreas rurais ocupadas por pequenas e(ou) médias propriedades.

Nas entrevistas realizadas em quase todas as propriedades rurais e nos levantamentos nas áreas de expansão urbana, foram identificados alguns fatores sugestivos de que as atividades humanas são as mais impactantes dos fragmentos. No entorno observa-se a existência de propriedades rurais agropecuárias e propriedades destinadas ao lazer, nas quais a atividade produtiva não é fundamental para a composição da renda dos proprietários. Todas as propriedades, produtivas ou não, empregam algum tipo de mão-de-obra.



Os dados obtidos permitem afirmar que o tamanho dos fragmentos não apresenta nenhuma relação com o tamanho das propriedades que compõem o entorno. Os mesmos dados mostram que o número de espécies de pequenos mamíferos coletados tende a ser maior nos fragmentos situados nas grandes propriedades, o que não significa necessariamente que a diversidade biológica seja a mesma dos remanescentes originais, ou seja, que haja algum tipo de fragmento que apresente melhor estado de conservação. Outros estudos vêm sendo desenvolvidos buscando observar se os diferentes tipos de estrutura fundiária e uso do solo têm implicações na qualidade dos fragmentos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

## 4. Agricultura e pecuária

A agricultura e a pecuária exercem forte pressão tanto sobre as florestas como ecossistemas abertos, causando perda de biodiversidade. Desmatamentos, uso do fogo, superpastoreio, monocultura, a mecanização intensiva e, principalmente, o uso indiscriminado de agrotóxicos, diminui a diversidade da flora e da fauna e alteram a qualidade e disponibilidade de água, quer pela contaminação por agrotóxicos quer pelo assoreamento decorrente da erosão dos solos.

O uso do fogo com o objetivo de eliminar restos de vegetação no solo, reformar pastagens ou de facilitar o cultivo, constitui-se em alternativa barata e rápida para muitos agricultores<sup>11</sup>. Entretanto, essa prática traz mais prejuízos do que benefícios, pois os nutrientes liberados com as queimadas são rapidamente volatilizados, e a queima de restos de cultura destrói a camada de matéria orgânica do solo e os microorganismos ali presentes<sup>17</sup>.

O uso de fertilizantes no mundo aumentou de 14 milhões em 1950 para 131 milhões de toneladas em 1986, tornando as lavouras tão dependentes que o incremento na quantidade de fertilizantes não mais acarreta aumento das safras. O seu uso indiscriminado causa a eutrofização de corpos d'água. Parte dos fertilizantes são carregados e alimentam os organismos presentes na água como as bactérias, que aumentam a produção de gás carbônico e consomem grande parte do oxigênio ali presente, dificultando a presença de peixes e algas. Além disso, a água torna-se turva dificultando a passagem de luz e diminuindo a ocorrência de plânctons, principal alimento dos peixes. A fertilização da água vem ocorrendo devido ao uso constante e abusivo de adubos químicos contendo principalmente nitrogênio, fósforo e potássio.

Os agrotóxicos também são amplamente utilizados nas plantações para evitar que as pragas comprometam a produção. Herbicidas, como o *Roundup*, são utilizados com frequência para capina química de lavouras e limpeza das propriedades. Formicidas são utilizados principalmente em culturas florestais como eucaliptos e *Pinus*.

Dados da região de Viçosa (MG), indicam que em 41% das propriedades da região utilizam-se agrotóxicos. A falta de cuidados com a utilização desses produtos é quase generalizada sendo freqüente, principalmente, em propriedades produtoras de café, a aplicação em dosagens não controladas, o desrespeito aos prazos de carência e o descarte

inadequado de embalagens. Alguns moradores da região relatam casos de mortandade de pássaros em cafezais, após aplicação de agrotóxicos. Esse fenômeno, porém, não foi observado durante as entrevistas com os moradores nem durante os censos das aves. Os efeitos das aplicações de agrotóxicos sobre as espécies típicas dos fragmentos florestais são, portanto, difíceis de serem mensurados, mas não devem ser desconsiderados.

Na região de Viçosa são extremamente raros os fragmentos que contêm cursos d'água em seu interior uma vez que a maioria deles se localiza em encostas e topos de morro<sup>18</sup>. Ainda assim, o carreamento de agrotóxicos para cursos d'água que nascem ou passam no interior dos fragmentos, deve ser considerado como um agravante a mais para espécies que dependem desses ambientes. Esse é o caso de um pequeno pássaro encontrado principalmente ao longo de córregos dentro de fragmentos florestais ou em estreitas faixas de árvores, o joão-porca (*Lochmias nematura*), que além de ocupar o restrito espaço disponível enfrenta o problema da contaminação dos córregos por agrotóxicos.

A maioria das propriedades visitadas possui uma pequena área de pasto contígua à mata e há livre acesso de bovinos e eqüinos ao interior dos fragmentos, especialmente na época da seca. Esses animais contribuem para a degradação do fragmento florestal, já que o pisoteio excessivo juntamente com o pastoreio de plantas nativas do sub-bosque, danifica consideravelmente esse estrato da vegetação e causa degradação dos solos (Figuras 8 a 10).

Além dos efeitos devidos à presença física da criação de animais próximos aos fragmentos, deve-se considerar também a poluição causa-



**Fig.8** Presença de rebanho bovino nos fragmentos, na região de Viçosa - MG



**Fig.9**

Sub-bosque degradado em função da presença de rebanho bovino nos fragmentos, na região de Viçosa - MG



**Fig.10**

Erosão do solo em função de pastoreio intensivo, na região de Viçosa - MG

da pela atividade pecuária, pois grande parte do nitrogênio contido no esterco animal é transformado em nitrato, fonte significativa de contaminação das águas subterrâneas e superficiais<sup>3</sup>. Outros agentes contaminantes são os estreptococos e os coliformes fecais presentes nas fezes carregadas para os cursos de água, podendo contaminar outros animais, alimentos e o próprio homem.

No Paraná, a observação da rentabilidade dos cultivos permite entender o avanço da agricultura de grãos sobre a Floresta com Araucária. Comparando-se o valor da produção das diferentes formas de uso do solo na região, verifica-se que tanto no Estado do Paraná como na área específica de ocorrência da Floresta com Araucária predominam as lavouras temporárias (Tabela 5).

**Tabela 5. Comparação entre o valor da produção das diferentes formas de utilização da terra na área de ocorrência da Floresta com Araucária (FA) e no Estado do Paraná**

	Floresta com Araucária		PARANÁ		Floresta com Araucária/ PARANÁ
	(R\$)	%	(R\$)	%	
Lavouras temporárias	1.303.198.649	89,9	3.210.653.312	89,3	40,6
Extração vegetal	53.728.764	3,7	58.302.387	1,6	92,1
Lavouras permanentes	47.657.330	3,3	233.145.962	6,5	20,4
Produção animal	44.725.398	3,1	91.877.856	2,6	48,7
Total	1.449.310.140	100,0	3.593.979.517	100,0	

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 1996<sup>15</sup>

Pode-se verificar que 40,6% da produção das lavouras temporárias são obtidos na área da Floresta com Araucária, que concentra 45% das terras no estado ocupadas com esse tipo de lavoura, sugerindo que a produtividade das lavouras temporárias é menor aqui do que no restante do Estado. Em contrapartida, os valores obtidos com a extração vegetal na mesma região, representa 92,1% da economia extrativista do Estado.

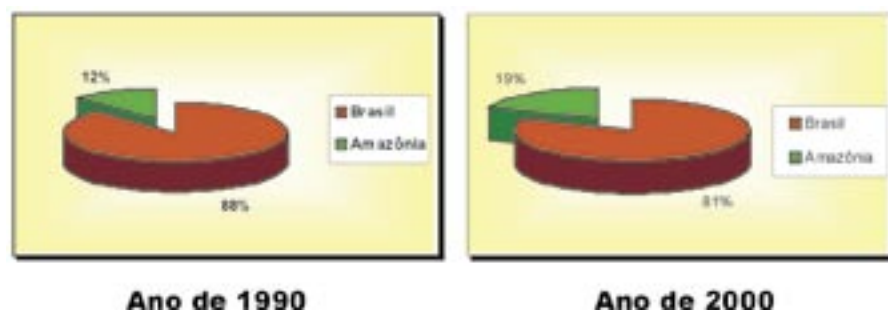
As mais expressivas lavouras temporárias são a da soja e do milho que juntas, representam mais de 70% do valor da produção na área de ocorrência da Floresta com Araucária. Também são as mais importantes quanto à área ocupada, com mais de 73% da área das lavouras temporárias.

O fumo é a quarta lavoura em valor da produção, e embora ocupe menor área, é uma lavoura de impactos significativos. Segundo a Secretaria da Agricultura do Paraná<sup>19</sup>, na safra 95/96 a produção de fumo em folha no Estado, foi de 59.528 ton, em 34.446ha. Esta é uma atividade importante em valor da produção (R\$ 2.375,00/ha em média) e em ocupação de trabalhadores, mas com impactos significativamente desfavoráveis ao ambiente. Usam-se grandes quantidades de agrotóxicos e de lenha para secar as folhas do fumo. A dimensão dos impactos ambientais, tanto relacionados ao desmatamento quanto à contaminação dos solos e cursos de água, pode ser melhor entendida a partir das seguintes informações:

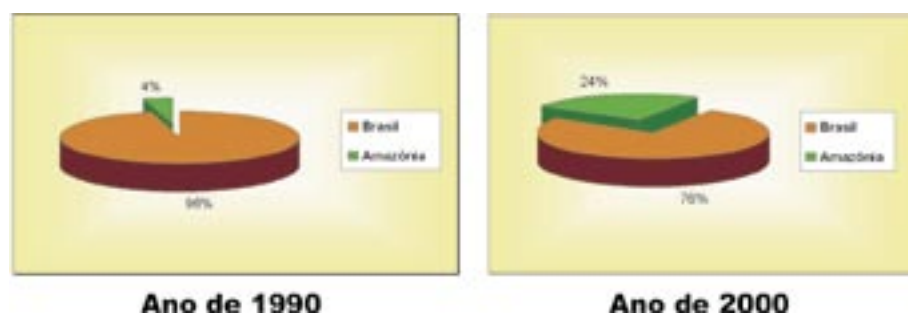
- Na área de ocorrência da Floresta com Araucária existem 16.414 estufas, que consomem em média, 60m<sup>3</sup> de lenha cada uma a cada safra, totalizando 984.840m<sup>3</sup> por safra;
- Na produção convencional de fumo em folha, usa-se 30kg de agrotóxicos por estufa (± 2ha plantados/estufa), totalizando 492.420kg desses produtos por safra;
- A aplicação de fertilizantes químicos é de 24,5 sacos de 50kg/ha, somando 804.286 sacos desses produtos por safra.

Se comparados ao Paraná e aos demais estados do Brasil, a atividade agrícola na Amazônia (arroz, milho, feijão, mandioca, melancia, abacaxi, cana-de-açúcar, malva, juta, algodão e soja) vem crescendo em índices relativamente altos na última década. Há uma concentração na área de fronteira agrícola, que compõe o arco de desmatamento da Amazônia com expansão de pastagens e da área plantada com soja (Figura 11) e algodão (Figura 12).





**Fig.11** Área ocupada com plantação de soja na Amazônia em comparação com a área ocupada no Brasil, no período de 1990-2000  
Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2002<sup>20</sup>



**Fig.12** Área ocupada com plantação de algodão na Amazônia em comparação com a área ocupada no Brasil, no período de 1990-2000  
Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2002<sup>20</sup>

Na década de 90, a área plantada das principais culturas temporárias aumentou 43% na Amazônia, 36% no Norte, somente 3% no Brasil, e decresceu 2% e 18% no Acre e Sudeste Acreano. A produtividade dessas culturas aumentou em média 24% no Brasil, 32% na Amazônia e 12% no Sudeste Acreano, fruto da incorporação de novas tecnologias.

Com relação às culturas permanentes no mesmo período, a análise foi efetuada nos produtos de maior importância para a região Amazônica, dentre eles, banana, seringueira, cacau, café, pimenta-do-reino, pupunha, guaraná, urucum e dendê. Houve uma retração de 12,5% no total da área plantada dessas culturas no Brasil, mantendo-se estável na Amazônia, crescendo 48% no Acre e 58% no Sudeste Acreano. A produtividade dessas culturas aumentou cerca de 40% no Brasil, 17% na Amazônia e diminuiu 9% no Acre e Sudeste Acreano no mesmo período, sugerindo que a incorporação de tecnologias ocorreu de modo desigual no Brasil.

Tomando-se rebanhos de bovinos, suínos, ovinos, bubalinos, eqüinos, caprinos e aves, verifica-se um incremento substancial, particularmente da criação de gado bovino em regime extensivo, com ênfase para o aumento nas áreas de fronteira agrícola da Amazônia.

A pecuária vem se expandindo de forma acelerada nos últimos 30 anos na Amazônia e no Acre. A criação de gado bovino é predominante, com um efetivo de 48 milhões de cabeças no ano 2000, correspondente a 28% do rebanho nacional. Houve um incremento de 82% em relação ao ano de 1990, sendo que no mesmo período, o rebanho nacional cresceu a uma taxa de 15%.

Na Amazônia o rebanho bovino é principalmente voltado à produção de carne, concentrando-se em grandes e médias propriedades.

Entretanto, a criação de gado em pequenas propriedades tem avançado bastante na última década. No Estado do Acre, 82% do rebanho tem a finalidade de produção de carne, concentrando-se em grandes e médias propriedades. A maioria da criação leiteira localiza-se em pequenas e médias propriedades.

Quanto ao estado do Rio de Janeiro, mais especificamente à bacia do rio Macacu, a produção agropecuária é marcada por uma convivência entre práticas rudimentares de pequenas criações domésticas e estabelecimentos maiores com criação extensiva de gado de corte e a produção de leite. A maioria das fazendas que são exploradas comercialmente ou para recreação tem alguma criação de gado. Uma parte das fazendas tem criações destinadas à venda para o abate enquanto outras produzem leite. Uma cooperativa local processa atualmente mais de 450.000l/mês, volume que representa a maior parte do leite produzido nos municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu.

Garantindo acesso aos insumos e propiciando melhorias na produção e no processamento do leite, a cooperativa é um importante elemento dentro da dinâmica do uso do solo rural. Sendo assim, é peça chave para se compreender as mudanças locais que, associadas a determinadas conjunturas, situação do mercado, políticas públicas setoriais etc., podem levar a intensificação no uso do território e, conseqüentemente, ao desmatamento e à degradação ambiental.

## 5. Extrativismo vegetal e silvicultura

O aumento populacional é um fator que acelera o processo de desmatamento. Além das áreas abertas para a agropecuária, mais árvores são cortadas para suprir as necessidades humanas de carvão vegetal, de madeira para construção civil, de papel, entre outros produtos obtidos a partir da floresta. A extração seletiva piora a qualidade das matas e interfere na manutenção da flora e fauna. A retirada de galhadas secas retira o abrigo e refúgio da fauna silvestre, além de diminuir a quantidade de nutrientes no solo por interromper a ciclagem de nutrientes.

Estudos mostram que, independente da região geográfica, grande parte dos moradores das áreas rurais retira das florestas lenha para uso na cocção de alimentos ou obtêm madeira para construção de casas, currais, pocilgas, cercas, porteiras ou cabos de ferramentas. As matas existentes nas propriedades são, geralmente, áreas de preservação permanente.

A atividade florestal ainda é forte e presente na maioria dos estados da Amazônia, assumindo importância e destaque, embora venha, gradativamente, cedendo espaço às atividades agropecuárias. Houve um aumento contínuo na produção de borracha na Amazônia e no Brasil nos últimos 11 anos, em função do aumento da demanda no mercado interno. A produção na Amazônia, que era de cerca de 31,3 mil toneladas em 1990, subiu para 65,4 mil toneladas em 2000, um aumento de 109%. No Brasil a produção passou de 48,3 mil toneladas para 141,2 mil toneladas no mesmo período, um aumento de 192%. Houve um decréscimo na extração nativa e um considerável acréscimo na produção de borracha cultivada nos Estados de Mato Grosso, São Paulo, Bahia e Espírito San-

to. No Acre a redução da produção de 11,9 mil toneladas em 1990, para 2,8 mil toneladas em 2000, reflete a crise do setor extrativista gumífero no estado.

Houve uma tendência ao declínio da produção de castanha-do-Pará. Isso se deve ao aumento dos desmatamentos nas áreas de maior ocorrência (sul do Pará e sudeste do Estado do Acre) e gradativa substituição por outras atividades, além da sazonalidade na produção. Soma-se a esses fatos a variação nos preços no mercado nacional e internacional, uma vez que há uma concorrência com outros tipos de nozes, influenciando o mercado desse produto.

Nos últimos anos está havendo um aumento no valor agregado da castanha e da borracha no Estado do Acre, em função da instalação de usinas de beneficiamento, da aplicação de técnicas de marketing e conseqüente abertura de novos mercados. Existe ainda incentivos do Governo Estadual, que geram mais empregos, renda e tributos numa busca por uma maior sustentabilidade ambiental.

A produção do açaí é de extrema importância na base alimentar da população amazônica, sendo que o Pará se sobressai com relação à quantidade produzida e ao consumo. Nos últimos 11 anos a produção estabilizou-se em aproximadamente 120 mil/T/ano.

A produção de palmito de pupunha, de origem nativa na Amazônia, vem caindo. Exigências legais crescentes em relação ao processo produtivo, à garantia de qualidade do produto e à regularização das agroindústrias se aliam à concorrência do palmito de pupunha oriundo de plantações em cultivos para justificar essa queda. A produção, que era de 27 mil toneladas em 1990, caiu para 17 mil toneladas no ano de 2000.

A extração de madeira nativa vem diminuindo nos últimos anos tanto no Brasil como na Amazônia (Figura 13). Isso decorre da falta de qualificação das empresas que exercem essa atividade, da distância e do acesso dificultado à matéria prima, do aumento da fiscalização e das pressões crescentes para a desativação da atividade, por parte do Estado e da sociedade.

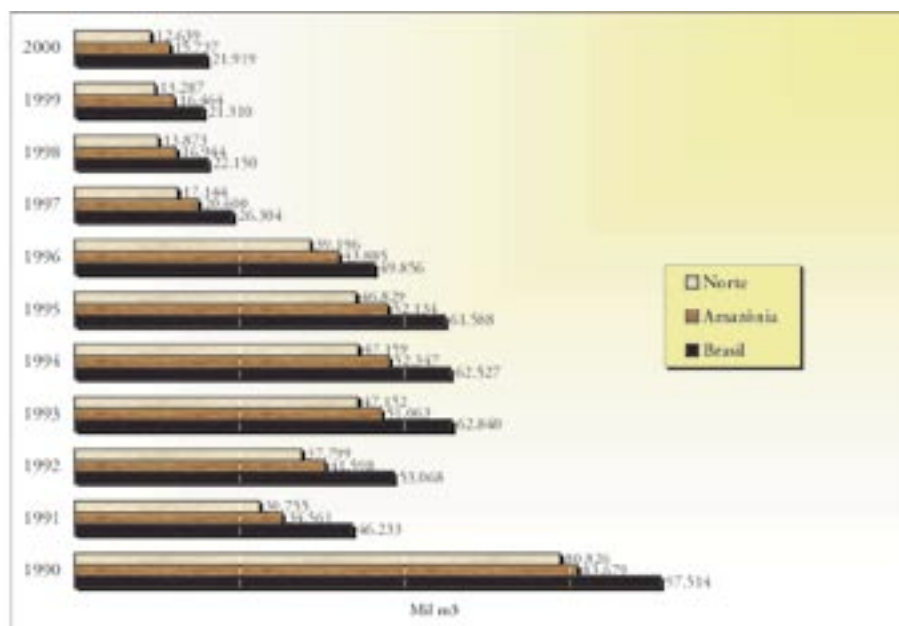


Fig.13 Produção de madeira nativa em toras na Amazônia, na Região Norte e no Brasil, 1990-2000  
Fonte: IBGE, Produção Extrativa Vegetal, 2002<sup>21</sup>



O principal problema da atividade madeireira na Amazônia é a exploração predatória, sem preocupação com a manutenção dos estoques e sem plano de manejo florestal, o que tem levado à extinção de espécies e outros impactos ambientais negativos profundos. Segundo técnicos e fiscais do IBAMA, nos últimos cinco anos o patrimônio ambiental amazônico vem sendo gradativamente dilapidado por madeiras *fantasmas*, principalmente no Pará, mas também em outros locais da Amazônia. Espécies de alto valor comercial, inclusive o mogno, que está proibido de ser explorado, vêm sendo comercializadas clandestinamente e de forma irregular. Além disso, algumas madeiras que possuem planos de manejo aprovados pelo IBAMA utilizam artifícios ilegais para explorar madeira. Vale salientar que os dados da produção de madeira nativa do IBGE são contestados por um grande número de técnicos que trabalham em várias instituições na Amazônia, os quais afirmam que o volume explorado na região pode ser bem maior.

O carvão vegetal, assim como a lenha, são destinados aos fornos e fogareiros caseiros para cozinhar alimentos, e também às fornalhas de olarias e panificadoras e fornos de metalúrgicas e siderúrgicas, dentre outros usos. Houve uma redução de 50% na produção de carvão vegetal de madeira nativa entre 1990 e 2000 no Brasil. No entanto, na Amazônia ocorreu um aumento de 265 mil toneladas para 632 mil toneladas, no mesmo período e no Acre houve uma estabilização em torno de 2 mil toneladas.

A produção silvicultural na Amazônia é muito baixa se comparada ao Brasil. No ano 2000, a Amazônia produziu 2,9 milhão de metros cúbicos de madeira em tora, e a produção total no Brasil foi de 71,7 milhão de metros cúbicos. A madeira oriunda de reflorestamento na Amazônia é, em sua maioria, destinada à produção de celulose, e uma pequena quantia para produção de carvão e lenha, concentrando as áreas plantadas e o consumo no Pará, Amapá e em menor quantidade no Mato Grosso.

No Brasil como um todo, o carvão vegetal oriundo da silvicultura ultrapassou a quantidade de carvão vegetal de madeira nativa durante a década de 90. No entanto, na Amazônia o carvão e lenha originários de florestas comerciais são praticamente inexistentes.

A área de ocorrência da Floresta com Araucária contribui com quase a totalidade dos produtos da extração vegetal no Estado do Paraná, como pode ser observado na [Tabela 6](#), especialmente os produtos típicos dessa região como a erva-mate e pinhão (que é a semente da araucária ou pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*), muito apreciada no sul e sudeste do país. De forma surpreendente, demais produtos como madeira (97,74%), carvão (87,88%) e lenha (78,54%), têm uma participação significativamente elevada quando se observa que os valores para madeira em toras não incluem produtos oriundos de reflorestamento. É evidente que só se extrai produto de onde existe e, malgrado as precárias condições da sua cobertura florestal, na área de ocorrência da Floresta com Araucária ainda se concentram grandes e significativos remanescentes florestais. Na área de Floresta Ombrófila Densa no Paraná, encontram-se também remanescentes significativos que, em sua maioria, estão protegidos por leis, como as Áreas de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba e de Guaratuba, o Parque Nacional do Iguaçu, o Parque Estadual das Lauráceas e outros. Nessas áreas, embora haja extração clandestina de madeira,

estima-se que seja menor do que ocorre na Floresta com Araucária.

**Tabela 6. Valor da extração vegetal na área de ocorrência da Floresta com Araucária e no Paraná.**

PRODUTOS	FA		PARANÁ		FA / PARANÁ
	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)	%	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)	%	
Erva-Mate	18.782.105	34,96	18.894.819	32,41	99,40
Madeira toras	17.116.237	31,86	17.511.907	30,04	97,74
Lenha	12.658.429	23,56	16.116.681	27,64	78,54
Carvão vegetal	3.301.982	6,15	3.757.177	6,44	87,88
Outros1	1.485.897	2,77	1.625.244	0,38	91,42
Pinhão	224.407	0,42	224.454	0,06	99,98
Outros2	102.037	0,19	108.522	2,79	94,02
Resinas	34.415	0,07	35.200	0,19	97,78
Outros3	22.466	0,04	28.383	0,05	79,15
Total	53.728.764	100,00	58.302.387	100,00	-

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1996<sup>15</sup>. Obs: 1 refere-se a dormentes, estacas de madeira, mourões, vigas; 2 refere-se a bambu; 3 refere-se a butiá e castanha

Quanto às ocorrências, particularmente na área da Floresta com Araucária, observa-se que em termos de valor dos produtos extraídos, predominam a erva-mate (34,96%), a madeira em toras (31,86%) e a lenha (23,5%). Contudo, é importante observar a produção de carvão vegetal, pois embora menos importante em valor, as quase 34.000 toneladas produzidas estão associadas à extração de um volume bem maior de madeira ou lenha, segundo dados do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE em 1996.

A extração de outros produtos é menor tanto em valor quanto em quantidade, mas pode significar impactos ambientais e socioeconômicos importantes. É o caso do pinhão, possivelmente colhido em quantidades bastante superiores ao informado (394 ton). Embora a maior parte da comercialização se concentre em um curto período, é uma importante fonte de renda para um número significativo de famílias que habitam a área.

Uma das maiores ameaças a estas florestas, é a extração seletiva de madeira que ocorre nos remanescentes mais desenvolvidos (estágio médio e avançado de sucessão), o que representa um impacto de altíssima magnitude. Estes remanescentes abrangem menor área, possuem maior diversidade estrutural e florística e são fontes de propágulos para a recomposição de outras áreas. Este impacto ocorre praticamente em toda a área da Floresta com Araucária, desde extração menos intensa para consumo familiar ou mesmo por exploração intensiva que caracteriza completamente as florestas, pois para cada árvore cortada, dez outras são derrubadas no processo de extração. Outras atividades impactantes são a extração da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e o pastoreio de animais no interior da floresta. No primeiro caso é favorecida a regeneração natural ou plantada no interior da floresta. Atualmente preconiza-se uma abertura maior do dossel da floresta o que implica no desbaste de dossel além do que já é realizado no sub-bosque. A soltura de animais no interior das florestas é uma intervenção tradicional que, com o passar do tempo, proporciona uma seleção de espécies do dossel, principalmente de frutíferas que ajudam na alimentação dos animais.

Em ambos os casos, ocorrem o impedimento da regeneração natural e conseqüente diminuição da biodiversidade.

## 6. Pesca e aquicultura

A maioria dos fragmentos florestais brasileiros apresenta inúmeros corpos de água tais como riachos, rios, lagoas, áreas alagadas e lagos. Estes ambientes estão sujeitos a inúmeras interferências associadas às atividades humanas tais como a supressão de mata ciliar, o assoreamento, a poluição e a introdução de espécies exóticas e alóctones. Os corpos de água abrigam uma fauna aquática ainda pouco conhecida e contam com muitas espécies endêmicas, necessitando estudos mais detalhados destes organismos. Em relação aos peixes<sup>22</sup>, esses ecossistemas são detentores de uma ictiofauna pouco conhecida no Brasil.

Muitos trabalhos têm reconhecido que riachos e rios são ambientes heterogêneos nos quais a calha principal, os remansos, os reservatórios e a planície de inundação com suas lagoas marginais, devem ser considerados como fragmentos distintos formando um mosaico de habitats. Cada fase do desenvolvimento dos peixes como desova, incubação e crescimento, ocorre em determinados habitats<sup>23</sup>. Para passar pelos diferentes estágios de vida, os peixes requerem a presença desses diferentes habitats e a existência de conexão entre eles. O aparecimento de diferentes tipos de fragmentos aquáticos pode ser originado por alterações geomorfológicas do ambiente, pela ação dos organismos dos ecossistemas aquáticos e pela ação humana que, na maioria das vezes, causa as maiores alterações. Existem relatos da ação de inúmeros organismos, como os castores que constroem diques, modificando a ciclagem de nutrientes, decomposição e características da água, influenciando a comunidade de plantas e animais<sup>24</sup>. No caso das modificações causadas pelo homem, tem-se a barragem de rios para a construção de reservatórios, a retificação dos leitos de rios e a ocupação desordenada das suas margens. Todos levam à perda da vegetação ripária e afetam o fornecimento de recursos alimentares para os peixes e outros organismos aquáticos bem como de matéria orgânica para o sistema.

Troncos, galhos e folhas da mata ciliar caem nos cursos d'água e constituem uma fonte direta de matéria orgânica para os organismos aquáticos. Estas estruturas submersas fornecem também abrigo para os peixes, protegendo-os de predadores, além de servirem como locais de desova. Nos trechos em que há perda de mata ciliar costuma haver predomínio de gramíneas. Os peixes continuam se relacionando com a vegetação, mas com uma complexidade bem menor do que aquela que ocorre quando se trata de mata ciliar preservada. Alguns autores<sup>25</sup> evidenciaram que a complexidade de habitats aumenta a complexidade da comunidade de peixes e a estabilidade ambiental.

A ocupação desordenada do entorno dos fragmentos aquáticos leva à perda do sombreamento exercido pela vegetação ciliar, que evita mudanças bruscas de temperatura e inibe a predação dos peixes por aves e outros animais. Na maioria dos casos, a integridade dos ecos-

sistemas aquáticos fica comprometida como consequência das atividades de mineração, exploração agropecuária, assentamentos humanos regulares ou não, emissão de poluentes etc.

A pesca de água doce é tradicional no Brasil e tem importância na economia nacional<sup>26</sup>, sendo que a pesca desportiva é o segundo esporte mais praticado no país. Como resultado negativo da expansão da pesca e da piscicultura tem-se um grande número de introduções de espécies exóticas e alóctones bem como alterações diversas e poluição dos cursos d' água.

A piscicultura brasileira estabelece seus cultivos nas proximidades dos rios<sup>27</sup>, dentro da área de preservação permanente, facilitando a propagação dos exemplares num possível escape. Em se tratando de fragmentos, a influência de espécies exóticas e alóctones de peixes pode ser considerada uma ameaça à manutenção da biodiversidade de peixes, principalmente nos fragmentos localizados em áreas onde as introduções foram realizadas em massa como no sul, sudeste e nordeste do Brasil.

Por apresentar melhores condições de conservação do que a matriz do entorno, os fragmentos detêm ambientes aquáticos nos quais a fauna de peixes é mais diversificada e possui boas condições para o consumo. Isso atrai pescadores, em especial os da prática esportiva, aumentando a pressão da pesca nos fragmentos.

Na Amazônia, a pesca é uma atividade que vem crescendo continuamente, seja para consumo alimentar, práticas esportivas ou ainda, para comercialização no mercado interno e(ou) externo. Em muitas regiões, principalmente ao longo dos rios, o peixe é o responsável pela dieta básica na alimentação dos povos tradicionais da região, chegando a representar 70% das proteínas animais consumidas na Amazônia.

No Acre, a criação de peixes e de outros animais aquáticos ainda é recente e pouco expressiva, mas na década de 90 houve um incremento significativo no número de criadores. Os peixes mais criados são o tambaqui, curimatã, pacu, tilápia e pirarucu. As atividades de aquicultura ainda exercem pouca influência no meio ambiente local, mas ainda assim, a piscicultura deve ser acompanhada com cuidado, principalmente devido à possibilidade de introdução de espécies de peixes e outros organismos aquáticos.

O sistema de cultivo praticado em açudes construídos por meio de barragens e em tanques também impacta os corpos d' água presentes nos fragmentos. Segundo Filho (1997)<sup>28</sup>, os tanques de piscicultura lançam nos corpos d' água efluentes semelhantes ao esgoto doméstico, podendo comprometer a qualidade da água dos riachos e rios que cortam os fragmentos.

## 7. O impacto das obras de saneamento ambiental no processo de fragmentação

Na década de 70, ao mesmo tempo em que estudos do primatólogo Ademar Coimbra-Filho mostravam a dramática situação do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) nos remanescentes de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, estudos do Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS, resultavam em projetos de engenharia para a expansão da área agrícola na região. Estes interesses conflitantes foram, aparentemente, equilibrados com a aprovação da construção da Barragem de Juturnaíba e a criação da Reserva Biológica de Poço das Antas.

A Reserva Biológica de Poço das Antas foi criada em 1974, com o objetivo de proteger a maior população de micos-leões-dourados ainda existente. Contando com uma área de 5.500 hectares, ela engloba o maior remanescente de Mata Atlântica de baixada costeira do Estado do Rio de Janeiro. Ela apresentava um mosaico de habitats, formado por áreas alteradas pelo homem, com diversos tipos de vegetação aberta ou em regeneração, assim como áreas de mata madura.

No mesmo período, várias intervenções relacionadas às obras de drenagem foram realizadas na região. O rio São João e vários afluentes tiveram grande parte de seus cursos alterados por canalizações, dragagens e retificações. A barragem de Juturnaíba foi construída com o objetivo de reduzir o nível das cheias, disponibilizar novas áreas para a agricultura e acumular água para abastecimento público da Região dos Lagos Fluminenses. Por ser anterior à Resolução CONAMA 001/86, não foi realizado nenhum estudo prévio de impacto ambiental dessas obras. A retificação dos rios São João e Aldeia Velha e a construção da barragem de Juturnaíba, iniciada em 1978, causaram alterações drásticas na Reserva Biológica de Poço das Antas alagando cerca de 200ha de florestas à montante da barragem e drenando toda a área de baixada à jusante da mesma. O rio São João, que corria a cerca de 1600 metros das Ilhas dos Barbados, dentro de Poço das Antas, passou a correr a, aproximadamente, 20 metros do fragmento mais próximo.

O rebaixamento do lençol freático provocado pela retificação, alargamento e aprofundamento do rio São João, secou os solos de turfa encharcados da planície de inundação, que se tornaram disponíveis para o cultivo de arroz, feijão e cana-de-açúcar. Antes da drenagem, estas zonas alagadas exerciam um papel importante no equilíbrio hídrico de toda a região, regularizando a vazão do rio pela acumulação do excesso de água na estação úmida e escoamento ao longo da estação seca. Com a drenagem da planície, o solo de turfa emergiu e a floresta alagadiça desapareceu. Este processo foi acelerado pelos diversos e freqüentes incêndios que se sucederam na área. Quando seco, o solo de turfa é altamente inflamável e, portanto, bastante suscetível aos incêndios que têm acontecido com freqüência na área e que mantêm a vegetação em estágios iniciais da sucessão levando ao isolamento dos fragmentos.

A drenagem da planície de inundação à jusante da barragem de Juturnaíba, o desaparecimento da floresta alagadiça e o conseqüente aumento da ocorrência de incêndios na Reserva Biológica de Poço das

Antas, foram apontados como os mais graves entre os diversos impactos gerados pelas intervenções de engenharia na bacia do rio São João<sup>29</sup>.

Hoje os fragmentos desta área estão restritos a oito morrotes com tamanho variando entre 1 a 15ha, conhecidos por Ilhas dos Barbados devido à presença freqüente de bugios (*Alouatta guariba*). A área entre estes morrotes, que era alagada, se encontra em graus variados de isolamento e perturbação. A matriz em que estão inseridos é um mosaico de vegetação aberta dominada por gramíneas exóticas como o sapê (*Imperata brasiliensis*), capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capim-colonião (*Panicum maximum*) e samambaias (*Pteridium aquilinum*). Nesta matriz existem alguns bosques de espécies arbóreas pioneiras como *Trema micrantha* e *Cecropia pachisystachya*, mas estas são freqüentemente destruídas pelos incêndios.

Nestes pequenos fragmentos vivem diversas espécies de roedores (os ratos-silvestres *Akodon cursor* e *Oecomys concolor*, por exemplo) e marsupiais (o gambá, *Didelphis aurita*; as cuícas, *Caluromys philander*, *Gracilinanus microtarsus* e *Philander frenata*, entre outras), além de mamíferos maiores que utilizam toda a paisagem. Algumas destas espécies têm hábitos arborícolas e a destruição da floresta alagadiça criou uma barreira considerável entre os morrotes. Os levantamentos na área indicam o desaparecimento de várias espécies em alguns dos fragmentos e populações muito pequenas em outros.

Uma avaliação recente das obras de drenagem e da barragem de Juturnaíba<sup>29</sup> mostrou que estas eram dispensáveis para a melhoria do abastecimento de água da Região dos Lagos, pois investimentos em redes de distribuição e no tratamento da água seriam mais importantes do que a ampliação da capacidade de armazenamento. As alterações ocorridas no sistema aquático acarretaram maiores custos no tratamento da água para consumo. Hoje o reservatório encontra-se parcialmente assoreado e não atende aos múltiplos usos projetados. A avaliação concluiu que a construção do reservatório foi negativa tanto no aspecto ambiental quanto econômico.

## 8. Introdução de espécies invasoras pelo homem: uma preocupação permanente

A introdução de espécies exóticas de animais e plantas seja de forma deliberada ou em decorrência de alguma atividade de exploração econômica do ambiente, legal ou clandestina, merece atenção permanente. Animais domésticos e silvestres, plantas para cultivo e ornamentação, agentes biológicos para controle de pragas, comensais e parasitas indesejáveis, são introduzidos em áreas onde não ocorriam naturalmente alterando o habitat e causando a extinção de espécies nativas. Algumas das espécies da flora exóticas trazidas para o Brasil são o bambu, diversos tipos de capins e árvores frutíferas como coqueiro, mangueira, jaqueira e, da fauna exótica vale mencionar o pardal, a tilápia e o *escargot* africano. Os principais impactos verificados da introdução de espécies são a competição por alimento e espaço entre espécies nati-



vas e introduzidas; predação de espécies nativas; introdução de patógenos e parasitas além da alteração de habitats.

Algumas destas espécies exóticas estão bem estabelecidas no Brasil e têm formado novos habitats e são utilizadas por espécies nativas e pelo homem. O bambu tem sido utilizado nas fazendas como cerca-viva e serve como habitat para o rato-do-bambu (*Cannabateomys amblyonix*). As jaqueiras e as mangueiras servem como recurso alimentar direto (frutos) e indireto (albergando epífitas) e como abrigo para invertebrados.

O tráfico ilegal de animais silvestres é uma prática freqüente que tem, entre outras consequências, originado a introdução de espécies exóticas. Um exemplo conhecido são os sagüis do nordeste, conhecidos como mico estrela (*Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*), que foram levados para o Estado do Rio de Janeiro como animais de estimação e que, posteriormente, invadiram as florestas locais e tornaram-se potenciais competidores e portadores de doenças de origem antrópica (herpes, influenza), ou de elementos patogênicos associados aos animais domésticos (parvovírus) capazes de devastar populações de primatas e outros mamíferos nativos da região.

Os animais domésticos estão entre os que mais invadem os fragmentos, em decorrência da existência de habitações e de atividades econômicas no seu entorno. Faltam estudos sobre o seu impacto na biodiversidade dos fragmentos e para subsidiar o estabelecimento de estratégias que permitam controlar e minimizar essas invasões.

Em relação aos organismos aquáticos, muitos trabalhos têm documentado os efeitos da introdução de espécies de peixes em diversas bacias hidrográficas mundiais. As introduções no Brasil são antigas, com destaque para a da tilápia ocorrida em 1953<sup>30</sup>. Na maioria dos casos os efeitos são negativos<sup>31</sup> conforme se verificou analisando 321 trabalhos, dos quais 77% mostraram o declínio das espécies nativas. Dentre as justificativas para a introdução de espécies exóticas estão o aumento dos estoques pesqueiros, o fornecimento de novas espécies para a pesca esportiva bem como o controle de macrófitas, mosquitos, algas e moluscos.

Inúmeras situações têm permitido introduções acidentais de organismos aquáticos, não só de peixes como também moluscos e crustáceos. Inúmeros parasitas e patógenos foram introduzidos com os peixes, contaminando os tanques de cultivo e o próprio ambiente aquático, sendo considerados uma ameaça à ictiofauna nativa. Citam-se ainda moluscos introduzidos no sistema Tietê que proliferam pelos inúmeros reservatórios e ainda são desconhecidas as suas possíveis ameaças à integridade dos ecossistemas aquáticos.

Para ilustrar essa problemática, há o caso da Floresta Nacional de Ipanema (SP) que sofre inúmeras pressões tais como desmatamento, lançamento de efluentes e represamentos. No seu entorno existem inúmeros tanques e áreas de lazer do tipo pesque-pague com diversas espécies exóticas como a carpa (*Cyprinus carpio*), além de espécies alóctones como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o matrinxã (*Brycon* sp)<sup>32</sup>. Os riachos da região já possuem inúmeros locais onde predominam a tilápia, introdução que a princípio, não trouxe prejuízos para a fauna, mas não surtiu o efeito desejado, pois as tilápias são de pequeno porte, não sendo interessantes para a pesca nem para o consumo humano.



## 9. Considerações finais

O uso dos recursos naturais tem afetado de diferentes formas a biodiversidade, especialmente por meio da fragmentação de habitats naturais. Diversas atividades antrópicas, incentivadas ou não, pelas políticas públicas, foram estudadas pelos projetos apoiados pelo Probio em diferentes regiões do país.

As ações antrópicas foram levantadas a partir dos processos históricos e recentes que influenciaram na configuração dos padrões de ocupação territorial, geradores da atual situação dos fragmentos. As maiores causas antrópicas de fragmentação identificadas pelos projetos foram: a extração de madeira; a supressão da floresta por meio de queimadas; a substituição da cobertura florestal nativa por reflorestamento com espécies exóticas; a expansão das atividades agropecuárias que substituem os remanescentes por pastagens e áreas de cultivo; práticas agrícolas cada vez mais mecanizadas; a ocupação de terras por movimentos sociais que tem dificuldades em manter a cobertura florestal; o padrão da estrutura fundiária existente que dificulta a proteção das florestas e propicia a ações que geram perturbações nas áreas dos remanescentes florestais; a política de Reforma Agrária do Ministério do Desenvolvimento Agrário/INCRA; o crescimento urbano desordenado; pressão de turismo; a caça e a captura de animais silvestres e as obras de saneamento ambiental que alteram cursos de rios, rebaixam o lençol freático e o equilíbrio hídrico, modificando a paisagem e criando fragmentos no meio aquático.

## 10. Recomendações

a. O incentivo, através de financiamento agrícola, foi identificado como um propiciador do aumento da fragmentação e do desmatamento em vários locais, evidenciando a necessidade de se considerar instrumentos que preservem os fragmentos.

b. A instabilidade vivida em qualquer atividade agropecuária gera situações de ameaça aos fragmentos. Foram vistos casos, como a crise da lavoura cacaueira, que tem gerado aumento na atividade extrativa nos remanescentes para obtenção de renda imediata e emergencial. Esse recurso tem sido utilizado tanto pelos donos das fazendas que contêm os remanescentes como pelos trabalhadores rurais que moram no entorno. É necessário criar mecanismos que incluam a preservação ambiental nos momentos de crise na produção agrícola.

c. Deve-se observar quais as implicações ambientais quando são promovidas mudanças na política energética do país. Foi visto que pode haver uma recuperação de fragmentos como no caso em que houve incentivo para que as padarias no Estado do Rio de Janeiro passassem a utilizar fornos elétricos em substituição aos de lenha ao longo dos anos 90. Já a queda de disponibilidade de energia elétrica e(ou) aumentos nos

preços do gás e da energia elétrica tendem a promover o aumento da extração madeireira.

d. Os mecanismos de regulação elaborados com o intuito de preservar o ambiente devem ser permanentemente acompanhados para verificar se estão atingindo seu intento. Uma das situações de fragilidade observadas foi a da classificação, pelo IBAMA, dos remanescentes florestais da região de Una-Bahia, como *áreas de mata secundária, aptas à silvicultura sustentável*. Essa classificação tem gerado permissões de corte e estas, mesmo quando restritas, têm servido para justificar a exploração madeireira não autorizada bem como dificultado a fiscalização, facilitando o transporte de madeira de outras áreas não autorizadas.

e. Os diferentes ciclos econômicos (pau-brasil, cana-de-açúcar, café, madeira, borracha, gado, erva-mate, soja, etc.) têm condicionado as mais diversificadas formas de exploração dos recursos naturais nos remanescentes florestais e no seu entorno. Esses ciclos orientam a ocupação do solo e o desenvolvimento econômico baseados no extrativismo, principalmente até o início da década de 70, e na modernização da agricultura, mais recentemente. Essas formas de exploração são a maior causa de perda de áreas com cobertura florestal gerando processos de fragmentação da paisagem. As análises das políticas públicas devem incorporar uma avaliação sobre as consequências desse processo, especialmente quando se trata de impulsionar o desenvolvimento econômico e o assentamento de populações humanas. Essa análise não deve se restringir ao momento em que se implementa uma nova política, pois algumas consequências só serão percebidas no médio e longo prazo.

f. O processo de ocupação do território acompanha o movimento gerado pela economia. Nas diferentes regiões do País, com raras exceções, têm-se observado o avanço da fronteira agrícola sobre as áreas de remanescentes de ecossistemas florestais abertos, a concentração da terra em poucas propriedades e a intensificação dos processos agrícolas. Como decorrência há o êxodo rural, a erosão do solo e a perda da biodiversidade. Estes impactos negativos podem ser minimizados pela elaboração e implementação do Zoneamento Ecológico Econômico, em suas diferentes escalas de abrangência.

g. Há necessidade de estudos orientados para uma prática de manejo do entorno dos fragmentos florestais, que permitam a adequação das atividades produtivas nas explorações agrícolas, quer possibilitando a interligação entre fragmentos, quer estabelecendo ações que os protejam de perturbações, minimizando assim os impactos negativos. Uma vez que os remanescentes encontram-se, na sua maioria, em áreas com topografia acidentada ou com grandes restrições físicas e químicas ao uso agrícola (fato que, em grande parte dos casos, explica a ocorrência de fragmentos florestais), o desenvolvimento de atividades produtivas deveria estar fortemente relacionado às formas de produção diversificadas, ambientalmente equilibradas, abrangendo o setor de extrativismo (principalmente na Amazônia), agricultura orgânica temporária e permanente e pecuária de pequenos animais.

h. É necessário orientar a implementação de atividades produtivas, por intermédio de políticas de desenvolvimento sustentável, compatibilizando a preservação e conservação do meio ambiente com a

geração de emprego e renda para as populações residentes no entorno dos fragmentos em todo o país. São necessários estudos locais/regionais que norteiem as orientações e as avaliem para se garantir que a pressão sobre os recursos naturais possa ser reduzida.

i. Os órgãos de controle ambiental devem desenvolver e implementar um sistema eficiente de ordenamento, monitoramento e controle de produtos madeireiros e não-madeireiros, visando orientar o desenvolvimento sustentável do setor florestal, principalmente na Região Amazônica. Toda atividade madeireira deve ser efetuada com base na adoção do plano de manejo florestal, e como tal deve ser fiscalizada.

j. Deve-se buscar alternativas de sistemas de produção de culturas anuais que evitem a agricultura itinerante, com base nos modelos preconizados pela Embrapa e outras instituições. Prioridade deve ser dada à implantação de culturas perenes, prioritariamente em Sistemas Agroflorestais.

k. Deve-se buscar a verticalização da pecuária bovina, incentivando a adoção de processos de transformação/industrialização dos produtos, além da recomendação de novas tecnologias na área de alimentação, reprodução e manejo, visando aumento na produtividade do rebanho. Deve-se também estabelecer políticas que restrinjam a expansão de pastagens na Amazônia.

l. Há um imenso potencial para a expansão das atividades de aquicultura em regime de criação racional nas regiões litorâneas, em vários fragmentos fluviais e na Amazônia. Deve-se tomar todos os cuidados possíveis para evitar a introdução de espécies exóticas de peixes, sobre as quais há poucas informações científicas e tecnológicas. Devem ser desenvolvidos estudos e trabalhos em conjunto com os piscicultores, principalmente se os tanques estiverem situados a montante de fragmentos, pois a má qualidade da água poderá contribuir para a não preservação da biota aquática nos fragmentos e nos cursos de água. Os piscicultores devem receber orientação adequada para a construção e a manutenção dos tanques bem como para o tratamento dos efluentes gerados pelos tanques.

m. Deve ser facilitada a disseminação dos conhecimentos sobre a agricultura, a criação de animais e a preservação de ecossistemas, com isso, os agricultores podem adotar tecnologias mais condizentes com o desenvolvimento sustentável.

n. Em boa parte do país a grande maioria dos estabelecimentos apresenta áreas menores que 50ha. Neles ocorre a maior parte da produção agrícola brasileira. Isso não significa necessariamente que os proprietários desses estabelecimentos sejam os maiores responsáveis pelos impactos nos fragmentos. O baixo nível de intensificação dos sistemas de produção/extrativismo é típico da agricultura predominante, a familiar, e nas suas diversas modalidades de integração ao mercado. Dado que, para essa categoria de produtores, os rendimentos do trabalho agrícola são decrescentes, há sempre o risco de que os agricultores busquem compensação de renda na superexploração dos recursos naturais, pela intensificação do uso do solo e do extrativismo florestal. São necessários trabalhos permanentes junto a esses produtores propondo alternativas e acesso a recursos que evitem esses riscos.

o. Estudos realizados em fragmentos da Mata Atlântica, no Estado do Rio de Janeiro, indicam que há uma crescente tensão entre

a ampliação de áreas para recreação e lazer e o aumento de atividades agropecuárias. As flutuações na política agropecuária podem estimular uma ou outra opção. Além disso, a pequena experiência de ocupação e exploração ambientalmente controlada de áreas de preservação, cuja posse é distribuída entre diversos proprietários, está sendo uma facilitadora da atual perda de áreas de floresta na região.

p. As potencialidades apontadas para o ecoturismo tendem a direcionar políticas que redefinam os usos dos recursos existentes, meios de valorização do patrimônio natural e cultural, e oportunidades para atrair efetivamente investimentos produtivos. A inserção de comunidades locais no processo de planejamento e tomadas de decisão é primordial para incrementar o ecoturismo nas regiões de ocorrência de fragmentos, para que se possa definir atrativos turísticos diferenciados em termos de patrimônio histórico, recursos naturais e valores culturais.

q. Entrevistas realizadas com agricultores, para avaliar impactos produzidos pela agricultura em áreas vizinhas aos fragmentos de mata nativa, dão conta de que fogo é um dos fatores de maior importância pela sua magnitude. Dados da Zona da Mata Mineira indicam que mais de 70% das propriedades rurais já sofreram danos por fogo em seus fragmentos, além da extração de madeira e lenha seca das matas, uso indiscriminado de agrotóxicos e problemas oriundos da pecuária. Isso torna a Educação Ambiental prioritária nas discussões.

r. A abundância relativa da maioria dos ungulados e outras espécies caçadas nos fragmentos de florestas da Mata Atlântica, em São Paulo, com pressão de caça contínua e intensa é, consideravelmente, bem menor do que nos fragmentos mais protegidos. Portanto, os resultados sugerem que, embora existam inúmeros efeitos da fragmentação que podem afetar populações isoladas em fragmentos florestais, no curto prazo os impactos da caça parecem sobrepor esses efeitos, e ser a principal variável responsável pela diminuição e a extinção local de mamíferos em fragmentos florestais. Se a biomassa de mamíferos é fundamental para a ciclagem de nutrientes, e para a manutenção dos habitats e de sua integridade ecológica, então, a eliminação destes grupos de animais poderá acarretar um impacto severo na estrutura da comunidade e na biodiversidade destes últimos remanescentes florestais da Mata Atlântica Brasileira.

## Referências bibliográficas

1. DIAS, B. F. S., 2001. Demandas governamentais para o monitoramento da Diversidade Biológica Brasileira. In: *Conservação da Biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Organizadores: Irene Garay e Braulio Dias. Petrópolis: Editora Vozes.
2. DEAN, W., 1996. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. Companhia das Letras, São Paulo, 484p.
3. CORSON, W.H., 1993 *Manual Global de Ecologia: o que você precisa fazer a respeito da crise no meio ambiente*. [tradução Alexandre Gomes Camaru]- Ed. Augustus, São Paulo, 413p.
4. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2002. *Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp>>

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp>>

5. MENDONÇA, J. R.; de CARVALHO, A. M.; MATTOS SILVA, L. A. & THOMAS, W. W., 1994. *45 Anos de Desmatamento no Sul da Bahia – 45 Years of Land clearing in Southern Bahia Calendar* (four maps showing extent of intact forest in Southern Bahia in 1945, 1960, 1974 and 1990). Projeto Mata Atlântica do Nordeste, CEPEC, Ilhéus, Bahia, Brasil.
6. Probio-PR. 2001. *Conservação do Bioma Floresta com Araucária Relatório final: Diagnóstico dos remanescentes florestais*. Curitiba: FUPEF, v1.121p.
7. MARTINELLO, P., 1985. *A “batalha da borracha” na segunda guerra mundial e suas consequências para o vale amazônico*. UFAC. Cadernos da UFAC, 1. Série “C” Estudos e Pesquisa. Rio Branco.
8. RANCI, C. M. D, 1992; *Raízes do Acre: 1970-1912*. 2ª Edição, Rio Branco, AC.
9. ACRE, Governo do Estado do Acre, 2000. *Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico: aspectos socioeconômicos e ocupação territorial - documento final*. Rio Branco: SECTMA, v. II.
10. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ), 2002. *Anuário Estatístico 2002*. Rio de Janeiro: IBGE.
11. IBGE/IPEA, 1990 *Diagnóstico Geoambiental e Socioeconômico: Área de influência da BR-364, Trecho Porto Velho/Rio Branco. Projeto de Proteção do Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas I – PMACI I*. Rio de Janeiro: IBGE. 132 p.
12. FRANKE, I.L., 1997 *Caracterização e análise econômico-produtiva de quatro Reservas Extrativistas no Estado do Acre: Cachoeira, Porto Dias, São Luis do Remanso e Santa Quitéria*. Rio Branco, AC. UFAC. Monografia de conclusão de curso de Bacharelado em Economia, 190p.
13. CNS-Conselho Nacional dos Seringueiros, 1992. *Reserva Extrativista*. Rio Branco-AC: CNS. Série Unidade de Treinamento nº 02.
14. IBGE/IPEA, 1994. *Diagnóstico Geoambiental e Socioeconômico: Área de influência da BR-364, Trecho Rio Branco/Cruzeiro do Sul. Projeto de Proteção do Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas II – PMACI II*. Rio de Janeiro: IBGE. 144 p.
15. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1996. *Censo Agropecuário 1995/96*. Rio de Janeiro: IBGE.
16. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002. *Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite, 1999-2000*. <[http://www.inpe.br/Informacoes\\_Eventos/amz1999\\_2000/Prodes/index.htm](http://www.inpe.br/Informacoes_Eventos/amz1999_2000/Prodes/index.htm)>, consultado em 29 mar. 2002.
17. SCHULTZ, L.A., 1983. *Métodos de Conservação do Solo*. Porto Alegre, Sagra, 74 p.
8. RIBON, R., 1998. *Fatores que influenciam a distribuição da avifauna em fragmentos de Mata Atlântica nas montanhas de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 128 p.
19. SEAB/DERAL., 1998. *Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná*. Curitiba: SEAB. 78p.
20. IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2002. *Produção Agrícola Municipal 2002*. Rio de Janeiro: IBGE
21. IBGE( Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2002. *Produção Extrativa Vegetal, 2002*. Rio de Janeiro: IBGE.

22. CASTRO, RMC & MENEZES, N. A., 1998. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. p 1-13, In: *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX*, vol. 6 Vertebrados. São Paulo, Winnergraph-FAPESP, Castro, R.M.C. Ed., Joly, C.A.; Bicudo, C. E. M. Orgs., 71p.
23. SCHLOSSER, I.J., 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. *Hydrobiologia*, V.303, p.71-81.
24. JONES, C. G.; LAWTON, J. H. & SHACHAK, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, V. 69, p.373-386.
25. GORMAN, O. T & KARR, J.R., 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59: 507-515.
26. PETRERE JR., M. 1995. A pesca de água doce no Brasil. *Ciência Hoje*, 110 (19): 28-33.
27. ELER, M.N., 2000, *Avaliação dos efeitos do fluxo da água e da densidade de estocagem na qualidade da água em viveiros de piscicultura*. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos/USP, 294 p.
28. FILHO, E. Z., 1997. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Rev. Brasil. Biol.*, 57(1): 3-9.
29. CUNHA, S. B. da, 1995, *Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João* (Rio de Janeiro – Brasil). Editora do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 415 p.
30. NOMURA, H., 1984. *Dicionário de Peixes do Brasil*. Editerra, Brasília. 482p.
31. ROSS, S.T., 1991. Mechanisms structuring stream fish assemblages: are there lessons from introduced species? *Environmental Biology of Fishes*, v.30, p.359-368.
32. SMITH, W.S. e MARCIANO, F.T., 2000. A ictiofauna da Floresta Nacional de Ipanema – Iperó, São Paulo, como base para ações de manejo, conservação e educação ambiental. In II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, MS, p.409-417.