



# Reflexões em Biologia da Conservação

volume 1

Marlúcia Bonifácio Martins  
Mário Augusto Gonçalves Jardim  
Editores



# Reflexões em Biologia da Conservação

---

volume 1

Marlúcia Bonifácio Martins  
Mário Augusto Gonçalves Jardim  
Editores



GOVERNO DO BRASIL  
Presidente da República  
**Michel Temer**

Ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
**Gilberto Kassab**



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Diretora

**Ana Luisa Albernaz**

Coordenadora de Pesquisa e Pós-Graduação

**Ana Vilacy Galúcio**

Coordenadora de Comunicação e Extensão

**Maria Emília da Cruz Sales**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução

**Mário Augusto Gonçalves Jardim**

**Wolmar Benjamin Wosiacki**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**Everaldo Barreiros de Souza**

**Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo**

CONSELHO EDITORIAL

Dr. Adriano Costa Quaresma (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia)

Dr. Alexandre Luis Padovan Aleixo (Museu Paraense Emílio Goeldi)

Dra. Elena Almeida de Carvalho (Universidade da Amazônia)

Dr. Jairo Lizandro Schmitt (Universidade FEEVALE)

Dra. Maria Isabel Vitorino (Universidade Federal do Pará)

Dr. Salustiano Vilar Costa-Neto (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológica do Estado do Amapá)

Dr. Víctor Hugo Pereira Moutinho (Universidade Federal do Oeste Paraense)

NÚCLEO EDITORIAL DE LIVROS

Editora Executiva

**Iraneide Silva**

Editoras Assistentes

**Angela Botelho**

**Tereza Lobão**

Editadora de Arte

**Andréa Pinheiro**

Instituição filiada:



Museu Paraense Emilio Goeldi  
Coleção Adolpho Ducke



# Reflexões em Biologia da Conservação

---

volume 1

Marlúcia Bonifácio Martins  
Mário Augusto Gonçalves Jardim  
Editores

Belém,  
2018

Produção Editorial

**Iraneide Silva**  
**Angela Botelho**

Projeto gráfico,  
editoração eletrônica e capa  
**Andréa Pinheiro**

Revisão  
**Mário Augusto G. Jardim**  
**Marlúcia Bonifácio Martins**

---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Reflexões em Biologia da Conservação / Mário Augusto Gonçalves Jardim, Marlúcia Bonifácio Martins, organizadores. Belém : Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.

186 p. : il.

ISBN 978-85-61377-97-7

1. Biologia da Conservação. 2. Ambiente urbano - conservação. 3. Desafios. I. Jardim, Mário Augusto Gonçalves. II. Martins, Marlúcia Bonifácio.

---

CDD 333.9516

© Copyright por/by Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.  
Todos os direitos reservados. A reprodução não autorizada desta publicação,  
no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

## Prefácio

A disciplina Biologia da conservação vem sendo ministrada para os cursos de Pós-graduação do Museu Paraense Emílio Goeldi desde 1997. Ao longo destes anos os estudantes têm produzido monografias e trabalhos de conclusão da disciplina atendendo ao circuito acadêmico. No 20º aniversário da disciplina surgiu a ideia de ultrapassar as “muralhas acadêmicas” e transformar estes trabalhos em artigos de divulgação, de forma a partilhar com a sociedade as reflexões produzidas em sala de aula, que apontam para vários temas inquietantes à sociedade como um todo e apresentar, à luz do conhecimento científico, ideias e sugestões que possam ampliar as ações para a conservar da biodiversidade e intensificar o debate entre academia e sociedade em relação a estes temas. Assim surgiu edição eletrônica de “Reflexões em Biologia da conservação”, aqui em seu primeiro volume. A escolha dos temas abordados foi feita coletivamente pelos alunos em sala, por eleger as suas principais preocupações e o desenvolvimento do tema teve como premissa a reflexão individual sobre um assunto que fosse novidade ao campo de conhecimento de cada autor. Desta forma foi estimulada também a capacidade a dialogar com áreas distintas de conhecimento. Nestes textos os temas são tratados de forma clara e concisa de modo a ser facilmente apreendidos pela sociedade como um todo e inspirar ações individuais e coletivas na busca da sustentabilidade e conservação da biodiversidade.



# Apresentação

por Danielle Celentano\*

O Planeta Terra está sendo destruído em um ritmo alarmante. Rios e mares contaminados, ar poluído, florestas desmatadas, solo degradado, biodiversidade em declínio e comida envenenada. Essa destruição é acompanhada por altos níveis de pobreza, desigualdade social e violência. A ciência mostra com dados claros que nossa sociedade está no caminho errado e que passamos do limite da capacidade de suporte do planeta. Mas, apesar dos alertas científicos vemos na vida real e nas escolhas políticas retrocessos atrás de retrocessos. Os acordos internacionais para a proteção da natureza e para combater a pobreza, assim como políticas e instrumentos econômicos, ainda não foram suficientes para garantir de fato a proteção do ser-humano e do patrimônio natural. Civilizações anteriores colapsaram devido ao mau uso dos recursos naturais. Hoje, o risco do colapso é global e ameaça toda humanidade.

A Biologia da Conservação surgiu como disciplina científica no final da década de 70 nos Estados Unidos para responder de forma prática aos desafios de proteção das espécies, seus habitats e dos diferentes ecossistemas. É uma matéria interdisciplinar que tem como uma de suas premissas a inclusão do ser-humano no planejamento da conservação, reconhecendo-o como parte da natureza. A Biologia da Conservação tem as ferramentas necessárias para orientar da melhor forma possível governos, empresas e a sociedade em processos de decisão importantes, que garantam o bem-estar da humanidade no longo prazo. Mas, infelizmente, apesar de explicitado o valor dos benefícios diretos e indiretos que recebemos da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade, muitos tomadores de decisão ainda respondem a outros interesses.

---

\* Danielle Celentano é Engenheira Florestal formada pela UNESP, mestre em Manejo e Conservação de Florestas e Biodiversidade pelo CATIE na Costa Rica, e doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte. Foi aluna da disciplina biologia da conservação em 2012. Atualmente é bolsista de fixação de doutores e professora/orientadora do Programa de pós-graduação em Agroecologia da UEMA.



Mesmo frente à grandes adversidades, o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), desde sua fundação em 1866, tem feito um belíssimo trabalho no campo da pesquisa científica e na formação de recursos humanos na Amazônia. É uma instituição de referência nas ciências naturais e socioculturais, e seu corpo técnico-científico tem produzido artigos importantes não apenas para descrever novos conhecimentos científicos como também para orientar tomadas de decisões sensatas na região. Afinal, é na diversidade biológica e cultural que está a verdadeira fonte de riqueza e desenvolvimento da Amazônia, e a pesquisa, a inovação e a formação de capital humano são as chaves para alcançar isso. Nesse sentido, os programas de pós-graduação do MPEG tem formado profissionais preparados para atuar nos diferentes setores em prol da conservação da Amazônia.

Esse primeiro volume de “Reflexões em Biologia da Conservação” é a culminância do curso de Biologia da Conservação hoje ministrado pelos professores doutores Mario Jardim e Marlúcia Martins. A professora Marlúcia Martins além de fazer pesquisa científica de base, tem lutado pela conservação dos últimos remanescentes florestais na Área de Endemismo Belém, fazendo Biologia da Conservação na prática. Atualmente, eu sou sua colega nessa luta mas, em 2012, fui aluna nessa mesma disciplina, o que, com certeza, foi importante para a minha formação. Nesse fascículo os alunos resumem algumas das diversas facetas da Biologia da Conservação; os resumos estão divididos em três seções: (1) Os Desafios da Conservação; (2) Bases Biológicas da Conservação; e (3) Conservação no Ambiente Urbano.

Apesar da sua “mocidade”, a Biologia da Conservação adquiriu uma maturidade precoce no enfrentamento de um modelo de desenvolvimento que não reconhece as limitações físicas do planeta. Das suas numerosas derrotas na proteção do patrimônio natural nasceu uma esperança: a Restauração Ecológica. Essa disciplina “recém-nascida” se inspira na natureza e nas culturas que historicamente vivem em harmonia com o ambiente para reconstruir os ecossistemas destruídos e restabelecer os benefícios ecológicos essenciais para a sobrevivência da humanidade. Essas duas disciplinas, a Biologia da Conservação e a Restauração Ecológica, devem andar juntas para garantir um novo processo civilizatório adaptado ao nosso mundo finito.

# Sumário

## Os desafios da conservação

Sociedade e natureza.....	13
<b>Romário Gemaque de Sousa</b>	
Importância da biodiversidade.....	19
<b>Römmel Benicio Costa da Silva</b>	
Políticas ambientais .....	26
<b>Talita Cristina Moraes de Carvalho</b>	
Planejamento para Conservação .....	34
<b>Ewertton Souza Gadelha</b>	
Legislação ambiental: uma breve abordagem sobre unidades de conservação (UC) e os desafios das reservas extrativistas .....	43
<b>Cláudio de Jesus Silva Junior</b>	
Mudanças climáticas .....	50
<b>Rodrigo da Silva Maia</b>	
Desenvolvimento social e o desmatamento .....	61
<b>Jessica Conceição Nascimento Dergan</b>	
A perda da biodiversidade pelas atividades agropecuárias na Amazônia brasileira .....	67
<b>Joyce Ananda Paixão Duarte</b>	
Uma economia sustentável é possível? .....	75
<b>Priscila Castro de Barros</b>	

## Bases biológicas da conservação

Como os modelos de distribuição de espécies podem auxiliar na conservação da biodiversidade? .....	85
<b>Maria Elisa Ferreira de Queiroz</b>	
Influência dos processos adaptativos da vegetação na dinâmica dos ecossistemas de várzea .....	94
<b>Renata Sousa Tenório</b>	

Interações ecológicas com ênfase em inseto-planta .....	102
<b>Amanda de Azevedo Silva</b>	
Genética da conservação .....	106
<b>Ana Marta Andrade Costa</b>	
Como se faz a conservação <i>ex situ</i> ? .....	116
<b>Raissa Tancredi Cerveira</b>	
Manejo e conservação de espécies vegetais em unidades de conservação .....	122
<b>Ana Paula Simões Castro</b>	
Conservação e manejo de duas espécies de peixe-boi no Brasil .....	127
<b>Lilian Fernanda Belo Serrão</b>	

## Conservação no ambiente urbano

Ações antrópicas e urbanização .....	135
<b>Rodrigo de Souza Barbosa</b>	
Malefícios causados pelo lixo .....	143
<b>Cintia Oliveira Carvalho</b>	
A poluição dos rios no meio urbano e suas consequências .....	150
<b>Heitor Antunes de Castro</b>	
Lixões desativados e alternativas de manejo .....	155
<b>Jaqueline Portal da Silva</b>	
O tratamento da água como fator primordial .....	163
na conservação da biodiversidade	
<b>Maurício do Nascimento Moura</b>	
Saúde humana .....	170
<b>Lucas dos Anjos Rodrigues</b>	
Educação ambiental e cidadania .....	180
<b>Mayra Piloni Maestri</b>	
Lista de Autores .....	185



## Os desafios da conservação





# Sociedade e natureza

Romário Gemaque de Sousa

## • A natureza construtora da sociedade •

Se procurarmos entender a sociedade de maneira sistêmica, o meio no qual ela “evolui” será representado pela natureza, ou seja, primordialmente pelo planeta e todos os seus atributos e caracteres naturais. Como seria imaginar a sociedade humana fora de contexto com o meio natural que lhe fornece abrigo, alimento, entre outras condições que influenciam na sua formação? Esta com certeza é a sua significação essencial. Porém, seria parcialmente errôneo dizer que o propósito do ser humano na natureza é dominá-la para satisfazer suas próprias necessidades. Até porque, as vezes a natureza vem combatendo o homem de maneira tão violenta que em alguns casos pouca coisa resta para o “dominador da natureza” (Goldman; Schurman, 2000).

O homem, como espécie animal, e a sociedade humana, são produtos da natureza, o humano jamais poderá sair do meio natural, e mesmo quando ele atua nela, não faz mais do que explorá-la para os seus próprios fins. Nesse sentido, é compreensível que a natureza exerça uma grande influência no processo de formação e desenvolvimento da sociedade humana (Bukharin, 1993). Antes de qualquer discussão sobre as relações que se estabelecem entre o homem e a natureza, devemos entender de que formas a natureza influencia diretamente na sociedade humana, para isso, é preciso primeiramente examinar as situações pelas quais a natureza toca o homem mais de perto. Então se torna mais interessante olhar em torno de nós e tentar perceber os fatores que trazem a dependência da sociedade à natureza (Bukharin, 1993; Dulley, 2004).

## • A natureza explorada •

No ponto de vista econômico a terra e água são elementos que fornecem ao homem a sua alimentação, como objeto universal do trabalho humano. Todo objeto retirado das relações naturais com a água e a terra, através



do trabalho do homem, são objetos de trabalho oferecidos pela natureza. Por exemplo, o peixe abatido na pesca, à madeira retirada na mata virgem, o mineral extraído da terra. É natural o homem explorar e manipular o máximo que a natureza pode oferecer, a força da evaporação, transformação de energias para gerar eletricidade, a gravidade do planeta, etc... Seja qual for a atual condição ou estado da natureza, em qualquer parte do planeta ela não vai deixar de atuar sobre a sociedade humana (Oliveira, 2002; Fernandes; Sampaio, 2008).

Existe uma contradição nas relações homem/natureza que consiste principalmente nos problemas dos processos industriais produzidos pelo Homem. O processo industrial é visto como gerador de desenvolvimento, empregos, tecnologia, conhecimento e maior expectativa de vida. Então Berry (1991) mostrou em seu livro “O Sonho da Terra” que o homem se afastou do mundo natural, como se não fizesse parte dele. Mas na verdade a natureza sempre fez parte de todo esse processo industrial e com a era tecnológica, a humanidade conseguiu contaminar o próprio ar que respira, a água consumida, o solo e rios de onde provém os alimentos, destruir florestas e os habitats da fauna (Swyngedouw, 1996).

A inter-relação homem-natureza, assim como das concepções como consumismo e progresso, começa a ser questionada e criticada até um momento em que enfim adquirirem relevância ética (Gomez-Heras, 1997). Conceituações como o progresso da civilização, bem estar social, entre outros, trazem ideias positivas a respeito da direção da humanidade e, conter isso de maneira otimista, traz também uma noção do caminho a ser traçado. Entretanto, basta apenas uma avaliação mais rígida destes conceitos, saindo de outra perspectiva como, por exemplo, uma exploração útil da natureza que se possa compreender exatamente o quanto que essa ação extrativista evolui positivamente para os interesses socioambientais. A ética no contexto ambiental proporciona uma visão crítica das condutas e concepções do ser humano sobre a natureza, esse questionamento é direcionado principalmente à aventura incontrolável do progresso moderno da sociedade sustentado sobre um cenário de recursos naturais ilimitados, na qual se encontra uma natureza desvalorizada com precariedade de direitos e sem força para gerar deveres (Ronavi, 2011).

A evolução da técnica humana, que gera possibilidades de produção intensa, acaba provocando uma exploração cada vez mais veloz dos recursos naturais. O desenvolvimento do homem na história da humanidade é baseado principalmente na capacidade de produzir em meio das facilidades e aprimorar seu domínio sobre a natureza (Rolston, 1998).

Baseado nesse contexto, as interações entre o homem e a natureza, ao longo da produção do período moderno, seria mais fácil de dizer a forma com que se efetivou a modernização da técnica humana implementada na exploração da natureza. O incremento dessa produção é o que indica o progresso da técnica, considerado como a libertação do homem em relação aos limites naturais. As novas técnicas proporcionaram a inovação de espaços, bens de consumo, e uma ampla gama de bens que permitem uma melhora das condições de vida do homem moderno (Gomez-Heras, 2001).

### • O homem interferindo na biodiversidade •

A população da Terra já dobrou três vezes no século passado. Mesmo assim, a presença humana, que é representativa em quase todos os lugares do planeta Terra, teve um impacto maior do que os números simples indicariam. A humanidade desenvolveu a capacidade de dominar espécies de plantas e animais, muito mais do que qualquer outra espécie e, ainda possui capacidade de moldar o futuro em vez de apenas responder a ele de forma natural (Rutherford; Ahlgren, 1991).

Do ponto de vista de outras espécies, a presença humana reduziu a riqueza disponível na superfície da Terra, para limpar grandes áreas de vegetação, interferir com suas fontes de alimento, mudou seus habitats alterando a temperatura e a composição química de grandes partes do ambiente mundial, desestabilizou seus ecossistemas através da introdução de espécies estrangeiras, deliberadamente ou acidentalmente, reduziu o número de espécies vivas (extinção), e em alguns casos alterou as características de certas plantas e animais através da seletividade artificial e, mais recentemente, pela engenharia genética (Rutherford; Ahlgren, 1991).

A perda de biodiversidade impulsionada pelos humanos poderia diminuir substancialmente os benefícios que as pessoas derivam da natureza (serviços ecossistêmicos) porque a perda de espécies geralmente altera os fluxos de materiais e energia na natureza que fazem sistema do ecossistema funcionar (Chapin et al., 2000; Balvanera et al., 2014; Tilman et al., 2014). Em resposta aos pedidos dos governos sobre o estado atual dos conhecimentos, a Plataforma Intergovernamental de Ciência e Política sobre Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES) está avaliando as mudanças na biodiversidade e nos ecossistemas, bem como suas contribuições para as pessoas, tanto nas escalas regionais como globais. Além disso, outro objetivo é evitar a perda de biodiversidade, através do



Desenvolvimento Sustentáveis das Nações Unidas que foram estabelecidos em 2015 (Díaz et al., 2015). Continua a ser difícil, no entanto, prever em que medida as mudanças antropicas sobre a biodiversidade irá alterar os serviços dos ecossistemas, principalmente nas maiores escalas temporais e espaciais que são mais relevantes para políticas de conservação.

Na escala espacial global ao longo de décadas e séculos, a extensão do impacto ambiental sempre foi crescente e sem precedentes das atividades humanas na terra e nos oceanos reduzindo drasticamente a biodiversidade global (Barnosky et al., 2011; Pimm et al., 2014). Há evidências consistentes de que a perda e fragmentação do habitat, a superexploração de recursos biológicos, a poluição, as invasões de espécies e as mudanças climáticas aumentaram as taxas de extinção de espécies globais em níveis que são muito superiores aos observados nos registros fósseis (Barnosky et al., 2011; Pimm et al., 2014).

Os impactos humanos podem ser imediatos, como quando a terra é liberada para a agricultura (Newbold et al., 2015), mas as extinções geralmente ocorrem em décadas ou séculos após o evento causador, quanto as reduções nas populações, as restrições de migração e as limitações à disponibilidade de habitats adequados ocorrem (Tilman et al., 1994; Haddad et al., 2015). Portanto, as extinções globais das espécies que foram documentadas no passado recente são apenas a ponta do “iceberg” em termos de mudanças maciças em curso na biodiversidade, que incluem declínios substanciais nas populações de espécies nativas, extinções locais, ganhos locais de novas espécies e homogeneização espacial da biota da Terra (Haddad et al., 2015; Capinha et al., 2015).

### • Considerações finais •

Resumindo a ideia, pode-se dizer que a natureza existe e compreende um mundo não vivo (abiótico) e um vivo (biótico), englobando todas as espécies, inclusive o homem. A espécie humana dominou, acumulou experiência, conhecimento científico-tecnológico e organizou-se em sistemas sociais. Na sua massiva relação com o meio natural, na busca por alimentos e outros materiais para seu uso, estruturou, no espaço e no tempo, diferentes sistemas econômicos.

É importante ter como conhecimento que no planeta Terra existem diversos meios ambientes para várias espécies, além do humano, e alguns

desses meios se interpolam e se tornam comuns para mais de uma espécie. O ambiente conhecido pelo homem é o conjunto de ambientes das espécies da natureza. Por isso quando se fala em exploração da natureza, para a sociedade humana os limites ainda são invisíveis, de modo que essa atividade deixa vulnerável todos os elementos que compõem o meio natural.

A natureza, o ambiente, os meios ambientes das diversas espécies, recursos naturais e ambientais devem ser considerados como coisas distintas. Quando tratamos as discussões de maneira mais específica, as soluções e importâncias se voltam mais precisamente para uma abordagem mais generalizada. É importante ressaltar, também, o fato de existir denominações, quer sejam recursos naturais ou ambientais, o jogo vai seguir a diante, e não pode ser esquecido.

Uma das coisas mais importantes a ser ressaltada dentro dessa perturbada relação homem-natureza, está resumida no DNA, enquanto biólogos, ambientalistas e pesquisadores ainda lutam pelo resultado de harmonização entre essas duas entidades complexas, o real e preservado mundo da natureza está “conservado” em uma única molécula de cada organismo que vai garantir o futuro da natureza. Ideias futurísticas como essa devem ser privilegiadas de investimento científico como, por exemplo, os recursos genéticos devem ser rigorosamente conservados e preservados, tanto em termos de riqueza regional ou internacional, e isso cabe aos responsáveis da ciência e líderes mundiais, desta forma a integridade da natureza com a humanidade poderá ser mantida.

## • Referências •

BALVANERA, P.; SIDDIQUE, I.; DEE, L.; PAQUETTE, A.; ISBELL, F.; GONZALEZ, A.; BYRNES, J.; O’CONNOR, M. I.; HUNGATE, B. A.; GRIFFIN, J.N. Linking biodiversity and ecosystem services: current uncertainties and the necessary next steps. **Bioscience**, v.64, n.1, p.49-57, 2014.

BARNOSKY, A. D.; MATZKE, N.; TOMIYA, S.; WOGAN, G. O. U.; SWARTZ, B.; QUENTAL, T. B.; MARSHALL, C.; MCGUIRE, J. L.; LINDSEY, E. L.; MAGUIRE, K. C.; MERSEY, B.; FERRER, E.F. Has the Earth’s sixth mass extinction already arrived? **Nature**, v.471, n.7336, p.51-57, 2011.

BERRY, T. **O Sonho da Terra**. Petrópolis: Vozes, 1991.

BUKHARIN, N. **A teoria do materialismo histórico: manual popular de sociologia marxista**. São Paulo: Caramuru, 1993.

CAPINHA, C.; ESSL, F.; SEEBENS, H.; MOSER, D.; PEREIRA, H. M. The dispersal of alien species redefines biogeography in the Anthropocene. **Science**, v.348, p.1248-1251, 2015.

CHAPIN, F. S.; ZAVALA, E. S.; EVINER, V. T.; NAYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M.; REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D. U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBBIE, S. E.; MACK, M. C.; DÍAZ, S. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v.405, p.234–242, 2000.

DÍAZ, S.; DEMISSEW, S.; CARABIAS, J.; JOLY, C.; LONSDALE, M.; ASH, N.; BARTUSKA, A. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.14, n.1, p.16–31, 2015.

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. **Agricultura em São Paulo**, v.51, n.2, p.15–26, 2004.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade e meio ambiente. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.18, n.2, p.21–34, 2008.

GOLDMAN, M.; SCHURMAN, R. Closing the “great divide”: New social theory on society and nature. **Annual Review of Sociology**, v.26, n.1, p.563–584, 2000.

GOMEZ-HERAS, J. M. G. El problema de una ética del medio ambiente. In: GOMEZ-HERAS, J.M.G. (Ed.). **Ética del Medio Ambiente, problema, perspectiva, historia**. Madrid: Editorial Tecnos, S.A., p.17–90, 1997.

GOMEZ-HERAS, J. M. G. **Ética del medio ambiente : problema, perspectivas, historia**. Madrid: Editorial Tecnos, S.A. Una ética para la civilización tecnológica: la propuesta de H. Jonas, p.128–144, 2001.

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; COOK, W. M. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth’s ecosystems. **Science Advances**, v.1, n.2, p.150–162, 2015.

NEWBOLD, T.; HUDSON, L. N.; HILL, S. L.; CONTU, S.; LYSENKO, I.; SENIOR, R.

A.; DAY, J. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, v.520, p.45–50, 2015.

OLIVEIRA, A.M.S. Relação homem/natureza no modo de produção capitalista. In: Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v.4, n.119, p.35–45, 2002.

PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; ABELL, R.; BROOKS, T. M.; GITTLEMAN, J. L. JOPPA, L. N.; SEXTON, J. O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v.344, p.124–136, 2014.

ROLSTON, H. **Environmental Ethics: duties to and values in the natural world**. Philadelphia: Temple University, p.391, 1988.

ROVANI, A. Ética ambiental a problemática concepção do homem em relação à natureza. **Direitos Culturais**, v.6, n.11, p.13–22, 2011.

RUTHERFORD, F. J.; AHLGREN, A. **Science for all Americans**. Oxford university press, ch. 3, p. 25–32, 1991.

SWYNGEDOUW, E. The city as a hybrid: on nature, society and cyborg urbanization. **Capitalism Nature Socialism**, v.7, n.2, p.65–80, 1996.

TILMAN, D.; ISBELL, F.; COWLES, J. M. Biodiversity and ecosystem functioning. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v.45, p.471–493, 2014.

TILMAN, D.; MAY, R.M.; LEHMAN, C.L.; NOWAK, M.A. Habitat destruction and the extinction debt. **Nature**, v.371, p.65–66, 1994.

# Importância da biodiversidade

Römmel Benicio Costa da Silva

A Amazônia possui uma enorme importância para a estabilidade ambiental do Planeta. Nela estão fixadas mais de uma  $100 \times 10^9$  de toneladas<sup>1</sup> de carbono. Sua massa vegetal, através da evapotranspiração, libera algo em torno de  $7 \times 10^9$ .ano<sup>-1</sup> de toneladas de água para a atmosfera, e seus rios descarregam cerca de 20% de toda a água doce que chega até os oceanos. Além de sua riqueza natural, a região abriga significativos conjuntos de povos indígenas e de populações tradicionais (seringueiros, castanheiros, ribeirinhos, babaqueiras, etc.), que lhe conferem destaque em termos de diversidade cultural.

De território único, pela sua indescritível variedade de animais e de plantas. A maior região do norte da América do Sul, estendendo-se por nove países, onde no Brasil fica com 63,4% do total da área. Abriga o sistema fluvial mais extenso e de maior massa líquida do planeta, sendo coberta pela maior floresta pluvial.

As florestas tropicais da América são mais diversas do que as florestas úmidas da África e Ásia (Turner, 2001). Com a maior extensão de floresta tropical da América, as florestas tropicais da Amazônia têm inigualável biodiversidade. Uma em cada dez espécies conhecidas no mundo vive na Floresta Amazônica. Esta constitui a maior coleção de plantas vivas e espécies animais no mundo (WWF, 2017).

O Brasil, que possui a maior cobertura de florestas tropicais do mundo concentrada na região amazônica, por sua extensão territorial, diversidade geográfica e climática, abriga uma enorme diversidade biológica, o que faz dele o principal entre os países detentores de megadiversidade biológica do planeta, possuindo entre 15% a 20% das 1,5 milhão de espécies descritas na Terra. Para Lewinsohn; Prado, (2000) o país tem a maior riqueza florística, com  $\approx 55$  mil espécies de plantas ( $\approx 22\%$  do total mundial); 524 espécies de mamíferos, 1.677 de aves, 517 de anfíbios e 2.657 de peixes.

A contínua perda de biodiversidade está se acentuando, devido às agressões que, sobre os ecossistemas estão aumentando ou, no mínimo, mantendo sua intensidade inalterada. Azevedo-Santos (2017) expõe o lugar proeminente que o Brasil tem quando se trata da manutenção da biodiversidade global, tendo o país detentor de dimensões continentais que cobrem latitudes tropicais e subtropicais, sendo mantenedor de uma grande diversidade entre biomas, ecossistemas e espécies, e pela conta do MMA (2014); IUCN (2015) e Vitule et al. (2016), muitos dos quais ainda são muito ameaçados.

As ameaças que afetam a biodiversidade são inúmeras: a destruição dos habitats, a introdução de espécies exóticas, a diminuição do habitat de espécies endêmicas, o contrabando, a caça e a pesca predatórias, a extinção de espécies, etc. A Convenção sobre a Diversidade Biológica da ONU aponta uma taxa de perda que supera em 100 vezes à da extinção natural de espécies. Estas taxas se elevam significativamente e expressivamente (Dos Santos, 2010). Devido a esta situação, é exigível uma ação governamental assim como da sociedade civil organizada para a tomada de decisões que corroborem com alternativas viáveis para conciliar desenvolvimento sem comprometer e/ou atingir a imensa riqueza biológica desta biosfera, pois é única no planeta, a única que temos.

### • Contexto sobre Biodiversidade •

O conceito do termo *biodiversidade* é bem variável tendo sua especificação conforme o aspecto que é reforçado por quem conceitua, como Collin (1997) que se refere à biodiversidade como a riqueza do número de espécies e a Academia de Ciências do Estado de São Paulo (1987) como o número absoluto de espécies em uma coleção, comunidade ou amostra e a ONU (1992) que afirma que biodiversidade é a variedade de seres vivos da Terra, sendo fruto da evolução em bilhões de anos, desenhada pelos processos de seleção natural e pelas atividades humanas ou é a variedade de seres vivos que formam uma teia viva integrada pelos seres humanos na qual estes seres dependem.

Para Dos Santos (2010), é a variação intra-específica e inclui, em maior escala, a variedade de tipos de comunidades ou ecossistemas de uma região onde o Brasil, como um dos países mega-diverso, possui 50 mil espécies, sendo 13% do total mundial de espécies de plantas, animais e fungos, o que o faz, o principal entre os países detentores da

megadiversidade do planeta. Para a ECO92 é a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo os ecossistemas terrestres, marinhos e os complexos ecológicos de que fazem parte; é a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas. Ênfim Biodiversidade é a variedade da natureza viva.

### • A biodiversidade e sua relação com o Clima •

Atualmente o clima na Amazônia vem se alterando, principalmente pelas atividades antrópicas, como desmatamentos, extração e exploração da madeira; caça e pesca predatória e fogo na floresta, estes eventos ocasionam elevação na temperatura do ar, no comportamento das chuvas e na composição do vapor d'água na atmosfera da região, o que torna o ambiente mais quente e seco, o que já começa a comprometer a sobrevivência e manutenção da biodiversidade da região, além do uso indiscriminado de agentes pulverizadores (como o caso do DDT nas lavouras) que contaminam animais, solo e vegetação, para o caso da contaminação deste 'agente' em animais, o uso frequente e indiscriminado influencia diretamente em sua reprodução, como exemplo, citamos a contaminação da águia careca (símbolo dos EUA) que ficou impossibilitada de chocar seus ovos devido à fragilidade de sua casca, que não suportava o peso do animal, esta fragilidade foi constatada pela análise do material da casca do ovo que indicou alteração biológica no animal devido ao grande uso de pesticidas nas lavouras norte americana.

Projeções da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais indicam que um aquecimento global acima de 3,5°C causará um empobrecimento generalizado na biodiversidade terrestre, com uma extinção provável de até 70% de todas as espécies conhecidas (Shah, 2013).

Os seres humanos são as criaturas que exercem maior pressão no planeta devido suas atividades antrópicas, a devastação da floresta gera um clima inóspito e seus efeitos danosos têm como causa imediata a redução drástica na transpiração, a modificação na dinâmica de nuvens e chuvas com o prolongamento da estação seca, assim como o dano por fumaça e fuligem à dinâmica de chuvas (Nobre, 2014). Newbold et al. (2015) relatam que a conversão e degradação de habitats que estão causando declínios globais da biodiversidade é exclusivamente devido as atividades humanas, Huete (2016) afirma que somente através da compreensão das respostas

da vegetação à variabilidade climática é que poderemos melhorar as previsões das futuras consequências desta variação nos ecossistemas e na biodiversidade planetária e em nossa própria segurança e bem-estar alimentar, já Rosenzweig et al, (2008) indicam que as alterações climáticas antropogênicas estão proporcionando, globalmente, um impacto significativo nos sistemas físicos e biológicos.

Um estudo elaborado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF, 2014) e a sociedade de Zoologia de Londres sobre o índice que acompanha 241 espécies de peixes, 83 de anfíbios, 40 de répteis, 811 de aves e 302 de mamíferos do planeta, revela que ocorreram redução nas espécies: terrestres 25%, marinhas 28% (água salgada) e 29% (água doce) nos últimos 35 anos, tendo como média, uma redução total de 27% neste período.

A destruição dos *habitats* e o comércio de animais são as grandes causas de redução destas populações e adiciona que, nos próximos 30 anos, a mudança do clima será um importante fator crescente que irá afetar as espécies (WWF, 2016). Como exemplos da destruição dos ecossistemas cita-se Whiteman et al. (2015) que relata que os ursos polares enfrentam um habitat alterado com oportunidades de alimentação reduzida durante o verão, mostrando-se mais prejudicados e menos adaptados ao aquecimento global do que se imaginava.

Estes animais tem um metabolismo menos adaptável às mudanças climáticas do que o esperado, por isso a sobrevivência da espécie estaria ameaçada.

A riqueza de espécies de anfíbios, (sapos e pererecas), identificada representa um número mínimo conhecido. As informações sobre as cobras cegas são raras e, apesar de apenas uma espécie de salamandra ser descrita para a Amazônia, o conhecimento sobre sua distribuição geográfica é incipiente (Haddad, 1998). Apenas 7,8% de espécies de répteis são encontradas no Brasil (Marques et al., 1998). Além de que, 62% das 550 espécies de répteis registrados são endêmicas (Dixon, 1979).

Os ambientes aquáticos, marinhos e continentais abrigam grande diversidade de peixes que representam um pouco mais da metade das espécies de vertebrados conhecidas do mundo, com 24.618 espécies, sendo que 9.966 espécies ocupam águas doces permanentemente (Nelson, 1994). Para Menezes (1996), o número de espécies de peixes da América do Sul ainda é desconhecido, sendo sua maior diversidade



centralizada na Amazônia tendo uma estimativa para a América do Sul em torno de 3.000. Mundialmente, a perda e destruição dos habitats, a caça predatória e as mudanças climáticas (já citadas acima) são as principais ameaças para a biodiversidade no planeta e contribuem para um declínio de 52% da biodiversidade, desde 1970, ou seja, o número populacional de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes reduziram-se a metade.

Cuidar das florestas seria um primeiro passo para frear a situação de perigo para a biodiversidade. Trumbore et al. (2015) relatam que a saúde da floresta integra medidas utilitárias e ecossistêmicas de condição e função da floresta. Embora as florestas nativas estejam adaptadas a algum nível de perturbação, todas elas agora enfrentam novos estresses sob a forma de mudanças climáticas, poluição do ar e pragas invasivas.

### • A temperatura e seus efeitos nas plantas •

A fragmentação de habitats na Amazônia promoverá extinção de espécies na região, podendo levar a uma irreparável perda da biodiversidade local (Gash; Nobre, 1997). O clima, como importante fator governante na distribuição sobre extensas áreas tem no calor e na umidade as variáveis climáticas importantíssimas para a reprodução, desenvolvimento e sobrevivência da maioria dos insetos (Lindsay; Bayoh, 2004). Cientistas britânicos e peruanos apontam que as mudanças climáticas estão levando árvores típicas da floresta Amazônica a subir as encostas dos Andes a uma taxa média de 25m por década. 37 das 115 espécies de vegetação amazônica identificadas na região estão subindo a uma taxa de 3,78m por ano, o que acarreta um aumento na taxa de deslocamento na faixa de, 51,2%, ou seja, a velocidade de migração da vegetação aumentou acima de 50% em um período de 4 anos.

### • Considerações Finais •

Se a biodiversidade está em declínio? Isto é certo, sendo que este declínio é maior nas regiões tropicais. A América Latina mostra um declínio bem dramático (redução de 83%). Além das principais causas deste declínio as alterações nos fatores climáticos são as próximas ameaças comuns aos habitats das espécies e é certeza que colocará mais pressão ainda sobre a biodiversidade em um futuro não tão distante.



O planeta pode ser comparado a um organismo vivo complexo. Cada espécie desenvolve seu papel importante para o funcionamento deste organismo. Se alguma espécie desaparecer, então “este organismo” mostrará tendência de não funcionar corretamente. A biodiversidade possui valores, tais como: econômicos, sociais, culturais, e científicos. Os ecossistemas contêm espécies de potencial uso medicinal (o veneno das cobras na produção de soro), alimentares (carne vermelha e branca) ou como fonte de matéria-prima (o couro, penas, etc.). Com tamanha importância, é preciso evitar a perda da biodiversidade. É primordial a intensificação e a instalação de programas de pesquisa na busca de um melhor aproveitamento e monitoramento da biodiversidade brasileira.

As ações mitigadoras devem direcionar-se a restaurar os ecossistemas danificados, para evitar a perda de habitats prioritários e a expansão, significativa, das áreas protegidas. Uma floresta sozinha demora a se regenerar, já que alteramos negativamente, porque não restauramos utilizando as tecnologias atuais. Florestas secundárias retiram muito mais CO<sub>2</sub> da atmosfera do que florestas primárias. E pela pergunta do porque preservar os Pandas? A resposta está nos resultados, quando da iniciativa desta proteção, melhora-se os habitats para outras espécies ameaçadas, como o mico leão-dourado e o faisão-dourado que são espécies endêmicas diretamente beneficiadas com planos de preservação ao urso.

## • Referências •

- ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: 1987.
- AZEVEDO-SANTOS, V. M. et al. **Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil**. *Biodivers Conserv*. DOI 10.1007/s10531017-1316-x, 2017.
- COLLIN, R. Ontogenetic changes in subtle skeletal asymmetries during development of the sand dollar *Dendraster excentricus*. **Evolution**, v.51, n.3, p. 999-1005, 1997.
- DIXON, J. R. **Origin and distribution of reptiles in lowland tropical rainforests of South America**. In: DUELLMAN, W. E. (ed.). **The South American herpetofauna: its origin, evolution and dispersal**. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, p.217-40, 1979.
- DOS SANTOS, F. S. A importância da Biodiversidade. **Revista Científica de Educação a Distância**. UNIMES-VIRTUAL. Ed. Especial. ISSN: 1982-6109, 2010.
- GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A. Climatic effects of Amazonian deforestation: Some results from Abracos. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.78, n.5, p.823-830, 1997.
- HADDAD, C. F. B. **Biodiversidade de anfíbios no estado de São Paulo**. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M. (orgs.). **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. v.6: Vertebrados. São Paulo: Fapesp, p.15-26, 1988.

- HUETE, A. Vegetation's responses to climate variability. **Nature, News & Views**, vol. 531, p.45-56. 2016.
- IPCC (2007a) **Summary for Policymakers In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IUCN, 2015. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015-4. <http://www.iucnredlist.org>.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade Brasileira: Síntese do Estado Atual do Conhecimento**. <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/estarte.doc> nov. 2000.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? **Conservation biology**, v.19, p.619-624, 2005.
- LINDSAY, S. W.; BAYON, M. N.: 2004. Mapping members of the *Anopheles gambiae* complex using climate data. **Physiological Entomology**, 29, p.204-209, 2004.
- MARQUES, O. A. V.; ABE, A. S.; MARTINS, M. Estudo diagnóstico da diversidade de répteis do estado de São Paulo. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M.; (orgs.). **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. v. 6: Vertebrados. São Paulo: Fapesp, p.27-38, 1998.
- MENEZES, N. A. **Methods for assessing freshwater fish diversity**. In: BICUDO, C. E. M.; MENEZES, N. A. (eds.). **Biodiversity in Brazil: a first approach**. Proceedings of the Workshop Methods for the Assessment of Biodiversity in Plants and Animals held at Campos do Jordão, SP, Brazil, p.289-96, 1996.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente):. 2014. Portaria nº 443 e 444, de 17 de dezembro de 2014. MMA, Brasília.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. s.l.: John Wiley & Sons, Inc., 600p., 1994.
- NOBRE, A.D. **O futuro climático da Amazônia**, Relatório de avaliação científica. ARA – Articulação Regional Amazônica, 2014.
- NEWBOLD, T.; HUDSON, L. N.; HILL, S. L. L. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, v. 520, 2015.
- SHAH, A. Loss of Biodiversity and Extinctions". **Global Issues**, v.3, n.1, p.34-45, 2013.
- TRUMBORE, S.; BRANDO, P.; HARTMANN, H. Forest health and global change. **Science**, v.349, n.6250, p.814-818, 2015.
- TURNER, I. M. **The ecology of trees in the tropical rain forest**. Cambridge University Press, Cambridge. 2001.
- VITULE, J. R. S.; AGOSTINHO, A. A.; AZEVEDO-SANTOS, V. M. We need better understanding about functional diversity and vulnerability of tropical freshwater fishes. **Biodiversity and Conservation**, v.26, p.757-762, 2016.
- WHITEMAN, J. P.; HARLOW, H. J. DURNER, G. M.; ANDERSON-SPRECHER, R.; ALBEKE, S. E. REGEHR, E. V.; AMSTRUP, S. C.; BEN-DAVID, M. Summer declines in activity and body temperature offer polar bears limited energy savings. **Science**, v.349, n.6245, p.295-298, 2015.
- WWF. **Relatório Planeta Vivo 2014**, Sumário Executivo.
- World Wildlife Foundation. **Living Planet Report 2016**. Risk and resilience in a new era. 2016.
- World Wildlife Foundation. **Amazon Rainforest, Amazon Plants, Amazon River Animals**, 2017.

# Políticas ambientais

Talita Cristina Moraes de Carvalho

O mundo enfrenta atualmente grandes dilemas ambientais referentes à conservação da biodiversidade e a utilização dos recursos naturais para o desenvolvimento econômico. O desmatamento provocado pelas inúmeras madeireiras e por empresários do ramo agropecuário presentes na Amazônia e no mundo, a liberação de dióxido de carbono pelos automóveis e pelas refinarias de petróleo, acentuando os sintomas do efeito estufa no planeta, são apenas alguns dos maiores problemas enfrentados para a conservação do meio ambiente.

O conceito de Mela (2001) relata que a política ambiental é um campo “constituído sobretudo pelo carácter de salvaguarda e de defesa da integridade dos elementos e das entidades (físicas ou culturais) que caracterizam um território”. Desta forma, governos, instituições privadas e até mesmo organizações da sociedade civil, elaboram ações ordenadas, planos, programas, projetos e metas, os quais constituem as Políticas Ambientais, que visam amenizar os impactos causados pela ação do homem sobre o meio ambiente e causar responsabilidade socioambiental. Um exemplo de Política Ambiental foi a criação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), criados pelo Protocolo de Kyoto em 1997 com o objetivo de reduzir as emissões de gases do efeito estufa.

A Política Ambiental tem impacto direto sobre a qualidade de vida das pessoas e torna-se de extrema importância na conjuntura política atual, onde há grande interesse em relações de comércio internacional. Um grande exemplo é o café. Segundo o site Senado Notícias, o Brasil é hoje o maior produtor e exportador de café do mundo, somando uma receita de mais de US\$5 bilhões nos anos 2015/2016, além de ser o maior exportador de carne bovina do mundo, apesar da suspensão das importações por parte dos Estados Unidos depois da operação Carne Fraca que descobriu um esquema de venda de certificados sanitários por parte dos fiscais do Ministério da Agricultura. Até então, já podemos identificar como um dos grandes problemas para a implementação de políticas ambientais, a corrupção.

As discussões acerca de diferentes Políticas Ambientais tem sido mais frequentes nos últimos anos (Almeida, 1997), e é a partir dos anos 70 que identificou-se o crescimento nos esforços do poder legislativo para a criação de normas e leis as quais serviriam de base para ações de benefício ao meio ambiente.

### • Evolução da política ambiental no mundo •

As questões ambientais começaram a ser debatidas com o surgimento da preocupação acerca da utilização de recursos naturais e os impactos causados neste processo. Uma das poucas medidas tomadas no século XIX a favor do conhecimento e preservação do meio ambiente foi a criação do Parque Nacional de Yellowstone em 1872, nos Estados Unidos, que foi considerado Reserva Mundial da Biosfera em 1976, e Patrimônio Mundial da UNESCO em 1978. O parque possui grande importância para a conservação da biodiversidade, pois possui várias espécies endêmicas, a maior variedade de megafauna dos EUA e um dos últimos ecossistemas naturais praticamente intactos na zona temperada do planeta.

Já no século XX, as manifestações de interesse em ações para a mitigação dos impactos causados pelo homem sobre o meio ambiente, se tornam mais frequentes a nível global. Em 1948, fundou-se a IUPN – União Internacional para a Proteção da Natureza, em uma conferência Internacional na França, mudando seu nome mais tarde para IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza com sede na Suíça. A IUCN é formada por governos e organizações da sociedade civil e tem como missão provocar e influenciar ações ecologicamente sustentáveis para garantir a conservação dos recursos naturais mundiais através da criação de áreas protegidas, por exemplo.

Outro grande marco na discussão sobre os impactos da ação do homem sobre o meio ambiente foi a publicação do livro ‘Primavera Silenciosa’ em 1962, de autoria da escritora e bióloga norte americana Rachel Carson. O livro conta, entre outras coisas, sobre a mortandade de aves pela contaminação dos agrotóxicos nos EUA, particularmente o DDT, e é considerado um dos livros mais influentes dos últimos 50 anos no mundo todo.

Ainda nos anos 60, mais precisamente em 1968, ocorreu a fundação do Clube de Roma, uma organização internacional formada por cientistas, economistas e outros setores sociais com o objetivo de promover e incentivar

ações e iniciativas em favor do entendimento da utilização dos recursos naturais como parte de um sistema econômico e político global. Como fruto desta organização, em 1972 o Clube de Roma produziu um importante documento chamado *The Limits to Growth* (*Os Limites do Crescimento*, em português), o qual foi grande alvo de discussões durante a Conferência de Estocolmo que aconteceu no mesmo ano da publicação do documento.

O documento defende que existe um limite de crescimento da população humana para a conservação dos recursos naturais analisando cinco variáveis: população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e esgotamento de recursos. Assim, *Os Limites do Crescimento* provocou reações variadas e recebeu muitas críticas. Segundo Solow (1974), o crescimento industrial dos países menos desenvolvidos estaria condicionado ao completo desenvolvimento de países desenvolvidos e, por isso, a desaceleração do crescimento não seria uma solução.

Enquanto isso, em Estocolmo discutiu-se sobre a importância da gestão ambiental para o ecodesenvolvimento mundial. A conferência, também conhecida como Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, foi um grande marco político internacional, voltando atenções do mundo todo para questões como o gerenciamento do meio ambiente e utilização dos recursos naturais.

Alguns anos mais tarde, em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento reafirmando a declaração adotada na Conferência de Estocolmo de 1972. O evento retrata o aumento da preocupação com o meio ambiente a nível mundial. Assim, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento elaborou 27 princípios direcionados à gestão dos recursos naturais para o desenvolvimento, ao estabelecimento de uma parceria global para que haja intercâmbio de conhecimento e maior participação de jovens, mulheres e indígenas no processo de desenvolvimento sustentável, além de estimular a criação de uma legislação ambiental eficaz respeitando as particularidades de cada Estado.

Um dos principais resultados da Rio 92 foi a criação da Agenda 21, que é definida pelo Ministério do Meio Ambiente como “um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”, ou seja, foi um grande passo naquele momento para iniciativas de impacto para a conservação da biodiversidade em prol do bem estar humano.

No Brasil, a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) foi um marco no estabelecimento de um compromisso de defesa dos recursos naturais e de estratégias com este objetivo. Disciplinada pela Lei nº 6.938/81, a PNMA reconhece os direitos e deveres de todos, inclusive do governo, em manter o meio ambiente equilibrado e protegido de ações danosas à sua manutenção para as gerações presente e futura.

### • Instrumentos da política ambiental •

O Brasil possui alguns instrumentos de Política Ambiental bem delimitados na PNMA. Existem quatro principais tipos de instrumentos de Política Ambiental no Brasil, embora haja também instrumentos os quais abrangem características de mais de um tipo. O primeiro instrumento é chamado regulatório ou de comando e controle.

Os instrumentos regulatórios ou de comando e controle são de caráter coercitivo e possuem restrições amparadas por legislações para a utilização de recursos naturais. Exemplos deste tipo de instrumentos são os padrões, as licenças e o zoneamento. Os padrões são estabelecimentos de medidas com valores limitados de impacto na natureza, por exemplo, padrões de emissão de gases de efeito estufa ou padrões de qualidade de processos e produtos. Quanto às licenças, como previsto na Política Nacional do Meio Ambiente, são ferramentas utilizadas pelos órgãos de controle ambiental, como o IBAMA, para permitir ou coibir possíveis ações de impacto na natureza. Por fim, o zoneamento estabelece as áreas onde são permitidas atividades econômicas e as áreas de proteção ambiental.

Além de prever questões sobre o licenciamento ambiental, a PNMA também inclui exemplos do segundo tipo de instrumento da Política Ambiental: os instrumentos econômicos. As leis sobre servidão ambiental e concessão florestal são exemplos de instrumentos econômicos, os quais buscam através de custos ou benefícios, ações convenientes ao meio ambiente. Alguns tipos de IEs são as taxas ambientais e os subsídios.

O terceiro tipo são os instrumentos voluntários e de cooperação, são citados alguns exemplos deste tipo de instrumento:

“... a auditoria ambiental voluntária; a autorregulação ambiental nas empresas por meio de sistemas de gestão ambiental (SGAs); os acordos de cooperação técnica entre instituições; os consórcios públicos; e os programas públicos de adesão voluntária. Além destes, existem os termos de ajustamento de conduta (TACs), que se constituem em acordos de

negociação direta entre o governo e agentes do setor privado, nos quais os agentes poluidores são convencidos a adequar sua conduta para evitar a necessidade de aplicação de sanções”.

A quarta e última categoria são os instrumentos de informação. Extremamente importantes para a mudança de comportamentos prejudiciais à natureza, os instrumentos de informação abrangem ações de orientação de agentes públicos e privados para o despertar de valores que beneficiem a conservação do meio ambiente. O Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), também previsto na PNMA (inciso VII do artigo 9º da Lei nº 6.938/81) é um exemplo de instrumento de informação, o qual possui como objetivo a integração e compartilhamento de informações entre os mais variados sistemas que já existem.

É importante ressaltar a necessidade de aliar os interesses tanto de conservação do meio ambiente quanto dos agentes de transformação do mesmo. Assim, é possível despertar maior compromisso e engajamento de ambas as partes envolvidas em estratégias de políticas ambientais. Importante salientar também que todos os instrumentos citados apresentam vantagens e desvantagens, devendo-se adapta-los às situações que se pretende resolver.

Além destes, a legislação brasileira apresenta vários outros instrumentos voltados para a proteção do meio ambiente. Além da PNMA, tem-se a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei nº 12.187/2009); a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305/2010); o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012); e a recente Lei Complementar (LC) nº 140/2011, que dispõe sobre a cooperação entre os entes federativos na proteção do meio ambiente.

### • As dificuldades de implantação das políticas ambientais •

A implantação de políticas ambientais no Brasil mostra-se bastante desafiadora no contexto político atual. A crise econômica que abala o país desde 2014 até a atualidade tornou os recursos financeiros destinados aos ministérios escassos, e no caso do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, como ficou conhecido depois da união de dois ministérios), não foi diferente.

Com a crise econômica do país, as verbas destinadas ao Ministério do Meio Ambiente vem sofrendo uma queda livre desde então, chegando a um



corte de verbas de 43% no ano de 2017, o que representa meros 0,09% do orçamento total da União. Esta porcentagem representa uma diminuição direta dos recursos necessários para ações de proteção ao meio ambiente e implantação de políticas públicas ambientais.

Infelizmente, os representantes do governo ainda não veem como investimentos as verbas destinadas à proteção do meio ambiente, que são ínfimas diante da importância que os recursos naturais tem para o futuro do país. Esta falta de interesse por parte da grande maioria dos políticos afeta também a imagem do país em um contexto internacional, perdendo investimentos e agravando cada vez mais a situação econômica do país.

Segundo o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o desmatamento na Amazônia cresceu 29% no período de um ano (2015-2016). Todavia, os esforços para reverter este problema, parecem ser cada vez menores por parte dos governantes visto que, aliada aos problemas está uma crise política que veio acompanhada da crise econômica.

Assim, como já dito anteriormente, a corrupção política é um dos grandes entraves no avanço de políticas ambientais no país. Diante de tantos desvios de verbas públicas, o déficit econômico só cresce e o governo cada vez mais aumenta os impostos, redistribui e corta verbas principalmente em pastas como a do Ministério do Meio Ambiente.

Ainda como reflexo deste grande problema político e econômico, identifica-se como um inconveniente ao avanço da educação ambiental, a precariedade da educação no Brasil. Programas integrados de educação ambiental, assim como a educação política nas escolas, são grandes ferramentas para o estabelecimento de políticas ambientais efetivas e de longo prazo. O cidadão informado e conhecedor de seus direitos e deveres, é um potencial fiscalizador de ações danosas à natureza.

Diante da deficiência de recursos destinados à defesa do meio ambiente, esta fiscalização se torna insuficiente. Os órgãos fiscalizadores como o IBAMA e ICMBio sofrem com a falta de recursos humanos para o desempenho de atividades de monitoramento e fiscalização no intuito de coibir ações danosas à natureza, levando-se em consideração as dimensões continentais do país. Além dos problemas de fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, há também falta de equipamentos adequados e de pessoas atuando dentro de sua área de formação (Barros et al., 2012).



Ainda mais, os próprios instrumentos da Política Ambiental previstos na PNMA se tornam ineficientes diante da falta de incentivos. Segundo Braga (2010) existem duas grandes deficiências na estrutura que formula e aplica as normas ambientais do país: “o grande número de instâncias decisórias com o potencial para a edição de normas ambientais (descentralização de poderes) e a baixa qualidade das regras que disciplinam o processo administrativo de produção normativa no CONAMA (Barros et al., 2012)”.

Percebe-se ainda a morosidade dos processos por conta do excesso de burocracias, o que impacta diretamente em outros instrumentos como as análises de licenças e estabelecimento de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

### • Considerações Finais •

O Brasil é um país extremamente rico em sua biodiversidade com mosaicos de paisagens, fauna e flora diversas. A sobrevivência da espécie humana depende destas interações que nos permitem usufruir de seus recursos. Por isso, as Políticas Ambientais devem adquirir maior importância em discussões e decisões tanto dos governantes quanto da população em geral.

Além disso, deve-se trabalhar com maior ênfase a Educação Ambiental nas escolas como método que conscientiza a população para mostrar a importância da conservação do meio ambiente e assim, ver a diminuição dos esforços em instrumentos de comando e controle. Muitas tragédias poderiam ter sido evitadas se a população tivesse as informações necessárias para saber que pode interferir em muitos processos e que possui um papel também de fiscalizador.

Portanto, ainda é necessário avançarmos na efetivação das Políticas Ambientais visto que a PNMA prevê uma descentralização de poderes que pode ser a causa da ineficiência das ações em alguns estados ou municípios com menor capital social.

### • Referências •

AGENDA 21. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 13 jul., 2017.

ALMEIDA, L. T. de. O debate internacional sobre instrumentos de Política ambiental e questões para o Brasil. **EcoEco**, Brasília. 1997. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br>>. Acesso em: 29 jul., 2017.

- AUBREY L. HAINES. **The Yellowstone Story - A History of our First National Park**. University Press of Colorado, Niwot, 1996.
- BRAGA, A. de C. O. P. **Normas abertas e regras no licenciamento ambiental**. Dissertação (mestrado). Escola de Direito de São Paulo, 2010.
- BRAGANÇA, D. Governo corta 43% do orçamento do Ministério do Meio Ambiente. **O Eco**, 04 abr. 2017. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/reportagens/governocorta-43-do-orcamento-do-ministerio-do-meio-ambiente/>>. Acesso em 27 de julho de 2017.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2017.
- CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S.;
- GUERRA, A. J. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 29 nov. 2016. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4344](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4344)>. Acesso em: 28 jul., 2017.
- IUCN. **International Union for Conservation of Nature**. Disponível em: <<https://www.iucn.org/about>>. Acesso em: 11 jul., 2017.
- JOYNER, C. C.; JOYNER, N. D. Global eco-management and international organizations: the Stockholm Conference and problems of cooperation. **Natural Resources Journal**, v.14, p.533-547, 1974.
- MEADOWS, D. et al. **The limits of growth** - Universe Books. Nova York, 1972.
- MELA, A. As políticas ambientais. In: MELA, A. (org.). **A Sociologia do ambiente**. 1 Edição. Lisboa: Estampa, p. 187- 214, 2001.
- MOTA, J. A. et al. Trajetória da Governança Ambiental. **Boletim Regional e Urbano**, v.1, n.1, p.21-34, 2008.
- SALLUM, A. A primavera silenciosa de Rachel Carson. **Revista Ecológico**. Belo Horizonte, 14 fev. 2012. Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=42&secao=536&mat=565>>. Acesso em: 12 jul., 2017.
- SENADO. Projeto institui política para a produção de café superior. **Senado Notícias**. Brasília, 10 jul. 2017. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/07/10/projeto-institui-politicapara-a-producao-de-cafe-superior>>. Acesso em: 10 jul., 2017.
- SINIMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistemanacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima>>. Acesso em: 18 jul., 2017.
- SOLOW, R. M. **Intergenerational equity and exhaustible resources: review of economic studies**. In: The Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, p. 29-45, 1974.
- UOL. EUA suspendem importação de carne bovina fresca do Brasil. **Uol Economia**. São Paulo, 22 jun. 2017. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2017/06/22/eua-suspendemimportacao-de-carne-de-boi-fresca-do-brasil.htm>>. Acesso em: 11 jul., 2017.
- YELLOWSTONE NATIONAL PARK. Research. **National Park Service**. Wyoming. 2 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.nps.gov/yell/learn/nature/research.htm>>. Acesso em: 11 jul., 2017.

# Planejamento para conservação

Ewertton Souza Gadelha

O planejamento para conservação tem como objetivo delimitar áreas para conservação, levando em consideração o grau de impacto que este esteja sofrendo por ações humanas ou por seu valor econômico. A discussão sobre a melhor forma de efetuar esse planejamento é crescente entre os pesquisadores de biodiversidade, uma vez que o planeta passa por uma crise de perda de diversidade, entrando em uma sexta onda de extinções em massa mundial (Pimm et al., 1995). Portanto, é necessário um conjunto de ações para evitar o colapso nos ecossistemas, Loreau (2010) discorre que a preservação dos ambientes naturais é essencial para o bom funcionamento dos processos ecológicos e, conseqüentemente, para a manutenção de serviços ecossistêmicos. No entanto, a prática de planejamento de conservação geralmente não é sistematizada e novas reservas foram frequentemente localizadas em locais que não contribuem para a representação da biodiversidade.

Para Oliveira e Didier (2015) o aumento do sucesso/eficácia em ações de conservação, só será possível através das seguintes ações: 1) Planejar melhor os projetos de conservação, especialmente ao (a) identificar alvos de biodiversidade (como espécies e ecossistemas) em que serão focados os esforços de planejamento e monitoramento; (b) descrever objetivos finais claros e mensuráveis para estes alvos, para serem avaliados, quanto ao sucesso das ações; (c) explorar os mecanismos reais ou potenciais (imediatos e finais) que poderão impedir que os objetivos sejam alcançados; (d) priorizar as estratégias de conservação ou manejo com melhor chance de ser efetiva ou que dará o melhor retorno pelo investimento empregado; (e) indicar claramente as mudanças desejadas (tanto imediatas quanto finais) com estratégias e mecanismos de como as atividades irão gerar tais mudanças (teoria da mudança); 2) Medir os efeitos das estratégias e se estão atingindo os objetivos finais (monitoramento); 3) Avaliar e adaptar os projetos baseado em medidas de efetividade (avaliação); 4) Usar o planejamento definido, que evidencia

a relação positiva entre custo-efetividade das estratégias, para angariar mais recursos para os projetos.

Por tanto o sucesso na conservação da biodiversidade, só será efetiva através do planejamento sistêmico, onde se poderá priorizar aonde será alocado os esforços e recursos sobre as espécies, ecossistemas e as ameaças que mais precisam de atenção, e sobre as estratégias que têm a maior probabilidade de sucesso (Margules; Pressey, 2000).

### • O que é planejamento sistemático? •

O planejamento sistemático da conservação (PSC) utiliza métodos simples e explícitos para localizar e delimitar novas reservas de modo a complementar o sistema já existente para o cumprimento de metas para conservação de alvos específicos (Margules; Pressey, 2000; WWF, 2017).

O PSC auxilia na elaboração de cenários de conservação que contemplem a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas, a persistência de espécies, de processos ecológicos e de paisagens, aproveitando as oportunidades de conservação e minimizando custos. Atualmente, as áreas protegidas são planejadas principalmente para os habitats terrestres, deixando de promover a conectividade para organismos aquáticos e comprometendo a proteção da interface entre os dois ambientes. Isso reforça a importância de estudos integrados, que considerem a conectividade dos ambientes ao longo dos rios e a manutenção dos regimes naturais de vazão (WWF, 2017).

O planejamento sistemático de conservação tem vários aspectos e características distintivas. Primeiro, é baseado em metas explícitas, de preferência traduzidas em metas quantitativas e operacionais. Em segundo lugar, reconhece até que ponto os objetivos de conservação foram atendidas em reservas existentes. Em terceiro lugar, ele usa métodos simples, explícitos para localizar e projetar novas reservas para complementar as existentes na consecução de metas. Em quarto lugar, aplica critérios explícitos para implementar a conservação no ambiente, especialmente no que se refere ao agendamento de gestão de proteção quando nem todas as áreas podem ser protegidas de uma vez. Quinto, finalmente, adota objetivos e mecanismos explícitos para manter as condições dentro das reservas que são necessárias para promover a persistência de características naturais, juntamente com monitoramento e gerenciamento adaptativo (Holling, 1978).

A eficácia do planejamento sistemático da conservação vem da sua eficiência na utilização de recursos limitados para alcançar objetivos de conservação, sua defesa e flexibilidade face aos usos concorrentes da terra e sua responsabilidade, permitindo que as decisões sejam revisadas criticamente (Margules; Pressey, 2000).

Os principais dados de entrada podem ser divididos em duas categorias, alvos de conservação e unidades de planejamento:

#### a) Alvos de conservação

Oliveira e Didier (2016) definem alvos ou objetos de conservação como atributos de interesse para a conservação que ocorrem na região. Como características necessárias, os alvos devem ser bons indicadores da biodiversidade como um todo e devem ser mapeáveis em escala compatível com o estudo. Os alvos de conservação podem ser espécies, habitats, ecossistemas ou quaisquer outros atributos que representem a distribuição da biodiversidade na área de estudo. Uma premissa importante da análise é que os alvos de conservação e demais atributos escolhidos como alvos sejam bons indicadores da biodiversidade como um todo. Essa premissa é aceitável uma vez que muitas espécies pertencentes aos mais diferentes grupos taxonômicos respondem de forma semelhante às variações no ambiente (Rodrigues; Brooks, 2007). Desta forma, espera-se que um conjunto heterogêneo de alvos bem conhecidos do ponto de vista de sua distribuição geográfica e história natural represente a biodiversidade como um todo (WWF, 2017; Margules; Pressey, 2000).

#### b) Unidades de Planejamento

World Wide Fund for Nature define unidades de planejamento (UP) como subdivisões do território de estudo capazes de resumir e captar as variações ambientais em escala adequada. Sabe-se que a conservação possui custos de implementação que variam ao longo do espaço de forma positiva ou negativa. Considerando que o planejamento sistemático da conservação busca alcançar o melhor custo/benefício, as áreas com alguma característica desejável que tenham menor custo são priorizadas pelo sistema em detrimento daquela com maior custo de conservação.

### • Princípios do Planejamento da Conservação •

Para Scaramuzza et al. (2008) são princípios do PSC:

- I) representatividade – representação abrangente da biodiversidade;
- II) funcionalidade – promoção da persistência dos objetos de conservação a longo prazo, mantendo sua viabilidade e integridade ecológica; eficiência – máxima proteção da biodiversidade com um sistema de unidades de conservação com o menor número de unidades possível e com uma boa relação custo/proteção;
- III) complementaridade – incorporação de novas áreas ao sistema já existente de modo a otimizar a proteção dos objetos de conservação;
- IV) flexibilidade – formulação de cenários com alternativas em termos de áreas prioritárias para proteção dos objetos de conservação selecionados;
- V) insubstituibilidade – identificação de áreas indispensáveis para atingir as metas de conservação para os objetos de conservação, considerando suas contribuições potenciais para a representatividade pretendida e o efeito de sua indisponibilidade sobre as outras opções para atingir as metas de conservação;
- VI) vulnerabilidade – priorização das ações de conservação de biodiversidade de acordo com a probabilidade ou iminência de erradicação dos objetos de conservação;
- VII) defensibilidade - adoção de métodos simples, objetivos e explícitos para seleção das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, necessárias para complementar as UC existentes e atingir as metas definidas para os objetos de conservação.

### • Etapas para Elaboração de um Planejamento Sistemático de Conservação •

As etapas de planejamento que se seguem são descritas por Margules e Pressey (2000) e revisadas por Albernaz e Souza (2007).

#### **ETAPA 1. Levantamento de Informações de diversidade**

Segundo Albernaz e Souza (2007) o levantamento das informações é uma etapa fundamental do planejamento, pois na maior parte do mundo, os dados de ocorrência de espécies são escassos e mal distribuídos. Assim, embora espécies endêmicas e raras sejam de alto interesse para a conservação, este tipo de informação é raramente

disponível. Uma alternativa encontrada foi a utilização de mapas de condicionantes ambientais tais como solos, relevo e pluviosidade na previsão de distribuição da espécie. Margules e Redhead (1995) apontam que a principal dificuldade com estas opções é selecionar quais informações são realmente relevantes para a distribuição da diversidade em uma dada região, e qual a escala espacial é adequada para representar os padrões existentes. Dessa forma, esta etapa envolve levantamento das informações disponíveis e a seleção daquelas que têm relevância para a distribuição das espécies na área de interesse e que, por isso, deverão ser utilizadas nas demais etapas do processo (Albernaz; Souza, 2007).

### **ETAPA 2. Estabelecimento de metas para a região**

Segundo Albernaz e Souza (2007) as metas dizem respeito à quantificação de ambientes (e espécies, em alguns casos) que se pretende conservar, sendo considerada pelos autores, a etapa mais difícil e para a qual se tem menos parâmetros. A proporção de área necessária pode variar entre regiões, dependendo do número de espécies incluídas entre os alvos, do nível de endemismo das espécies, ou do grau e do tipo de ameaças a que a área de interesse está sujeita (Albernaz; Souza, 2007).

### **ETAPA 3. Análise de representatividade e seleção de novas áreas**

A análise de representatividade e a seleção de novas áreas dependem diretamente das informações selecionadas e das metas estabelecidas. Estas etapas têm sido realizadas dentro dos programas computacionais de apoio. A análise de representatividade é também conhecida como análise de lacunas e, por meio da qual, busca-se avaliar quais metas definidas já estão contempladas no sistema de unidades de conservação existente. Os elementos já incluídos em áreas protegidas são excluídos das metas e recalculada a probabilidade de novas áreas de conservação (Albernaz; Souza, 2007).

### **ETAPA 4. Gestão e monitoramento de reservas**

O gerenciamento de reservas deve garantir que seus valores naturais sejam mantidos em face de dinâmicas naturais internas, distúrbios externos e uma variedade de usos humanos. Na prática, o gerenciamento de muitas reservas possui recursos inadequados, não planejados e muitas vezes ameaçados por uso ilegal de atividades básicas e de subsistência humana ou comercial (Stolton; Dudley, 1999).

O gerenciamento requer informações sobre a biodiversidade de cada reserva, o conhecimento dos processos que sustentam as funções ecológicas e a compreensão das respostas dos principais elementos da biodiversidade aos processos naturais e aos distúrbios antropogênicos. O gerenciamento deve basear-se em objetivos explícitos, de preferência reconhecendo a contribuição dos valores naturais particulares de cada reserva para o sistema regional (Caughley; Sinclair, 1994). Uma síntese das etapas para formulação do PSC são visualizadas na Figura 1.

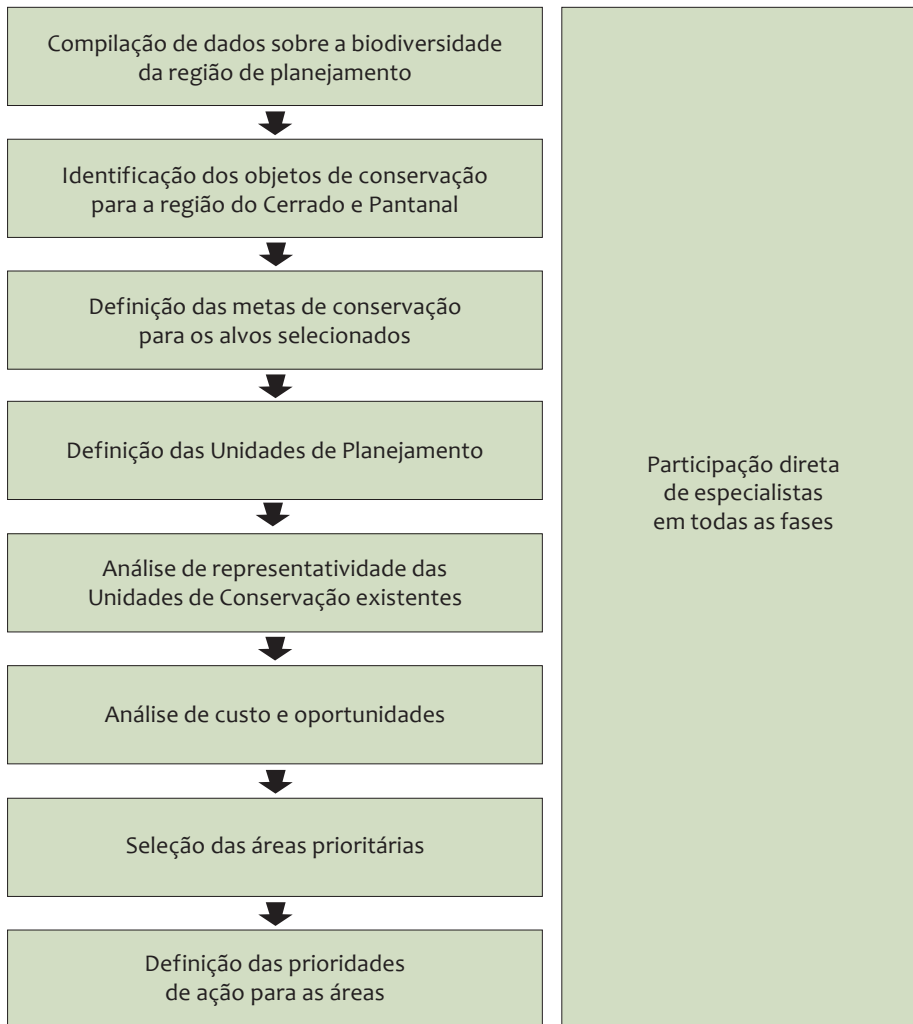


Figura 1. Etapas para implementação do planejamento sistemático para conservação. Fonte: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/lep/textos/psc](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/lep/textos/psc).



## • Relato de Caso – Planejamento Sistemático para Conservação Bioma Mata Atlântica •

Atualmente a cobertura vegetal nativa da Mata Atlântica está reduzida a aproximadamente 27% de sua área original, incluindo os remanescentes de vegetação de campos naturais, restingas e manguezais. Cerca de 7% são remanescentes florestais bem conservados, o restante é vegetação em estágio inicial e médio de regeneração. Em 2006, o Ministério do Meio Ambiente iniciou um planejamento sistemático para este bioma, tendo como os Alvos: Mamíferos e Aves; Invertebrados, Anfíbios e Répteis; e Unidades Fitogeográficas (UFGs), Áreas de Beleza Cênica e Habitats Únicos, sendo as espécies classificadas de acordo com a “Lista Nacional da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção”; Espécies citadas na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas; Algumas espécies citadas em listas de fauna ameaçadas estaduais; Espécies endêmicas da Mata Atlântica. Tendo como objetivos: 1. Formular a lista de alvos que subsidiariam a elaboração do Mapa de Importância Biológica; 2. Indicar as possíveis Bases; 3. Definir as metas de conservação para cada alvo listado.

Em relação às metas de conservação, para espécies, as metas foram definidas em porcentagem da área de remanescentes de vegetação dentro da distribuição de cada uma delas, recebendo as seguintes metas: Criticamente em Perigo: 100%; Em Perigo: 75%; Vulneráveis: 50%; Endêmicas: 50%. As Unidades Fitogeográficas tiveram metas de conservação padrão de 35% das áreas de remanescentes de vegetação para cada unidade. Para a elaboração do mapa de importância biológica da Mata Atlântica, utilizou-se duas ferramentas de auxílio à tomada de decisão, o CPlan e o MARXAN.

O resultado final da atualização das áreas prioritárias do Bioma Mata Atlântica indicou 880 áreas distribuídas em 428.409 km<sup>2</sup>. Desse total, 522 são áreas novas e 358 são áreas sob algum tipo de proteção. Em relação à extensão territorial do Bioma Mata Atlântica, segundo o mapa de cobertura vegetal dos biomas brasileiros, existiria cerca de 1.129.760 km<sup>2</sup> desse bioma, dos quais apenas 37,9% são ocupadas pelas áreas prioritárias: sendo 30,6% de áreas novas e, somente 7,3% por áreas que de alguma forma estão protegidas - UCs ou TIs.

Em relação ao grau de importância biológica, a maioria das áreas novas (43,8%) foi classificada como extremamente alta, sendo 36,3% consideradas muito alta e somente 13,9% de alta importância. Nas áreas protegidas, houve uma distribuição diferente entre as categorias de importância biológica,

uma vez que 79,4% das áreas foram consideradas de importância biológica extremamente alta, 10,5% muito alta e, 8,5% alta.

O resultado da análise da distribuição da principal ação prioritária das áreas da Mata Atlântica foi a resposta clara e direta aos principais problemas do Bioma: a fragmentação de habitats e a perda de biodiversidade. A formação de mosaico ou corredor ecológico, seguida da criação de UC – para recuperação de áreas degradadas e/ou populações de espécies ameaçadas, de proteção integral e de uso sustentável são, segundo as recomendações da sociedade, as principais ferramentas para reverter esse quadro de destruição e ameaças.

Examinando todas as ações prioritárias, os especialistas chegaram à conclusão que há uma preocupação da sociedade com a fragmentação de habitats e a perda de área florestada e diversidade biológica, uma vez que as principais indicações foram a recuperação de área degradada, fiscalização e fomento às atividades econômicas sustentáveis.

### • Considerações Finais •

O crescimento exponencial da população humana no planeta aumenta a demanda por recursos naturais, o que intensifica a exploração e abertura de áreas florestadas para novas moradias. Como consequência, as ameaças a biodiversidade também cresceram, portanto, viu-se a necessidade emergente de planejar melhor o que deve ser conservado, como deve ser conservado e que áreas devem ser prioritárias.

O planejamento sistemático mostra-se competente em gerar respostas claras em cima dos alvos e objetivos propostos, sendo, maior a sua eficiência por levar em consideração a opinião da sociedade, da comunidade científica e de políticos, para que juntos sintetizem força para alcançar as metas e objetivos propostos dentro do planejamento. Deste modo, o PSC é uma poderosa ferramenta para conservação, que deve ser difundida entre os atores interessados na conservação da biodiversidade, no entanto, o PSC só será efetivo, se todas as etapas e princípios forem cumpridos.

### • Referências •

ALBERNAZ, A. L. K. M.; SOUZA, M. A. de. Planejamento sistemático para a conservação na Amazônia brasileira – uma avaliação preliminar das áreas prioritárias de Macapá-99. **Megadiversidade**, v.3, n.1-2, p. 88-101, 2007.

CAUGHLEY, G.; SINCLAIR, A. R. E. **Wildlife Management and Ecology**. Cambridge: Blackwell Science, 1994.

HOLLING, C. S. **Adaptive Environmental Assessment and Management**. Toronto: International Institute for Applied Systems Analysis, and Wiley, 1978.

LOREAU, M. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.365, p.49-60, 2010.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, p. 243-253, 2000.

MARGULES, C. R.; REDHEAD, T. D. **Guidelines for using the BioRap Methodology Tools**. CSIRO, 1995.

OLIVEIRA, L. C.; DIDIER, K. O que Precisamos saber para o Sucesso de um bom Monitoramento? Dicas Baseadas nos Padrões Abertos de Conservação. **Biodiversidade Brasileira**, v.6, n.1, p. 48-60, 2016.

PIMM, S. L.; RUSSELL, G. J.; GITTLEMAN, J. L.; BROOKS, T. M. The future of Biodiversity. **Science**, v. 269, p. 347-350, 1995.

RODRIGUES, A. S. L.; BROOKS, T. M. Shortcuts for Biodiversity Conservation Planning: The Effectiveness of Surrogates. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.38, p.713-737, 2007.

SCARAMUZZA, C. A. M.; MACHADO, R. B.; RODRIGUES, S. T.; RAMOS NETO, M. B.; PINAGÉ, E. R.; DINIZ FILHO, J. A. F. **Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás**. In: FERREIRA, L.G. (org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado**. Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 2008, 13-66 p.

STOLTON, S.; DUDLEY, N. A preliminary survey of management status and threats in forest protected areas. **Parks**, v.9, p.27-33, 1999.

WWF. World Wide Fund for Nature. **Planejamento Sistemático**. 2017. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/lep/textos/psc/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/lep/textos/psc/)> Acessado em: 02 de agosto de 2017.

# Legislação ambiental:

## uma breve abordagem sobre unidades de conservação (UC) e os desafios das reservas extrativistas

Cláudio de Jesus Silva Júnior

Medidas para a conservação, seja de recursos naturais ou proteção da biodiversidade, vem sendo determinadas desde o Brasil-colônia na época das ordenações, período no qual se aplicava o sistema jurídico português, apesar do viés econômico e utilitarista, como as ordenações afonsinas no qual era considerado injúria ao rei o corte de árvores que proovessem frutos e ordenações manuelinas em que se exigia licença para uso do fogo e proibição da caça com métodos de captura que fosse considerado tortura à alguns animais (Araujo, 2010).

Segundo Araújo (2010) a partir do século VII a política ambiental acerca da proteção de recursos e biodiversidade foram refinando-se à medida que se obtinha ciência do impacto ambiental e perda de espécies de valor econômico. Mas é precisamente a partir de 1981 com a Política Nacional do Meio Ambiente-PNMA (Lei nº 6.938) que o Estado começa a ter uma arquitetura legislativa sólida, definindo conceitos, princípios, objetivos e afins para estabelecer normas de gestão e proteção dos recursos do meio ambiente (Barros et al., 2012). Apesar de sua grande importância, clareza e objetividade, o PNMA ainda carece de melhorias principalmente no que concerne aos instrumentos de política ambiental. Posteriormente, na Constituição de 1988, no artigo 225, a legislação brasileira consolida o termo Meio Ambiente como um direito essencial à qualidade da vida social, sendo a primeira a abordar o tema de maneira direta sendo mencionado apenas de forma indireta em normas inferiores.

O objetivo do PNMA segundo o artigo 2:

“ [...] **Art. 2º** A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana [...]”

Tal objetivo é atendido por uma série de princípios que são em sua essência o uso sustentável de recursos naturais e a conservação do meio ambiente<sup>1</sup>, apesar de que na época em que foi criada a lei ainda não se falava muito sobre sustentabilidade, contando também com medidas como a educação ambiental.

Mas o que é a legislação ambiental brasileira? É um conjunto de normas e leis que visam disciplinar a atividade humana sobre os recursos naturais, regulamentando o uso e definindo mecanismos de proteção para os vários componentes do meio ambiente. Por exemplo, a Lei nº 7.643/ que proíbe a pesca de cetáceos em águas jurisdicionais brasileiras (Brasil, 1987) e a Lei nº 5.197/67 que conforme o artigo 1:

“[...] **Art. 1** Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha. [...]” (BRASIL, 2002)

Portanto, todos os cidadãos possuem direitos, bem como cita o artigo 225 da constituição brasileira que “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida [...]” (Brasil, 1988) e deveres a serem cumpridos no que diz respeito a conservação. Atividades e condutas que lesam o meio ambiente como, por exemplo, crimes contra a fauna, flora, poluição e outros crimes ambientais são punidas conforme a Lei nº 9.605 que dispõe sanções penais e administrativas (Brasil, 1998).

## • Sistema Nacional de Unidades de Conservação a (Lei nº 9.985/00) - SNUC •

É através do SNUC que critérios e normas para a elaboração e criação de unidades de conservação bem como sua implementação e gestão nas esferas federais, estaduais e municipais. De acordo com a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, unidade de conservação é definida como:

---

<sup>1</sup> Meio ambiente é aqui definido de acordo com o artigo 3º da PNMA (Lei nº 6.938/81): “1 – meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

“[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção [...]” (Brasil, 2000)

É o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, por intermédio das unidades de conservação, que regulamenta e assegura a conservação *in situ* da diversidade de espécie e uso sustentável de recursos naturais protegendo ainda os modos de vida tradicionais de uma determinada população (Lobato et al., 2014). Foi a partir de sua criação que foi possível obter novas perspectivas acerca do uso de áreas protegidas sem a separação ou exclusão de povos tradicionais de suas terras (Falcão, 2013).

As unidades de conservação são classificadas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral que objetivam a preservação a natureza admitindo somente o uso indireto dos recursos naturais, salvo algumas exceções, e as Unidades de Uso Sustentável que objetivam o uso sustentável de parte dos recursos compatibilizando com a conservação da natureza (Brasil, 2000). As uc's são subdivididas em 12 categorias conforme a Tabela 1.

As unidades de conservação são geridas pelos órgãos: consultivo ou deliberativo constituído pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Central constituído pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente) e Executor constituído pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) porém, a partir da criação da Lei nº 11.516/07 a instituição responsável a executar ações da política nacional de unidades de conservação é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Uma área protegida, independente do seu plano de manejo e do órgão gestor, gera inúmeros benefícios que facilitam e asseguram com eficiência o cumprimento do objetivo da Uc de assegurar os recursos naturais (Rocha et al., 2016).

As Resex são unidades de uso sustentável que além de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais ainda visam manter a cultura das comunidades tradicionais as quais se fundamentam no extrativismo de fauna e/ou flora, podendo contar com a agricultura e com a criação de animais de pequeno porte (Florentino et al., 2016). As Resex na costa brasileira é considera um grande avanço na conservação da diversidade biológica, só no Pará existem 9 Reservas Extrativistas Marinhas ao longo da costa sendo a RESEX de Soure foi a primeira a ser criada (Oliveira, 2012).

Tabela 1. Categorias de unidades de conservação segundo o SNUC.

Tipo/Categoria	Objetivo	Número total de ucs*	Área (Km)*
<b>Unidades de Proteção Integral</b>			
Estação Ecológica	Preservar a natureza e promover pesquisas científicas, é de posse de domínio público e de acesso restrito exceto quando houver objetivo educacional (Brasil, 2000).	96	122.336
Reserva Biológica	Proteger integralmente a biota e seus demais componentes sem interferência humana direta ou modificações ambientais exceto para recuperação do ecossistema e ações de manejo necessários para a manutenção da biodiversidade, do equilíbrio e dos processos ecológicos naturais (Brasil, 2000).	62	56.126
Parque Nacional	Proteger ecossistemas de grande importância ecológica e beleza cênica, possibilitando atividade de pesquisas científicas, educação e interpretação ambiental, de recreação com o contato com a natureza e turismo ecológico (Brasil, 2000).	399	361.795
Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares e de grande beleza cênica (Brasil, 2000, Art.12).	44	1.481
RVS	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência e reprodução de espécies ou comunidades da fauna e da flora residentes ou migratórias (Brasil, 2000, Art. 13).	49	56.126
<b>Unidades de Uso Sustentável</b>			
APA	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação assegurando o uso dos recursos naturais de forma sustentável (Brasil, 2000, Art. 15)	305	469.506
ARIE	Manter os ecossistemas naturais de importância regional e local e regular o uso dessas áreas de modo que estes sejam compatíveis com os objetivos da conservação da natureza (Brasil, 2000, Art.16)	50	1.020



Tabela 1 (cont.). Categorias de unidades de conservação segundo o SNUC.

Tipo/Categoria	Objetivo	Número total de ucs*	Área (Km)*
<b>Unidades de Uso Sustentável</b>			
Flona	Objetiva o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para a exploração sustentável de florestas nativas (Brasil, 2000, Art. 17)	106	306.634
Resex	Proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (Brasil, 2000, Art. 18)	90	144.591
Reserva de Fauna	Áreas adequadas para o estudo técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos (Brasil, 2000, Art. 19)	0	0
RDS	Área que abriga populações tradicionais cuja a existência é baseada em sistemas de exploração dos recursos naturais de maneira sustentável [...] desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção a diversidade biológica (Brasil, 2000, Art. 20)	37	112.147
RPPN	Propriedade privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica (Brasil, 2000, Art.21)	833	5.588
<b>Total</b>		<b>2071</b>	<b>1.637.350</b>

**RVS**= Refúgio de Vida Silvestre, **APA**= Área de Proteção Ambiental, **ARIE**= Área Relevante de Interesse Ecológico, **Flona**= Floresta Nacional, **RESEX**= Reserva Extrativista, **RDS**= Reserva de Desenvolvimento Sustentável, **RPPN**= Reserva Particular do Patrimônio Natural. \*Fonte: CNUC/MMA - [www.mma.gov.br/cadastro\\_uc](http://www.mma.gov.br/cadastro_uc). Dados atualizados em 07/02/2017.

Entretanto, apesar dos instrumentos jurídicos que dispõe toda legislação ambiental brasileira acerca do tema tais como, a Lei nº 7.804/1989, o Decreto nº 98.987/1990 e entre outros, o discurso de unidades de uso sustentável perde a credibilidade uma vez que a pobreza econômica, a exclusão social e a degradação ambiental se tornam preponderantes (Hall, 1991). A economia extrativista não acompanha a lógica capitalista, de forma que essa se contrapõe aos conceitos de desenvolvimento sustentável.

Mesmo o SNUC alicerçando o compromisso de equilibrar as perdas ecossistêmicas com o extrativismo de baixa tecnologia e a política nacional de desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais (Decreto nº 6.040/2007) colaborando com a proteção jurídica, o desenvolvimento cultural, social, econômico e ambiental, as Resex vivenciam o acúmulo de desmatamento e baixa produção extrativista (Florentino et al., 2016).

A agricultura e a pecuária são os principais vilões dos ecossistemas dentro das reservas extrativistas. Segundo Maciel et al. (2010), as famílias extrativistas estão encontrando imensa dificuldade para se manter economicamente o que conseqüentemente os tem levado a diversificar suas produções no caminho de atividades predatórias. A título de exemplo, Lobato et al. (2014) cita alterações nos ecossistemas da Resex Marinha de Soure devido à extração da madeira para produção de carvão e construção de currais, em virtude disso a vegetação encontra-se em estado de conservação ameaçado.

Para Freitas et al. (2017), em função dos baixos preços dos produtos oriundos do extrativismo, a confiança econômica na pecuária e na agricultura tende a levar o extrativismo ao colapso. O autor ainda cita que o aumento de tais atividades produtivas acontece porque os moradores não são prioridades nas Resex.

A literatura tem mostrado que a dificuldade econômica enfrentada pelas populações tradicionais e o afastamento do Estado em solucionar juridicamente a situação é o principal problema dentro das Resex de uso sustentável e que ainda a legislação tem se preocupado mais em demarcar território e proteger seus recursos do que atentar a qualidade de vida de milhares de famílias tradicionais (Freitas et al., 2017)

### • Considerações Finais •

Medidas para a conservação por parte do poder público são de suma importância para proteção da biodiversidade. Porém, por mais consistente que a legislação ambiental possa aparentar a mesma tem fracassado na tentativa de conciliar o desenvolvimento social e preservação ambiental no contexto das Resex. Esse problema precisa ser encarado de maneira mais detalhada pelos legisladores uma vez que é de natureza variada de uma reserva para outra e que a realidade das populações tradicionais devem ser

consideradas nas políticas públicas para que as unidades de conservação não se tornem apenas promotoras de pobreza e agressão ambiental.

## • Referências •

- ARAUJO, S. M. V. G. Origem e principais elementos da legislação de proteção à biodiversidade no Brasil. In: GANEM, R. S. **Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Edições Câmara, 2010.
- BARROS, D. A.; BORGES, L. A. C.; NASCIMENTO, G. O.; PEREIRA, J. A. A.; REZENDE, J. L. P.; SILVA, R. A. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. **Política e Sociedade**, v.11, n.22, p.155-179, 2012.
- BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. In: MEDAUAR, Odete. **Coletânea de Legislação de direito ambiental e Constituição Federal**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. 766p. p.563-663 (Série Mini códigos).
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Centro Gráfico do Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. In: MEDAUAR, Odete. **Coletânea de Legislação de direito ambiental e Constituição Federal**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. 766 p. 645-589 (Série Mini códigos).
- FALCAO, L. B. Turismo em Resex: Perspectiva em Desenvolvimento, Participação Social e Políticas Públicas nas Resex de Soure e Curuçá no Pará. 135 f. Dissertação (Mestrado em Turismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- FLORENTINO, G.; SILVA, D.; FREITAS, J. Análise de reservas extrativistas a partir da economia ecológica. **Observatorio de La Economía Latinoamericana**, v.16, p. 2-10, 2016.
- FREITAS, J. S. et al. Reservas extrativistas na Amazônia: modelo conservação ambiental e desenvolvimento social? **GEOgraphia**, v.19, n.40, p.150-160, 2017.
- HALL, A. **Amazônia: desenvolvimento para quem?** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.
- LOBATO, G. J. M.; MARTINS, A. C. C. T.; LUCAS, F. C. A.; MORALES, G. P.; ROCHA, T. T.; Reserva Extrativista Marinha de Soure, Pará, Brasil: modo de vida das comunidades e ameaças ambientais. **Biota Amazônia**, v.4, n.4, p.66-74, 2014.
- MACIEL, R. C. G.; REYDON, B. P.; COSTA, J. A.; SALES, G. Pagando pelos serviços ambientais: uma proposta para a Reserva Extrativista Chico Mendes. **Acta Amazonica**, v.40, n.3, p.489-498, 2010.
- OLIVEIRA, A. M. S. **Subsídios à Gestão da Reserva Extrativista Marinha de Soure-Marajó-Pará: Uma Análise dos Problemas e Conflitos Socioambientais**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- ROCHA, H. F.; MOURA, J. P. V. M.; PADILHA, R. T.; ROQUETTE, J. G. Situações do sistema de unidades de conservação do estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, v.38, n.3, p.1610-1614, 2016.

# Mudanças climáticas

Rodrigo da Silva Maia

## • Contribuição das atividades humanas para as mudanças climáticas •

Mudanças climáticas referem-se às variações no estado do clima que pode ser identificado cientificamente como p.ex. em testes estatísticos a partir de observações do comportamento do clima ao longo de décadas, centenas ou mil anos atrás. Os processos internos naturais já provocaram mudanças no clima, mas nas últimas décadas a persistente mudança antropogênica na composição atmosférica tem influenciado diretamente na variação do clima no planeta (IPCC, 2007). Por isso é bastante discutido o termo mudanças climáticas antropogênicas que estão associadas ao aumento da emissão de gases do efeito estufa por queima de combustíveis fósseis como petróleo, gás natural e carvão ou por mudanças no uso da terra que geram queimadas e desmatamento (Medhaug et al., 2017; Miller, 2009).

A intensificação dessas atividades antropogênicas ocorreu a partir do final do século XVIII com a revolução industrial e aumentou na segunda metade do século XX, o que ocasionou na elevação das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. Os indícios de que o clima de fato está mudando podem ser observados nas décadas de 1990 e 2000 que foram as mais quentes dos últimos 1.000 anos (Nobre et al., 2012) e nos próximos 100 anos poderá haver um aumento da temperatura média global entre 1,8 °C e 4,0 °C de acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007).

O aumento da temperatura no planeta que gera o chamado aquecimento global, é visto como a principal causa das mudanças climáticas, pois é o responsável pela intensificação do efeito estufa. O efeito estufa é um fenômeno natural que faz com que a temperatura da superfície da Terra seja favorável à existência da vida no planeta, se não existisse o efeito estufa a temperatura média da superfície da Terra poderia ser de -18 °C, ao invés dos 15°C apresentado atualmente. Porém, nas últimas décadas a

elevada emissão dos chamados Gases do Efeito Estufa (GEE), como gás carbônico, óxido nitroso e metano pelas atividades humanas estão potencializando o efeito estufa, dificultando ainda mais a irradiação do calor para o espaço, causando o aquecimento da baixa atmosfera, levando ao aumento da temperatura média da Terra e gerando as mudanças climáticas (Marengo, 2007).

Para entender melhor as mudanças climáticas e as interferências humanas no processo natural da variação do clima do planeta, devemos analisar o processo na escala espacial e temporal na tentativa de compreender o que está acontecendo hoje. Na última glaciação, p.ex. cerca de 20 mil anos atrás a superfície do planeta estava entre 5 a 6°C mais fria e a Terra levou cerca de 10 mil anos para aquecer e entrar na fase interglacial, chamada de Holoceno. O que se tem observado é que atualmente nas últimas duas décadas a Terra está aquecendo em um ritmo 50 vezes maior do que aquele ciclo natural glacial-interglacial ocorrido a 20 mil anos atrás (Nobre et al., 2012). O que nos leva a refletir que alguma coisa diferente está ocorrendo com o clima no planeta, então qual é o fator ou o conjunto de fatores que estão causando o aquecimento do planeta em uma velocidade assustadora? Se fosse um fator natural, ele já não deveria também ter aparecido antes durante os últimos milhões de anos atrás que se tem conhecimento científico sobre a variação do clima no planeta?

De acordo com estudos realizados sobre a concentração dos GEE na atmosfera nos últimos dois mil anos, não restam dúvidas de que após os anos de 1750 houve um aumento significativo da concentração dos GEE na atmosfera (Figura 1) atribuído às atividades humanas na era industrial (Cook, 2011).

É fato que nas últimas décadas observou-se o aumento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera devido a queima de combustíveis fósseis no transporte, nas indústrias e usinas termoelétricas, além do desmatamento que libera  $\text{CO}_2$  e reduz sua absorção pelas plantas. O metano ( $\text{CH}_4$ ) também tem aumentado devido as atividades humanas na agricultura, aterros sanitários e distribuição de gás natural. O óxido nitroso também é emitido por atividades humanas, no uso de fertilizantes e a queima de combustíveis fósseis.

Além de outros gases como os halocarbonos que incluem os clorofluorocarbonos (CFCs) que já foram amplamente usados como agentes de refrigeração e os aerossóis que são partículas pequenas presentes na atmosfera com tamanho, concentração e composição

química variada e as atividades humanas como mineração e processos industriais tem aumentado a emissão de aerossóis na atmosfera. A emissão desses gases ao longo dos séculos de atividades industriais é o que tem causado a chamada intervenção antropogênica na composição atmosférica.

Apesar do vapor d'água ser considerado o principal gás do efeito estufa, as atividades humanas têm pouca participação direta sobre a quantidade de vapor d'água na atmosfera, além disso, a ciclagem da água que ocorre em poucos dias é bem mais dinâmica de que os outros gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  que podem permanecer por centenas de anos na atmosfera (Boer et al., 2005; Medhaug et al., 2017).

Diante do fato incontestável de que nos últimos anos a composição atmosférica tem sido alterada pelo aumento antropogênico dos GEE, muitos céticos ainda podem questionar se essas alterações antropogênicas na composição atmosférica são suficientes para afirmar que as atividades humanas estão afetando o clima no planeta. Para esclarecer essa dúvida devemos analisar as forças radiativas.

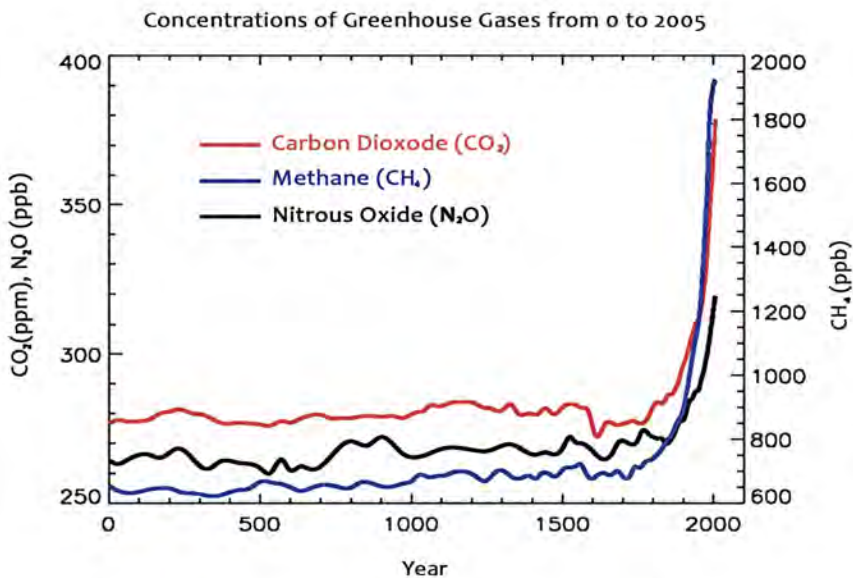


Figura 1. Concentrações atmosféricas dos principais gases do efeito estufa durante os últimos 2.000 anos. As unidades de concentração são partes por milhão (ppm), indicando o número de moléculas de gases do efeito estufa por milhão ou bilhões de moléculas de ar, respectivamente, em uma amostra atmosférica. Fonte: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data](http://www.ipcc.ch/publications_and_data).

A influência de qualquer fator que cause mudanças climáticas, a exemplo do aumento da emissão dos GEE, é caracterizada como forçante radiativa (Boer et al., 2005). Portanto a forçante radiativa é um parâmetro importante para avaliar como o equilíbrio energético do sistema Terra-atmosfera está sendo influenciado por determinados fatores que afetam o clima no planeta. A palavra radiativa surge porque esses fatores mudam o equilíbrio entre a radiação solar recebida e a radiação infravermelha de saída dentro da atmosfera terrestre e é justamente esse equilíbrio radiativo que controla a temperatura da superfície da Terra. O termo forçante é usado para indicar que o equilíbrio radiativo da Terra está sendo afastado de seu estado natural (Boer et al., 2005; IPCC, 2007).

A contribuição das atividades humanas para as forçantes radiativas são bem conhecidas uma vez que os valores refletem ao total de forçantes relativas ao início da revolução industrial (Figura 2).

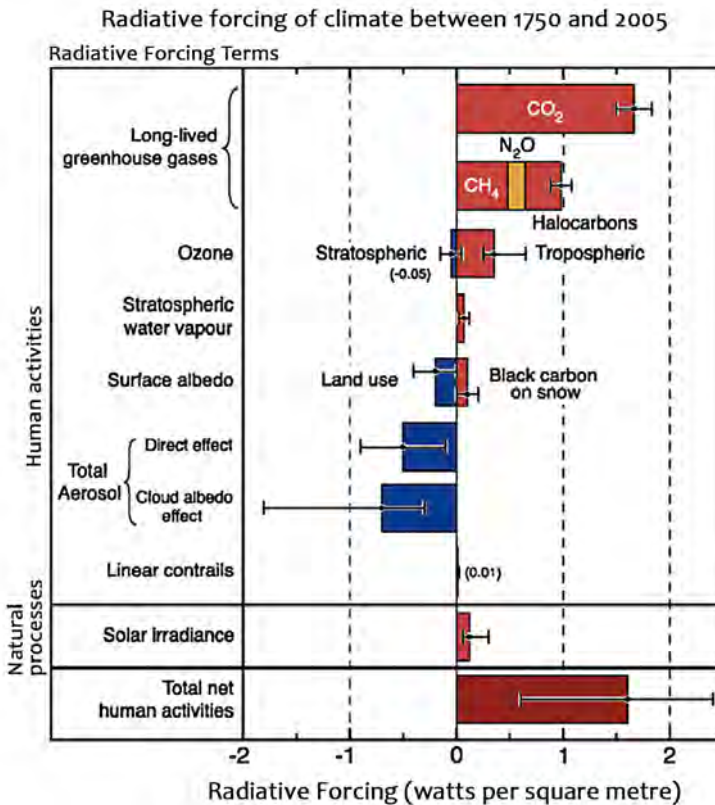


Figura 2. Resumo dos principais componentes das forçantes radiativas das mudanças climáticas. Fonte: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data](http://www.ipcc.ch/publications_and_data).



O aumento da emissão dos GEE pós-revolução industrial é um dos principais fatores dessa forçante pois intensificaram o efeito estufa (Boer et al., 2005; IPCC, 2007). As partículas de aerossóis oriundas das atividades humanas também são fatores que influenciam diretamente a forçante radiativa através da reflexão e absorção de radiação solar e infravermelha na atmosfera. Além disso, outros fatores decorrentes da mudança no uso do solo (pastagem, agricultura, queimadas, desmatamento) somam-se a essa forçante radiativa provocada pelas atividades humanas (Knutti et al., 2017).

Por outro lado, ao analisar as contribuições naturais para as forçantes radiativas, devemos destacar dois fatores: As mudanças na irradiação solar e as erupções vulcânicas. A irradiação solar aumentou gradualmente na era industrial (Figura 2) e as erupções vulcânicas criaram um aumento temporário de aerossóis de sulfato na estratosfera, mas atualmente a estratosfera está livre desses aerossóis vulcânicos uma vez que a última grande erupção foi em 1991. Por isso ao analisar as contribuições das atividades humanas e naturais para as forçantes radiativas conclui-se que as forçantes atribuídas as atividades humanas são muito mais significativas e importantes para as mudanças climáticas atuais e futuras comparadas as forçantes atribuídas aos processos naturais (Figura 2). Essa comparação entre as forçantes naturais e antropogênicas é atualmente um dos discursos mais importantes para explicar as interferências das atividades humanas no clima do planeta (Nobre et al., 2012).

### • Relação entre mudanças climáticas e eventos extremos •

A frequência, a intensidade e o tipo dos eventos extremos como ondas de calor, secas e inundações tendem a mudar a medida que o clima no planeta é alterado. Foram observados, por exemplo, forte aumento na frequência e intensidade de ondas de calor e também de inundações nos últimos anos (Knutti et al., 2017; Miller, 2009). Na Europa em 2003, a forte onda de calor que durou várias semanas foi uma consequência das mudanças climáticas. Os riscos do aumento de ondas de calor mais intensos, mais frequentes e duradores serão cada vez maior em um futuro com o clima mais quente de acordo com as projeções do IPCC.

Todas essas forçantes resultam de um ou mais fatores que afetam o clima e estão associados a atividades humanas ou processos naturais. Os valores representam as forçantes até 2005 em relação ao início da era industrial (cerca de 1750). As forçantes positivas levam ao aquecimento do clima e

as forçantes negativas levam ao resfriamento. A linha fina e preta anexada a cada barra colorida representa o intervalo de incerteza para o valor respectivo.

A maioria dos modelos de Circulação Geral Oceano-Atmosfera mostrou que em um futuro mais quente aumentará a ocorrência de verões secos e invernos úmidos na maior parte do meio norte e altas latitudes do planeta. Em um verão mais quente e seco a capacidade de retenção de água para a atmosfera é maior, provocando uma espécie de “aceleração” do ciclo hidrológico e com isso a precipitação tende a ser concentrada em eventos mais extremos e não regulares. Resultando, por exemplo, em inundações pela intensa precipitação e depois em uma seca prolongada. É muito provável que em algumas áreas do planeta sofrerão com inundações causadas pela intensa precipitação enquanto outras se tornarão mais secas devido a diminuição na precipitação, ou seja, teremos os dois extremos: Estações mais úmidas e mais secas distribuídas de maneira irregular pelas regiões do planeta (Hardy, 2003; IPCC, 2007). Os ciclones também tendem a se tornar mais frequentes e intensos devido as mudanças climáticas. De acordo com estudos de modelagem, futuros ciclones tropicais podem se tornar mais severos com intensa velocidade do vento e precipitação. Deve-se ressaltar que essas mudanças já estão acontecendo, pois há indícios de que o número médio de furacões da categoria 4 e 5 por ano tem aumentado nos últimos 30 anos (IPCC, 2007).

### • Os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade •

A biodiversidade sofre impactos diretos pelas ações antrópicas principalmente as atividades ligadas a mudança do uso do solo, como a conversão de paisagens naturais para agropecuária e obras relacionadas ao processo de urbanização o que tem gerado altos índices de desmatamento e conseqüente perda da biodiversidade (Aleixo et al., 2010). Outro revés que ameaça a biodiversidade são as mudanças climáticas. De acordo com um levantamento realizado pelo IPCC que envolveu mais de 2500 estudos realizados ao longo de 20 anos, as variações no clima podem ser responsáveis pelas mudanças nas distribuições terrestres de espécies, tamanhos de populações e composição de comunidades no qual já foi observado declínio em espécies de sapos e alguns pássaros (Parmasan; Yohe, 2003; MMA, 2007).

Em algumas espécies vegetais foram observadas mudanças na fenologia como mudança no tempo de crescimento, florescência e reprodução. Foram observadas também alterações na distribuição e densidade de animais associadas às secas. Muitos táxons (pássaros, insetos, anfíbios e répteis) mostraram mudanças na morfologia, fisiologia e comportamento associadas às variações climáticas. Nos ecossistemas aquáticos já foram observadas mudanças nos fluxos dos rios e na temperatura da água, além de problemas relacionados com secas e inundações, sabe-se que todas essas mudanças afetam severamente a biodiversidade aquática e todos os bens e serviços proporcionado por esse ecossistema (MMA, 2007).

Os ecossistemas costeiros e marinhos são bastante sensíveis a mudança na temperatura da água. Os recifes tropicais e subtropicais de coral, por exemplo, estão sendo afetados severamente pelo aumento da temperatura da superfície do mar, especialmente em épocas de El Niño quando a temperatura aumenta além da variação sazonal normal. A população de peixes também pode ser afetada pelas oscilações de larga escala no clima. Existe preocupação de que as temperaturas mais elevadas e maior duração da estação seca provocadas pelas mudanças climáticas potencializem o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no atlântico o que afetaria não só a biodiversidade marinha como também os ecossistemas terrestres contribuindo para incêndios cada vez mais frequentes e intensos ameaçando os biomas brasileiros como a Floresta Amazônica (Aleixo et al., 2010).

De acordo com Nobre (2002) esses eventos que aumentam a susceptibilidade dos ecossistemas amazônicos ao fogo causando a redução de espécies menos tolerantes à seca pode induzir uma “savanização” de partes da Amazônia levando ao predomínio de espécies de savana nas bordas sul, leste e norte da região, essas espécies seriam as mais tolerantes às estações secas prolongadas isso resultaria sem dúvidas em um forte impacto para a integridade e conservação da biodiversidade na Amazônia.

A discussão científica entre o efeito das mudanças climáticas na biodiversidade é relativamente recente e é necessário avanços no sentido de responder quais funções dos ecossistemas são mais vulneráveis a perda de espécies e a relação entre biodiversidade e estrutura ecossistêmicas avaliando o funcionamento, a produtividade e a produção de bens e serviços dos ecossistemas que estão sendo ameaçados ou serão severamente prejudicados pelas mudanças climáticas.

## • As estratégias para reduzir os efeitos das mudanças climáticas •

É importante perceber que apesar de um futuro catastrófico protagonizado pelas intervenções humanas no clima, existem soluções e medidas que podem ser tomadas com o objetivo de reduzir ou mitigar os impactos das mudanças climáticas atuais e futuras, como: Promover a captura ou sequestro das emissões de carbono para a atmosfera, adotar e investir mais nas fontes renováveis de energia como principal matriz energética, a chamada energia limpa que é livre das emissões de carbono como a energia eólica e solar, economizar energia e usar de maneira mais eficiente, adoção de políticas de incentivo mais sustentáveis na agropecuária que leve em conta a conservação de ambientes naturais e o melhor uso do solo e das áreas para a produção e por fim uma mudança de comportamento na sociedade principalmente sobre a forma de como utilizar melhor os recursos naturais sem desperdícios (Hewitt et al., 2017).

Para promover a captura ou sequestro das emissões de carbono existem tecnologias como filtros que absorvem o gás carbônico liberado principalmente pelas indústrias e usinas. Essas tecnologias precisam ser amplamente adotadas nas atividades industriais. Um estudo feito sobre diferentes modos de captura de carbono e suas tecnologias mostrou que capturando 90% de  $\text{CO}_2$  de uma usina iria adicionar apenas US\$ 2,0 centavos por Quilowatt-hora para o custo da eletricidade (Hardy, 2003). A vegetação também presta um importante serviço ambiental no sequestro de carbono que pode ser quantificado através das estimativas da biomassa da planta acima e abaixo do solo como a parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo entre outros atributos. O protocolo de Kyoto em 1997 considerou a absorção de  $\text{CO}_2$  pela vegetação como método promissor para mitigar as emissões de  $\text{CO}_2$ .

As energias alternativas aquelas que utilizam a queima de combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás, sem dúvida devem ser mais exploradas e expandidas, no entanto devemos considerar que algumas energias consideradas limpas por não emitirem os GEE trazem outros prejuízos incalculáveis para o meio ambiente, como é o caso das usinas hidroelétricas que são amplamente adotadas no Brasil e trazem problemas ambientais (interferência na migração de peixes e no fluxo de água, sedimentação dos rios, inundações de áreas verdes, perda da biodiversidade e etc.), além dos problemas sociais. A energia eólica é uma forma bem mais promissora para produção de energia limpa e pode ser adotada juntamente com a energia solar como as duas principais matrizes para a geração de energia

em um país como o Brasil, por exemplo, o que já teria um efeito significativo para reduzir a emissão de poluentes e danos ambientais provocados pelas hidroelétricas e termoelétricas (Hewitt et al., 2017; Hardy, 2003).

A utilização de plantas para a produção de combustíveis como o álcool frente ao uso da gasolina também é uma alternativa interessante, uma vez que o álcool é menos poluente que a gasolina, além disso, as plantações a qual o álcool é extraído podem funcionar também como sumidouros de carbono. Nesse sentido o Brasil tem um papel interessante por ser um importante produtor de etanol e de fabricar carros que utilizem o álcool como combustível.

Apesar dos esforços para desenvolver e utilizar tecnologias que produzam energia não derivada de combustíveis fósseis, ainda não existe a possibilidade ainda da substituição total dos combustíveis fósseis pelas fontes de energia não fóssil. Por isso é importante manter a eficiência energética para sobrecarregar cada vez menos a produção de energia pelos combustíveis fósseis, ou seja, economizar energia em casa e nos locais de trabalho e estudo, usar transportes coletivos, muitas cidades estão implantando o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) que é um transporte bem mais viável do ponto de vista econômico e ambiental em relação aos BRTs e ônibus, além do incentivo ao uso de bicicletas como meio de transporte, por isso a necessidade de cobrar mais os gestores das grandes cidades para a adoção de tais medidas que favoreçam a melhor circulação de pessoas com o mínimo impacto ambiental.

### • Considerações finais •

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) as mudanças climáticas podem provocar até 150 mil mortes todos os anos e ao menos cinco milhões de casos de doenças, além dos danos irreparáveis no funcionamento dos ecossistemas, prejudicando os mais diversos serviços ambientais como disponibilidade de água, alimentos, medicamentos, polinização, formação e manutenção do solo, valores culturais, espirituais, recreativos entre outros.

Os acordos e esforços entre as nações para a redução da emissão dos GEE como o protocolo de Kyoto e a COP 21 parecem ainda não ter nenhum efeito prático, isso porque o pensamento de que a atividade econômica não pode parar ou ser prejudicada em decorrência dos prováveis danos

ambientais associados a ela ainda prevalece como um dos principais entraves, uma vez que a questão econômica ainda é a prioridade para os planos governamentais tanto de países em desenvolvimento quanto em países já desenvolvidos que não pretendem desacelerar sua produção.

Diante disso, se questiona qual será o futuro de uma economia e uma sociedade global no momento em que não se puder mais ter os recursos fundamentais para a manutenção da vida? E quando os eventos extremos e doenças forem as principais causas de mortes? É muito arriscado deixar as atividades econômicas serem as protagonistas do presente em detrimento da saúde ambiental. Por isso é fundamental a participação da sociedade civil seja ela organizada ou não nas discussões, atividades e em projetos relacionados a conservação ambiental e mudanças climáticas para construir um pensamento mais sólido em que prevaleça um desenvolvimento social mais justo e sustentável possível.

### • Referências •

ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A.; GRELE, C. E. V.; VALE, M. M.; RANGEL, T. F. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. **Natureza & Conservação**, v.8, p.194-196, 2010.

BOER, G.; HAMILTON, K.; ZHU, W. Climate sensitivity and climate change under Strong forcing. **Climate Dynamics**, v.24, p. 685-700, 2005.

COOK, J. Skeptical Science, Comparing CO<sub>2</sub> emissions to CO<sub>2</sub> levels, 2011. Disponível em [http://www.skepticalscience.com/CO<sub>2</sub> emissions correlation- withCO<sub>2</sub>-concentration.htm](http://www.skepticalscience.com/CO2_emissions_correlation_with_CO2_concentration.htm).

HARDY, J.T. **Climate Change. Causes, Effects, and Solutions**. John Wiley & Sons. 260 p. June, 2003.

HEWITT, C.D.; STONE, R.C.; TAIT, A.B. Improving the use of climate information in decision-making. **Nature Climate Change**, v.7, p. 614-616, 2017.

IPCC Fourth Assessment, Impacts. Intergovernmental Panel On Climate Change, Climate Change, 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change, Summary for Policymakers, April. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>

KNUTTI, R.; RUGENSTEIN, M.A.A.; HEGERL, G.C. Beyond equilibrium climate sensitivity. **Nature Geoscience**, v.3, n.1, p.34-46, 2017.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**. Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, fevereiro, 2007.

MEDHAUG, I.; STOLPE, M.; FISHER, B.; KNUTTI, E.M. Reconciling controversies about the global warming hiatus. **Nature**, v.545, p.41-47, 2017.

MILLER, D.A. **Global Warming**. Hot topics, Cengage Learning, p.225, 2009.

MMA/SBF. Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas. **Série Biodiversidade**, n.28, Brasília, 2007.

NOBRE, C.A. Mudanças climáticas, efeitos e responsabilidades nacionais. In: PHILIPPI Jr., A; ALVES, A.C; ROMERO, M.A.; Bruna, G.C. (Org.). **Meio Ambiente, Direito e Cidadania**. São Paulo: NISAM-USP/Signus, p. 155-165, 2002.

NOBRE, C.A.; REID, J.; VEIGA, A.P.S. **Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas**. São José dos Campos – SP: Rede Clima/INPE, 44p., 2012.

PARMESAN, C.; YOHE, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. **Nature**, v.421, p.37-42, 2003.

# Desenvolvimento social e o desmatamento

Jessica Conceição Nascimento Dergan

O desenvolvimento social está relacionado diretamente ao desenvolvimento econômico na medida em que é oferecido um melhor acesso aos bens e serviços, isto irá refletir nas condições de vida da sociedade (Souza, 1997). O desenvolvimento social refere-se a aquisição de melhores condições de vida de maneira sustentável. Esta relação entre a melhor condição de vida com os serviços e bens não ocorrem de forma harmoniosa com a manutenção dos recursos naturais (Castro, 2012).

O modelo de desenvolvimento da Amazônia atua de forma a transformar as características naturais, implicando em elementos dissociativos, onde o desenvolvimento se sobrepõem a manutenção da natureza (Prates; Bacha 2011). Podem-se observar dois grandes grupos com interesses diferentes em relação ao desenvolvimento: um visando o potencial dos recursos, sua extração e transformação e o outro visando a sua preservação e manutenção (Ross, 2006).

A região amazônica sofreu inúmeras vezes e por diversas formas devido ao desenvolvimento, começando com a colonização portuguesa durante as tentativas de extração e geração de riquezas (Espírito-Santo et al., 2008). Mas, desde o final do século XIX, ocorreram processos que intensificaram a ocupação da Amazônia (Prates; Bacha, 2011). Estes foram durante a exportação da borracha, onde se teve o incentivo do governo federal, e durante as intervenções de expansão do território com a criação das grandes rodovias que ligariam a Amazônia aos demais estados (Castro, 2012). Todos esses processos de desenvolvimento na Amazônia foram marcados por regar e incentivar o desmatamento, provocando uma desigualdade na região.

Este trabalho tenta esclarecer alguns questionamentos referentes ao assunto através de uma breve revisão da literatura como as consequências do desenvolvimento para a sociedade e as causas imediatas que esse desenvolvimento pode provocar.



## • O desenvolvimento social e a sua relação com o desmatamento •

Os processos de ocupação da Amazônia foram violentos e a sua degradação ambiental se tornou uma característica forte e evidente, nas quais o progresso é compreendido como crescimento econômico baseado basicamente na exploração dos recursos naturais (Becker, 2001).

A produção da borracha gerou o desmatamento provocado pela extração e beneficiamento do látex (Prates; Bacha 2011). Com isso houve o surgimento de núcleos urbanos que gerou diretamente o desmatamento devido a construção de espaços para a extração ou produção de bens (Becker, 2005).

O desmatamento começou com pequenos avanços do desenvolvimento, como a abertura de estradas para a expansão humana, a ocupação irregular de terras para fins agrícolas assim como a ocupação urbana, a exploração de madeira dentre outras (Ferreira et al., 2005). Esses processos promovem o desmatamento e tem se intensificado recentemente pelo avanço da agricultura, principalmente da soja (Fearnside, 2006).

Essas ações estimularam o fluxo de migrantes provocando o aumento populacional, nas pequenas cidades (Homma, 2006). O principal e primeiro elemento que proporcionou condições para o aumento do desmatamento na região foi a construção das rodovias Belém-Brasília (BR 010) e a transamazônica (Prates; Bacha, 2011). Estas rodovias proporcionaram a criação de muitos povoados, vilas e cidades que, tiveram como atividades econômicas a pecuária e a agricultura em regiões próximas as rodovias, isto ampliou o desmatamento ao longo dessas rodovias.

Por meado dos anos 1970 a 1990 houve um incentivo fiscal e de crédito para fazendeiros e indústrias, com taxas mais baixas promovidas pelo governo para incentivar o investimento econômico na Amazônia (Ramos, 2014). Com isso ocorreram políticas de incentivo para a formação dos grandes latifundiários da agricultura, exploração de madeira e criação de gado, que resultaram no aumento gradativo do desflorestamento e degradação das florestas amazônicas (Margulis, 2003).

Diante do fracasso econômico e social o modelo de colonização das últimas décadas não foi suficiente para frear o processo de ocupação desordenada do território amazônico (Vieira et al., 2005). Estas atividades de baixo custo, hoje, são integradas de forma a promover um novo período de ocupação agressiva na região amazônica, aproveitando-se da fragilidade da estrutura estatal e do apoio dos setores políticos que não se preocupam com os anseios regionais (Margulis, 2003).

### • As causas do desenvolvimento social para a biodiversidade •

O que não se conhece hoje é o quanto de recursos naturais se perde a cada quilômetro quadrado de floresta destruída (Vieira et al., 2005). Estima-se que as plantas possuam uma diversidade extraordinária na Amazônia, abrigando cerca de quarenta mil espécies das quais trinta mil são endêmicas desta região (Mittermeier et al., 2003). O número estimado para animais, insetos e outros grupos de organismos também são enormes.

A perda da biodiversidade é a principal consequência da expansão humana e do desflorestamento na Amazônia e essa perda se torna irreversível (Vieira et al., 2005). Estudos mostram que as espécies da Amazônia não são amplamente distribuídas. Além disso, a maioria das espécies é rara e possui populações pequenas, sendo muito sensíveis a quaisquer perturbações em seus habitats (Terborgh et al., 1990). O desflorestamento em grande escala ameaça milhares de espécies, algumas já se encontram na lista de espécies ameaçadas de extinção (Vieira et al., 2005).

A Amazônia representa um papel de muita importância para o planeta por ser a região que apresenta a maior biodiversidade do mundo, estima-se que 10% das espécies de plantas do mundo estejam localizadas na floresta amazônica (Ramos, 2014). Em detrimento disto faz-se a necessidade de proteção ambiental da Amazônia, ocorrendo uma percepção de que a perda ambiental provocada pelo desmatamento é inúmeras vezes maior do que o ganho econômico das atividades que o degradam (Mittermeier et al., 2003).

Os impactos negativos que o desmatamento provoca são significativos e interligados, além da degradação ambiental afetar diretamente a biodiversidade (Ramos, 2014). Visto tais perspectivas faz-se necessário a adoção de medidas que venham combater e controlar o desmatamento da Amazônia.

### • As maneiras de minimizar o desmatamento provocado pelo desenvolvimento social •

É importante que se impeça a continuação deste crescimento econômico descontrolado, tendo em vista que suas consequências são muito danosas em comparação com os benefícios que possam vir a oferecer para a sociedade.

Tendo em vista isto, é importante que se utilize de instrumentos econômicos para a proteção ambiental, que podemos destacar alguns deles: como o uso de ações fiscais com cunho de ações de proteção ambiental, que poderiam ser beneficiadas com isenções de tributos e reduções destes; além de financiamentos para a proteção ambiental, com fundos específicos, para a redução de emissões por desmatamento e degradação com atividades de conservação, além do manejo sustentável das florestas. A criação de um mercado em que se fornece serviços ambientais com uma regulamentação integrando a um sistema em âmbito nacional ou estadual em que mantém serviços para a manutenção da floresta (Ramos, 2014). Como a remuneração de populações tradicionais que prestam serviços para empresas, e conseqüentemente mantêm a floresta e todos os organismos ali encontrados. A determinação e ordenação de espaços como mecanismo para evitar a perda dos recursos naturais, além de garantir a ordenação dos espaços amazônicos e promover o desenvolvimento sustentável na região (Vieira et al., 2005).

Estratégias que podem ser aplicadas seriam a regularização fundiária e o uso de áreas já alteradas, onde seria possível estabelecer ou restabelecer um clima estável que favoreça investimento de longo prazo (Becker, 2001). Ideias que incentivem estratégias integradas de desenvolvimento que venham a valorizar a floresta e todos os seus organismos são importantes para se tentar preservar ao máximo os seus recursos naturais (Castro, 2012).

Uma nova economia regional é necessária para a implementação de ideias que possam vir a ser executadas para a conservação do uso sustentável dos recursos florestais visando oportunidades de negócios (Vieira et al., 2005). Indicadores que venham a combinar a conservação e o uso sustentável da floresta amazônica, sendo subsidiado pelo suporte tecnológico e uma infraestrutura adequada seria o apropriado para o controle do desmatamento e a continuação da qualidade de vida da população (Becker, 2001).

### • Considerações finais •

O desmatamento e degradação da Amazônia estão ligados ao fluxo migratório e as tentativas de desenvolvimento econômico da região. Com a abertura de estradas que veio a possibilitar a ocupação mais acessível das terras localizadas mais distantes, e os incentivos fiscais e de crédito houve uma modificação no perfil econômico.

A exploração da natureza e seus recursos vêm trazendo ao longo do tempo consequências nocivas para a sociedade em favor de um desenvolvimento mal planejado e inadequado. O desenvolvimento da Amazônia que é marcado pelo estímulo de atividades que controlam os usos da terra e o desenvolvimento da região também são os principais responsáveis pela progressão do desmatamento.

Práticas para o uso e retira da floresta devem ser levadas a sério, faz-se necessário a implementação de um conjunto de ações e políticas públicas que venham a ser tomadas para o controle e manutenção da floresta amazônica. Então é necessária a mudança de comportamento daqueles que exploram a floresta.

### • Referências •

BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**, v.12, p.135-159, 2001.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, p.71-86, 2005.

CASTRO, J. A. Política social e desenvolvimento no Brasil. **Economia e Sociedade**, v.21, p.1011-1042, 2012.

ESPÍRITO-SANTO, P.S.M.F.; OLIVEIRA, P.T.; RIBEIRO, D.F. **O conceito de desenvolvimento social sob a ótica do pensamento complexo**. 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, UNIFACEF, Franca, São Paulo, 2008.

FEARNSIDE, P. M. O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira. In: FORLINE, L.; MURRIETA, R. (ed.). **Amazônia 500 anos: o V centenário e o novo milênio: lições de história e reflexões para uma nova era**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, pg.263-306, 2006.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia legal e a importância das áreas protegidas. **Estud. av. online**, v.19, p.157-166, 2005.

HOMMA, A. K. O. Agricultura familiar na Amazônia: a modernização da agricultura itinerante. In: SOUSA, I. S. F. (ed.). **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, pg.33-60, 2006.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia legal brasileira. **Brasília: Banco Mundial**, 2003.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G. A. B.; KORMOS, C. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.100, p.10309-10313, 2003.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Economia e Sociedade**, v.20, p.610-636, 2011.

RAMOS, M. C. **O desenvolvimento econômico na amazônia legal: seus impactos sociais, ambientais e climáticos e as perspectivas para a região.** Cadernos do Programa de Pós Graduação Direito/UFRGS, 2014.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento.** São Paulo: Oficina de Textos, pg.207, 2006.

SOUZA, M. L. Algumas notas sobre a importância do espaço para o desenvolvimento social. **Revista Território**, v.3, n.1, pg.17-23, 1997.

TERBORGH, J.; ROBINSOS, S. K.; PARKER III, T. A.; MUNN, C. A.; PIERPOINT, T. Structure and organization of an amazonian forest bird community. **Ecological Monographs**, v.60, p.213-238, 1990.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, p.153-162, 2005.

# A perda da biodiversidade

## pelas atividades agropecuárias na Amazônia brasileira

Joyce Ananda Paixão Duarte

O Bioma Amazônia indiscutivelmente possui a maior biodiversidade na Terra, e apesar de haver estudos que tentam estimar esta biodiversidade (Lewinsohn; Prado, 2005; Ter Steege et al., 2016) os valores sociais, ambientais e econômicos, bem como os recursos naturais que abrangem esta região são imensuráveis.

Essa floresta representa cerca de 40% das florestas úmidas remanescentes no planeta (Andersen et al., 2002) e abriga vida selvagem diversificada, cerca de 1.300 espécies de pássaros, 427 espécies de mamíferos e 50.000 espécies de plantas com sementes (Lewinsohn; Prado, 2005), além de possuir o maior banco genético do mundo e detentora de 1/5 da reserva de água potável mundial (IBGE, 2010).

No entanto muitas espécies ainda estão no âmbito do desconhecimento devido, principalmente, a falta de dados validados e disponíveis que faz com que muitas espécies e habitats permaneçam invisíveis (Hopkins, 2007). Esta “biodiversidade invisível” está potencialmente ameaçada, pois espécies podem ser levadas à extinção antes mesmo que possam ser descobertas (Ter Steege et al., 2016) por causa do avanço do desmatamento em áreas com cobertura florestal.

O desmatamento tem se tornado um dos principais assuntos em vários setores da sociedade, pois tem se mostrado um agravante para a sobrevivência, não somente das espécies da fauna e da flora, mas também para toda a humanidade (Carvalho et al., 2016).

Apesar do desmatamento ter diminuído na Amazônia, considerando uma escala temporal de 10 anos (2006-2016), este ainda tem progredido em áreas com cobertura florestal (Figura 1). No período de 2015-2016 houve um aumento de 29% do desmatamento (INPE, 2017a) e a cada quilômetro

que se perde de floresta, muitas espécies são prejudicadas colocando muitas em riscos de extinção (Vieira et al., 2005).

Dentre as várias causas da redução na cobertura florestal, a agricultura de larga escala, a pecuária de corte e a agricultura com queima são as atividades que mais se destacam na conversão de florestas em pastagens e campos produtores para mercados em expansão (Fearnside, 2005), juntas estas foram responsáveis pela perda de 34.298km<sup>2</sup> no período de 2004 a 2014 (INPE, 2017b).

O setor do agronegócio no Brasil é muito representativo na economia, em 2015 a sua participação no PIB foi de 23%, e a tendência é de continuidade do crescimento do percentual de participação do setor na economia (Brasil, 2016<sup>a</sup>). Além disto, estas atividades são vistas como as protagonistas para a recuperação econômica e também para fazer do país um dos mais importantes provedores de alimentos do planeta (CNA, 2017).

No entanto, apesar da agropecuária contribuir significativamente para a economia brasileira isto não justifica as consequências do desmatamento provocado por estas (Carvalho et al., 2016). Desta forma, são necessária iniciativas em todas as esferas da sociedade que promovam estratégias para a redução do desmatamento, conservação da biodiversidade e valoração desta, bem como dos serviços ecossistêmicos decorrentes.

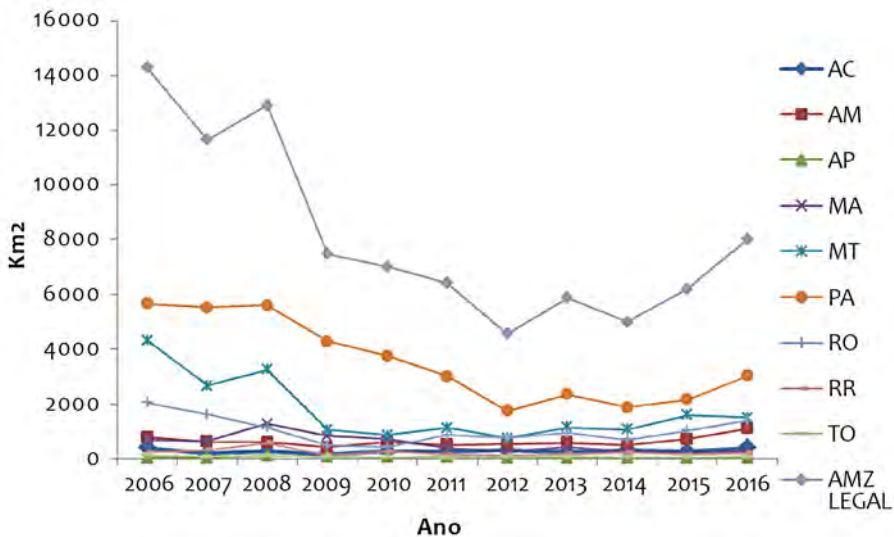


Figura 1. Desmatamento da Amazônia Legal num período de 10 anos (2006-2016). Dados: PRODES.

## • Histórico do desmatamento na Amazônia •

Na década de 50, período em que os militares assumiram o governo, a Amazônia era vista como uma região vazia demograficamente e que deveria ser ocupada de qualquer forma, nos mesmos moldes de uma operação de guerra (Lui; Molina, 2009). No final da década de 60 criou-se a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) com o objetivo de delimitar espacialmente a Amazônia Legal e acelerar o desenvolvimento econômico e a ocupação humana na região.

Baseada nesta política, a colonização da Amazônia iniciou visando o progresso e o crescimento econômico baseados na exploração de recursos naturais, até então tidos como infinitos, não levando em consideração as peculiaridades dos diversos espaços ecológicos amazônicos (Vieira et al., 2005).

Para isto, o governo investiu bilhões de dólares em infraestrutura, construindo portos, aeroportos e, principalmente, e estradas que atravessariam a floresta, como a Cuiabá-Porto Velho (BR-364) em 1968, a Transamazônica (BR-230) em 1972 e a Cuiabá-Santarém (BR-163) em 1973, bem como estradas secundárias para incrementar o potencial de exploração e ocupação da floresta (Lui; Molina, 2009).

Além disso, o governo concedeu incentivos fiscais e criou mecanismos legais para transferência de terra para grandes produtores e empresas, para que estas se motivassem a iniciar suas atividades produtivas na Amazônia, o que atraiu empreendedores e milhares de migrantes em busca de terras na região (Carvalho et al, 2016).

A forma de ocupação pelos imigrantes se deu principalmente pela implantação de pastagem, que até então era a atividade mais efetiva e barata, e que possibilitava a reivindicação pela terra, e isto se deu em larga escala, pois houve um aumento subsequente do lucro da pastagem a partir da produção de carne bovina (Margulis, 2003).

Lui e Molina (2009) nomearam o período de ocupação da Amazônia como a Dinâmica da Supressão, que teve como resultado cerca de 600.000 km<sup>2</sup> de supressão da vegetação nativa em apenas 40 anos.

Ao longo da década de 90 com o fracasso do modelo estabelecido para a ocupação, a maioria dos incentivos e investimentos foram reduzidos e até mesmo eliminados, observado que não houve retorno econômico. Porém o que se verificou foi que as taxas de desflorestamento permaneceram altas.



A interrupção de novos subsídios não revogou aqueles que já haviam sido concedidos, a exclusão das fazendas não afetou outras atividades prejudiciais, tais como as serrarias e as fundições de ferro-gusa alimentadas por carvão vegetal, dando continuidade no desmatamento (Fearnside, 2005). O fracasso econômico e social de tal modelo de colonização não foi suficiente para frear o processo de ocupação desordenada e consequentemente o desmatamento do território amazônico (Vieira et al., 2005).

Se antes tais atividades eram financiadas com recursos oficiais, emprestados a juros baixos e com pagamentos em longo prazo, hoje, setores altamente capitalizados da sociedade brasileira trabalham de forma integrada para promover um novo período de ocupação agressiva na região, aproveitando-se da fragilidade da estrutura estatal e do apoio de setores políticos pouco apegados aos anseios regionais (Vieira et al., 2005).

### • Avanço da Agropecuária na Amazônia •

As atividades de agricultura e pecuária estão presentes em toda a história de ocupação da região de forma continuada tanto nas pequenas propriedades quanto nas grandes (Rivero et al., 2009). Esse crescimento foi amplamente dispersado pela região, embora muito dele esteja concentrado nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, que atualmente concentram mais de 51 milhões de hectare somente no setor pecuário (ABIEC, 2016).

O setor de gado bovino na década de 70 representava pouco mais de 8% do rebanho nacional na Amazônia, após várias décadas de expansão, este cenário mudou drasticamente e, atualmente, mais de 90 milhões de animais povoam as paisagens amazônicas, contabilizando mais de um terço do rebanho total de 209 milhões de cabeças do Brasil em 2015 (ABIEC, 2016).

Essa expansão acompanha o crescimento da demanda interna e externa de carne bovina, mas também é influenciado por outros fatores, como a sucessiva redução de custos de transporte, o aumento da produtividade da atividade associado a uma maior eficiência no manejo e o ainda relativamente pequeno preço da terra nas regiões de expansão da Amazônia (Rivero et al., 2009).

Atualmente, o avanço das plantações de culturas anuais também tem se mostrado uma ameaça para as florestas na Amazônia, principalmente o monocultivo de soja em larga escala. De acordo com as informações do

Greenpeace (2006), até 2005 mais de um milhão de hectares de florestas foram convertidos em campos de soja na Amazônia, mesmo com estudos que apontam que a fragilidade do solo da região não sustenta mais que três anos de produção de soja e alertam para uma possível contaminação de lençóis freáticos por agrotóxicos (Bermann, 2007).

### • Estratégias para a redução do desmatamento •

Assim como houve grandes incentivos e investimentos durante o período de ocupação na região amazônica, o qual promoveu o avanço do desmatamento e perdas da biodiversidade, hoje o esforço precisa ser muito maior para conter a conversão da floresta em outros usos bem como estratégias que promovam a conservação da biodiversidade.

No entanto, antes de qualquer tomada de decisão, é fundamental que a biodiversidade esteja associada a um valor econômico, social e ambiental, pois a falta de valoração associado a uma série de políticas equivocadas e ações de comando e controle relativamente ineficientes, leva a continuidade do desmatamento.

Incentivos econômicos para a proteção das florestas como o REDD+, Redução de Emissões provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal, estão surgindo como uma estratégia de grande potencial para mitigar as mudanças do clima e conseqüentemente a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Com o REDD+ comunidades e produtores locais podem ser remunerados por conservar suas florestas para contribuir na redução das emissões de carbono (Dalla Corte et al., 2012).

Outras ferramentas foram desenvolvidas pelo Estado brasileiro para monitorar e reduzir o desmatamento da floresta amazônica como o PRODES (Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal), o DETER (Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real) que monitoram e divulgam dados sobre o desmatamento na Amazônia Legal (Brasil, 2014).

A construção de salvaguardas ambientais por meio do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), bem como a definição das Reservas Indígena, foram iniciativas governamentais fundamentais para o controle de desmatamento na Amazônia também dedicadas à conservação florestal, juntas estas áreas cobrem cerca de 2,3 milhões de km<sup>2</sup>, ou 43% da Amazônia Legal (Brasil, 2002).

Em relação à política de gestão de riscos no setor agropecuário, é necessário ter uma especial atenção, diante da vulnerabilidade da atividade agropecuária frente a riscos catastróficos, sobretudo aqueles oriundos de fenômenos climáticos adversos.

Nesse sentido, o Governo Federal tem investido para que esses riscos sejam gradativamente minimizados e administrados com maior eficiência. Dentre os instrumentos de gestão de riscos que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) não cessa de aperfeiçoar estão o Zoneamento Agrícola de Risco Climático. O zoneamento agrícola é uma ferramenta de suporte à gestão de risco baseado em informações climáticas associadas às exigências das plantas e características dos solos (Brasil, 2016b).

No entanto, apesar de todos os aparatos legais e ferramentas criadas para combater o desmatamento, um dos maiores desafios é planejar um sistema de gestão territorial para a Amazônia, a região de maior biodiversidade do planeta, que leve em conta tanto a conservação dos seus extraordinários recursos naturais como a promoção do desenvolvimento social e econômico dos quase vinte milhões de habitantes que vivem nessa região (Vieira et al., 2005).

A Biodiversidade amazônica é uma das maiores riqueza mundiais, no entanto muitas ações têm causado o desmatamento e conseqüentemente a perda deste bem tão necessário para a humanidade.

A perda da cobertura florestal na Amazônia tem relação direta com o histórico de ocupação com a busca desenfreada pelo avanço da prosperidade e com a ideia de preencher o “vazio” da região. No entanto, a falta de planejamento e gestão nesta política de ocupação deu início a sequencias de décadas com as maiores taxas de perdas da biodiversidade e a degradação da floresta amazônica.

Apesar da várias iniciativas governamentais e não governamentais, as taxas de desflorestamento ainda é muito alta, causada principalmente pelas atividades econômicas como a pecuária, agricultura, extração de madeiras e abertura de estradas, atividades estas que se aproveita de brechas na legislação para avançar em florestas nativas.

Alternativas de valoração da biodiversidade são as principais alternativas para conservação desta e dos recursos naturais, pois incentivam grandes, médios e pequenos proprietários de terras para proteger a floresta, como por exemplo, o REDD+.

## • Referências •

- ABIEC - Agência brasileira de promoção de exportação e investimentos. **Perfil da Agropecuária no Brasil**. Relatório anual, 2016. Disponível em: <[http://www.newsprime.com.br/img/upload2/2016\\_FolderPerfil\\_PT.pdf](http://www.newsprime.com.br/img/upload2/2016_FolderPerfil_PT.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2017.
- ANDERSEN, L. E. et al. The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon. Cambridge: **Cambridge University Press**, p. 259, 2002.
- BERMANN, C. As novas energias no Brasil: dilemas da inclusão social e programas de governo. **FASE**, 176 p , 2007.
- BRASIL. **Agronegócio deve ter crescimento de 2% em 2017**. Dez. 2016<sup>a</sup>. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/12/agronegociodeve-ter-crescimento-de-2-em-2017>>. Acesso em 21 jul. 2017.
- BRASIL. Conheça os mecanismos criados para controlar o desmatamento da Amazônia, **Portal Brasil**. Jul. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meioambiente/2012/04/conheca-os-mecanismos-criados-para-controlar-o-desmatamentoda-amazonia>> Acesso em 21 jul. 2017.
- BRASIL. **Plano Agrícola e Pecuário 2016-2017**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília: 46 p 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivopublicacoes-plano-abc/PAP1617.pdf>> Acesso em 21 jul. 2017.
- BRASIL. Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm)> Acesso em 21 jul. 2017.
- CARVALHO, T. S.; MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P. Desmatamento e a contribuição econômica da floresta na Amazônia. **Estud. Econ.**,v.46, n.2, p. 499531, 2016.
- CNA - Confederação da Agricultura e pecuária do Brasil. O agro é o motor que impulsiona a economia. Jul. 2017. Disponível em: <<http://www.cnabrazil.org.br/artigos/o-agro-e-o-motor-que-impulsiona-economia>> Acesso em 21 jul. 2017.
- DALLA CORTE, A.P.; SANQUETTA, C.R.; KIRCHNER, F. F.; ROSOT, N. C. Os projetos de Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal (REDD). **Floresta**, v.42, n.1, p.177-188, 2012.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p. 680–688, 2005.
- GREENPEACE. **Eating Up the Amazon**. 2006. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/press/reports>>. Acesso em 21 jul. 2017.
- HOPKINS, M. J. G. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**, v.34, n.8, p.1400-1411, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. 2010. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>> Acesso em 21 jul. 2017.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em 21 jul. 2017a.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TERRA CLASS 2004-2014**. Dinâmica do uso e cobertura da terra no período de 10 anos nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira. Disponível em: < [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/arquivos/TerraClass\\_2014\\_v3.pdf](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/arquivos/TerraClass_2014_v3.pdf).> Acesso em 21 jul. 2017b.

LUI, G. H.; MOLINA, S. M. G. **Ocupação humana e transformação das paisagens na Amazônia brasileira**. Universidade de São Paulo. 2009. Disponível em< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-25112008-102846/ptbr.php>>. Acesso em 29 jul. 2017.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.619-624, 2005.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento na Amazônia brasileira. **The World Bank**, Brasília. 1ª edição, 100p. 2003.

TER STEEGE, H.; VAESSEN, R. W.; CÁRDENAS-LÓPEZ, D.; SABATIER, D.; ANTONELLI, A.; OLIVEIRA, S. M.; PITMAN, N.; JORGENSENIX, P. M.; SALOMÃO, R. P.; GOMES, V. H. F. A descoberta da flora arbórea da Amazônia com uma lista atualizada de todos os taxa arbóreos conhecidos, **Cienc. Nat.**, v.11, n.2, p. 231-261, 2016.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J.M. C.; TOLEDO, P.M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, 2005.

# Uma economia sustentável é possível?

Priscila Castro de Barros

## • Economia e sustentabilidade: história ao longo do tempo •

Até a década de 1970 o desenvolvimento de um país sempre esteve associado ao crescimento econômico sob a argumentação de que a abundância da maioria dos recursos naturais é tamanha e que estes são “economicamente gratuitos” (Henriquez, 2010) e, ao mesmo tempo não se pensava na sustentabilidade ambiental, resiliência de ecossistemas ou no papel que os processos ecológicos desempenham na manutenção e provisão de tais recursos.

Nesta ótica, desenvolver um país significava fortalecer a economia por meio da exploração e uso de recursos naturais sem seguir padrões ou pensar na capacidade de suporte dos ecossistemas. Esse padrão foi seguido por países industrializados, mas copiados por países em desenvolvimento.

Historicamente foram vários os momentos em que a questão ambiental foi apresentada como prioridade de inclusão nos movimentos econômicos. A histórica e conhecida Conferência de Estocolmo, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) que ocorreu em 1972 para tratar pela primeira vez sobre a busca por um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a degradação ambiental foi a precursora para movimentos de mobilização que mais tarde iriam culminar no relatório Nosso Futuro Comum, publicado em 1987 onde a sustentabilidade foi associada ao desenvolvimento cujo conceito foi “*o desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer as suas próprias necessidades*”.

Nesse relatório, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) censurava o atual padrão de desenvolvimento e já ressaltava os riscos e incompatibilidades existentes entre a sustentabilidade e os padrões de produção e consumo muito acelerados. Mais tarde, esse debate fomentaria as discussões da Cúpula da Terra em

1992, que tentou motivar um modelo econômico que fosse menos consumista e menos agressivo ecologicamente, pois aí as mudanças climáticas globais já estavam em pauta.

Por sua vez, em 1997 foi o tema central da reunião anual da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima ou UNFCCC (sigla para United Nations Framework Convention on Climate Change) que ocorreu em Quioto, Japão e que gerou o Protocolo de Quioto, um tratado internacional que definiu metas de redução de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) para os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento, considerados os responsáveis históricos pelas mudanças no clima.

As reuniões da UNFCCC passaram então a acontecer anualmente para alinhar interesses diversos dos países que integram esse acordo pois as metas de redução afetam diretamente a economia desses países porque foram direcionadas aos diversos setores como energia, transporte, agricultura, florestas e tratamento de resíduos. Em linhas gerais a ideia é que cada país avalie seus setores de emissão de GEE, apresente prazos e metas de reduções e a forma como isso acontecerá. No caso do Brasil as suas metas de redução de emissão estão focadas nas mudanças no uso da terra, principalmente em relação à redução dos índices de desmatamento.

A partir da década de 1990 a sustentabilidade ambiental então passou a ser divulgada e debatida mais amplamente por governos, instituições de ensino, instituições de pesquisa, organizações não-governamentais e pela sociedade.

Mas antes de dar continuidade à discussão sobre o tema Economia e Sustentabilidade é necessário esclarecer que a etimologia da palavra sustentável deriva do latim “*sustentare*”, que quer dizer sustentar, apoiar, conservar. Portanto, uma economia sustentável só existe se, de fato considerar que tanto quantitativamente como qualitativamente o ambiente é uma extensão do desenvolvimento (Sachs, 2007) e, portanto, deve ser incluído em todos os níveis de tomada de decisão.

Porém, a interpretação da sustentabilidade é difícil pois é um conceito muito abrangente e que envolve várias visões porque como afirmam Carvalho e Barcellos (2010) não há uma definição universalmente aceita sobre esse termo que possa ser aplicada a todas as situações e que não seja excessivamente genérica e pouco precisa.

Isso ocorre porque a sustentabilidade é mensurada em diferentes óticas, parâmetros e escalas e na literatura ela é, em geral, representada por meio de índices para expressar p.ex. a economia de um país, o bem-estar de uma população, o nível de desenvolvimento humano em dada região entre outros.

Sachs (2007) em um dos capítulos do seu livro intitulado *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento* analisa as deficiências do instrumental do economista onde afirma que as ferramentas tradicionais fornecidas pela microeconomia são falhas no contexto ambiental porque a regra de funcionamento da economia capitalista é a internalização do lucro pela empresa e a externalização, sempre que possível, dos custos.

É exatamente essa externalidade negativa que não é mensurada nem captada por índices como o Produto Interno Bruto (PIB) que por sua vez calcula o volume das atividades econômicas no Brasil. Em outras palavras, o PIB calcula a soma de bens e serviços produzidos em uma certa região, mas não inclui em seus cálculos vários atributos importantes, entre eles os danos ao meio ambiente, pois não registra as perdas dos recursos naturais não-renováveis e tampouco mede o tempo necessário para que os recursos renováveis se recuperem antes de um novo processo exploratório ser iniciado.

Na mesma direção, aquilo que não é bem definido, no caso a sustentabilidade, certamente não será bem mensurado. Por sua vez o que a gente mede serve de base para definir o que fazer, no caso de planejamentos, políticas públicas, tomadas de decisão.

Observa-se a economia crescer anualmente, mas não se subtrai dessa conta as perdas via desmatamento da Amazônia, lançamentos de poluentes no ar, poluição de recursos hídricos e tampouco as consequências negativas que esses problemas produzem. Como exemplo, apesar de o PIB brasileiro ter retraído 3,6% em 2016 em relação à 2015 (IBGE, 2017) o desmatamento na Amazônia aumentou em cerca de 29% (INPE, 2016), significando menor crescimento econômico com maior degradação ambiental nesse período, não sendo esta degradação contabilizada.

Então, se os recursos naturais são a base da produção e a sua extração perturba o ambiente em maior ou menor grau, como alcançar uma economia sustentável? Para Mendes (2004) o problema econômico está centralizado no fato que os recursos disponíveis ao homem para produzir bens e serviços são limitados, escassos, mas a sua necessidade ou o desejo por esses bens e serviços varia e é insaciável. É exatamente esse paradigma que precisa ser revisado.



## • É preciso desenvolver uma consciência ecológica •

Devido à movimentação ambiental das duas últimas décadas muito se tem falado sobre economia verde, economia sustentável, ecoeconomia, economia ecológica, ecossocioeconomia, ecodesenvolvimento e outros termos para designar mercados que aliam a adequação ecológica e o respeito ao meio ambiente aos seus processos produtivos.

Na prática, em sua grande maioria esse discurso tem se mostrado vazio, ineficiente ou insuficientemente sustentável porque a economia sempre girou e gira até hoje em torno da exploração, processamento, transformação e consumo de recursos naturais para suprir as demandas de uma sociedade consumista com redução significativa do estoque de recursos naturais (muitos deles não-renováveis) e perda de processos ecológicos.

Como avalia Henriquez (2010), apesar de o estudo da economia dos recursos naturais ter adquirido importância crescente em várias correntes do pensamento econômico, a abordagem dominante ainda é a da economia neoclássica ou convencional onde os recursos naturais exercem um papel central, mas como explicação de fonte material de riqueza, estando a economia acima do homem e o homem acima do meio ambiente.

Muitos especialistas em economia e sustentabilidade como Sen (2010) e Silva e Martins (2011) afirmam que o caminho que seguimos atualmente com o modelo de uma sociedade altamente consumista não tem volta porque não estamos impactando apenas o meio ambiente, mas gerando outros tipos de prejuízos como o agravamento de questões sociais como a fome, miséria, má distribuição de renda, doenças e outras mazelas sociais.

Nessa via, a base do antigo “tripé da sustentabilidade” hoje se apresenta com mais dois elementos que até recentemente não eram levados em consideração na definição de sustentabilidade ou de processos sustentáveis, englobando o contexto político e cultural. Desse modo a sustentabilidade segue pautada em cinco relevantes contextos: ambiental, social, econômico, político e cultural (IUCN, 1980; Sachs, 2007; Marchand; Torneau, 2014). Satisfazer a todas essas dimensões não é uma tarefa fácil pois é preciso pensar o desenvolvimento em diferentes níveis e escalas.

Uma economia sustentável é possível desde que a sociedade assuma uma postura ética com mudanças reais de paradigmas e velhos hábitos consumistas além da criação de instrumentos políticos claros, fortes, práticos, eficazes e adequados local ou regionalmente. De acordo com

Sachs (2007) uma mudança verdadeira depende de mudanças conceituais, mas também práticas.

Por exemplo, no campo da ciência e tecnologia é essencial que escolas de design e a área da engenharia industrial, por exemplo, se adequem e criem produtos que desde a sua produção sejam corretos ecologicamente e que após o uso e descarte possam ser reaproveitados, reciclados e reutilizados saindo do velho sistema da obsolescência planejada.

Devemos ainda refletir que a economia faz parte do progresso humano que por sua vez está inserido nas regras do meio ambiente e não o contrário. Enquanto essa lógica estiver invertida, o desequilíbrio entre economia e sustentabilidade vai persistir.

### • **Sustentabilidade de cadeias produtivas locais: um breve exemplo no estado do Pará** •

Na Amazônia a questão econômica sempre esteve associada à ciclos econômicos pautados na extração de recursos naturais diversos como aqueles descritos por Homma (2012) que cita as drogas do sertão, cacau, seringueira, juta, malva seguidos por atividades de mineração, agropecuária além de outras atividades que, ao longo das décadas culminaram na transformação de grandes áreas florestais em áreas produtivas ou em áreas degradadas por meio das chamadas mudanças do uso do solo.

Como discutido anteriormente, as mudanças do uso do solo principalmente via desmatamento da Amazônia respondem por grande parte dos prejuízos sociais, políticos e ambientais na região. Pensar em alternativas práticas que minimizem esses impactos ou mitiguem essa problemática ainda são um grande desafio. Nesse contexto, podemos analisar o exemplo de cadeias produtivas locais ou regionais diversas que, trabalhadas juntas, carregam bons elementos da sustentabilidade no seu sentido mais amplo.

É o exemplo da cacauicultura que, por ser o cacau (*Theobroma cacao* L.) uma espécie nativa amazônica de caráter inicialmente extrativista e atualmente manejada, possui alto valor agregado na venda no Brasil quando comparado com outros produtos como aqueles da agricultura, possui rentabilidade interessante na visão do agricultor e por ser uma espécie de origem florestal possui características ecológicas ótimas para

o uso consorciado com outras espécies de porte maior porque é uma espécie que tolera sombra e é muito utilizada em sistemas agroflorestais (SAFs).

Os SAFs são formas de uso ou manejo da terra que consorciam culturas agrícolas com espécies arbóreas (frutíferas e/ou madeireiras) podendo haver a criação de pequenos animais de forma simultânea ou temporal (Dubois et al., 1997; Melo et al., 2013; Silva, 2013).

Essa forma de manejo é um bom exemplo de sustentabilidade no meio rural porque: i) permite manter ou restaurar a biodiversidade local via consórcio de espécies nativas florestais e frutíferas de interesse amazônico como o próprio cacau, castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), seringa (*Hevea brasiliensis*), açaí (*Euterpe oleracea*) e espécies de uso agrônômico; ii) confere o melhor aproveitamento do espaço rural com várias culturas ao mesmo tempo; iii) viabiliza a segurança econômica porque o produtor não depende de um único produto; iv) confere segurança alimentar aos produtores familiares; v) tem benefício da paisagem bastante efetivo; vi) permite a fixação do homem no campo; vii) benefícios ecológicos em servir como corredor ecológico, melhoria da qualidade do solo, produção de matéria orgânica e provisão de demais serviços ecossistêmicos.

No caso do Pará existem políticas públicas que buscam fortalecer a cacauicultura e outras cadeias produtivas nativas como o Plano de Fortalecimento da Cacauicultura no Estado do Pará, o Plano Pará 2030, o FUNCACAU que é um fundo alimentado pelos tributos da venda no cacau no Pará.

Para Mendes e Reis (2013) o cultivo do cacau e SAF se apresenta como uma atividade economicamente viável, social, ecológica e político-institucional. E de fato, todas essas características das cadeias produtivas abarcam as cinco dimensões da sustentabilidade: geram economia e renda local, agregam mão de obra da agricultura familiar, auxiliam a manutenção ou restauração ecológica, são fomentadas por políticas públicas específicas e fazem parte do contexto regional de consumo e preferência da população.

Por fim, a demanda nacional e mundial por cacau confere ao estado do Pará o segundo lugar na produção nacional de amêndoas com cerca de 40% de participação em uma área cultivada de mais 170 mil hectares em 30 municípios (Plano Pará, 2030). O exemplo da cadeia produtiva do cacau

em SAF ainda carece de melhorias como a valorização das muitas variedades de cacau nativo e de várzea uma vez que grande parte das variedades hoje é proveniente de melhoramento genético, porém é uma alternativa com muitos elementos para o estabelecimento de uma economia sustentável.

### • Considerações finais •

Desde os anos 1980 as questões ambientais têm sido incluídas no contexto econômico, pois cada vez mais se conclui que o progresso das sociedades humanas, o desenvolvimento e o crescimento econômico de um país dependem de um ambiente natural equilibrado. Por sua vez, o equilíbrio ambiental é altamente dependente da forma e da velocidade como exploramos, acessamos e transformamos esses recursos. As atividades econômicas sempre foram indissociáveis dos ecossistemas. Na prática a economia reflete o nosso modo de vida e, ao longo do tempo esse modelo nos levou a não ser sustentáveis.

Para uma consciência ecológica individual é necessário fortalecer o coletivo e as alternativas e instrumentos políticos já existentes como o ICMS ecológico, isenção fiscal sobre atividades que de alguma forma tragam benefício social ou ambiental, aumento da fiscalização e do monitoramento ambiental, punição efetiva para desmatadores, degradadores e poluidores, incentivo às práticas sustentáveis, maior difusão de informação e incentivo a ciência e tecnologia.

### • Referências •

CARVALHO, P.G. M.; BARCELLOS, F. C. Mensurando a sustentabilidade. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.98-126, 2010.

DUBOIS, J.C.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1997.

HENRIQUEZ, M. A. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier. p. 49-78, 2010.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo, manejo ou plantio: o que fazer? In: SANTANA, A. C. de. (Org.). **Valoração econômica e mercado de recursos florestais**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia. p.185- 226, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE**: Contas nacionais trimestrais, indicadores de volume e valores correntes. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\_Nacionais/Contas\_Nacionais\_Trimestrais/Fasciculo\_Indicadores\_IBGE/pib-vol-val\_201701caderno.pdf>. Acesso em: 07 agosto 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Notícias**. Disponível em: < http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\_Noticia=4344>. Acesso em: 07 ago. 2017.

IUCN/UNEP/WWF. World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN); United Nations Environment Programme (Unep); World Wildlife Fund (WWF), 1980.

MARCHAND, G.; LE TOURNEAU, F.M. O desafio de medir a sustentabilidade na Amazônia: os principais indicadores mundiais e a sua aplicabilidade ao contexto amazônico. In: VIEIRA, I. C. G; TOLEDO, P. M.; SANTOS JUNIOR, R. A. (Org.). **Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Garamond. p. 195 - 220, 2014.

MELO, A.C. G; SILVA NETO, P.J.; CORRÊA, C.A. Cacaueiro em sistemas agroflorestais. In: **Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira**. Belém: CEPLAC/SUEPA. p.135-144, 2013.

MENDES, J. T. G. **Economia: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MENDES, F. A. T; REIS, S. M. dos. Importância socioeconômica e ambiental. In: **Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira**. Belém: CEPLAC/SUEPA. p. 12 - 19, 2013.

PLANO PARÁ 2030. Disponível em: < http://para2030.com.br/oportunidades/cacau/>. Acesso em: 09 ago. 2017.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. Paulo Freire Vieira (Org). São Paulo: Cortez, 2007.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SILVA, I. C. **Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos**. 1ªed. Itabuna: SBSAF, p.308, 2013.

SILVA, L. M. S; MARTINS, S. R. Agricultura familiar e sustentabilidade na Amazônia: avaliação com indicadores multidimensionais no território sudeste do Pará. In: HENTZ, A; MANESCHY, R. (Org.). **Práticas agroecológicas: soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região sudeste do Pará**. Jundiá: Paco Editorial,p.105-137, 2011.





## Bases biológicas da conservação





# Como os modelos de distribuição de espécies podem auxiliar na conservação da biodiversidade?

Maria Elisa Ferreira de Queiroz

Modelos descritores de distribuição de espécies (SDM) são ferramentas úteis na identificação de áreas reais de ocorrência de uma população ou potencialmente adequadas para sua ocupação (Renner et al., 2015), quase sempre baseadas em sua relação direta com fatores climáticos, topográficos e de interações bióticas (Phillips et al., 2006). Os modelos em geral, são aplicados a dados binários de presença/ausência ou somente de presença dos organismos, a partir de coletas realizadas em campo, de dados obtidos de coleções existentes em museus, herbários, bancos de dados virtuais ou ambos, tanto quando os dados amostrados na pesquisa estão em pequena quantidade, quanto para estudos cronológicos de distribuição (Rashidi et al., 2015).

Os dados ambientais podem ser obtidos por meio de cartografia, imagens de satélite, fotos aéreas ou das leituras de estações de coleta de dados. Os dados brutos são refinados através de técnicas de classificação/agrupamento, no caso de imagens, e de interpolação no caso de dados das estações meteorológicas. Os mapas ambientais produzidos são fornecidos em forma de grade (grid, imagem ou raster) e estes é que servirão de entrada para os algoritmos responsáveis por gerar os modelos (AMBADATA, 2017).

Existem diversos modelos de distribuição de espécies e sua escolha está relacionada ao tipo de dados que se dispõe para análise e da resposta esperada para o estudo (Phillips; Elith, 2013). Os softwares estão disponíveis em sua maioria em programas gratuitos, como DIVA-GIS ([www.diva-gis.org](http://www.diva-gis.org)), R-project ([www.rproject.org](http://www.rproject.org)), de ampla distribuição que dispõem de pacotes de geoprocessamento, como o dismo ([cran.r-project.org/web/packages/dismo](http://cran.r-project.org/web/packages/dismo)), considerando o período da análise, a espécie ou a comunidade alvo. Neste trabalho serão apresentados alguns destes modelos, bem como as possibilidades de aplicação como auxílio na conservação da biodiversidade.



## • Exemplos de Modelos de distribuição de espécies •

Existem diversos algoritmos usados para SDM, quando se pretende modelar dados binários, como de presença e ausência, pode-se utilizar modelos de regressão logística, modelos lineares generalizados (GLM), modelos aditivos generalizados (GAM), que podem representar curvas mais apropriadas à distribuição das espécies que àquelas observadas em modelos simplesmente lineares de regressão (Mourão; Magnusson, 2007). Dados de ausência real são escassos e quase sempre incompletos, principalmente em ambientes muito diversos, como os tropicais, por este motivo, nestas regiões são priorizados modelos que utilizam somente dados de presença ou presença/pseudo-ausência (De Marco Júnior; Siqueira, 2009).

Dados de somente presença, onde se quer fazer uma exploração das características de ocorrência das espécies, podem utilizar: similaridade ambiental, distância Euclidiana, distância de Mahalanobis, distância de Hellinger, Fatores de análise de nicho ecológico (ENFA), análise de componentes principais (PCA), de máxima entropia (MaxEnt), regressão multivariada por *splines*, redes neurais, algoritmos genéticos gerais (GARP), modelos de vetores de suporte (SVM), envelopes bioclimáticos (BIOCLIM e DOMAIN). Estes modelos são eficientes quando os dados são incompletos ou duvidosos (De Marco Júnior; Siqueira, 2009).

Segundo Fattorini et al. (2016), estudos de estruturas de comunidades podem ser feitos através de modelos de distribuição de abundâncias de espécies (rankabundância) e índices de diversidade, por elucidarem o caráter da resposta das comunidades aos distúrbios ambientais em escala local. Estes autores analisaram a distribuição de artrópodos de solo e de copa em três padrões de ocupação em ilhas, por séries geométricas (GS) para representar comunidades com alta dominância e por MacArthur Broken Stick (BS) para representar distribuições mais equitativas, com ajuste realizado com o modelo Gambin.

O ajuste dos pontos de ocorrência a uma função depende da adequabilidade da escolha do modelo, que deve estar sincronizado ao desenho amostral (tamanho apropriado da área de estudo, resolução espacial adequada de camadas ambientais, intensidade uniforme sobre o registro de espécies, equilíbrio ambiental e igualdade de nichos da espécie em toda sua distribuição), aos dados, que quando forem de presença e ausência devem ter origem confiável, pois a inobservância a estes pressupostos afetam o resultado apresentado no modelo (Carretero;

Sillero, 2016). A interpretação da resposta dos modelos depende do bom conhecimento sobre os aspectos ecológicos e fisiológicos da espécie/comunidade alvo.

De Marco Júnior e Siqueira (2009) apontam os problemas mais comuns encontrados no uso de dados, principalmente os de origem secundária para a aplicação nos modelos (Tabela 1).

Tabela 1. Principais problemas encontrados nos dados utilizados em modelos de distribuição de espécies (SDM).

Problema	Explicação	Risco
Precisão nos dados de ocorrência	Muitas informações da literatura apresentam apenas o município coletado e o georreferenciamento é feito pela sede do município	Em municípios muito extensos (e.g. na Amazônia) esses erros podem representar uma enorme diferença de características ambientais
Vício dos dados de ocorrência	Os coletores tendem a se distribuir ao redor de grandes cidades ou estradas	Os vícios devem gerar um modelo mais restrito que a distribuição real da espécie
Erros de identificação	Dados de museus e herbários podem conter erros de identificação	Descrição incorreta das relações com os fatores ambientais
Resolução dos dados ambientais	Dados ambientais em uma resolução muito pequena podem gerar um alisamento da variação ambiental real	Descrição pobre ou incorreta da relação com os fatores ambientais
Dados ambientais não relacionados à espécie	As espécies podem ser limitadas em sua distribuição por variáveis não disponíveis para modelagem	Descrição pobre das relações com os fatores ambientais

Fonte: Adaptado de De Marco Junior e Siqueira (2009).

Os modelos variam de acordo com a complexidade dos dados que serão analisados, procurando construir uma relação estatística, não determinista, entre: as superfícies climáticas e as coordenadas de conhecimento de ocorrência da espécie alvo (Roubicek et al., 2010), de nicho ecológico (ENM – *Ecological Niche Modelling*) considerando as condições e recursos nas quais os indivíduos de uma espécie necessitam para sobreviver, crescer e reproduzir (De Marco Júnior; Siqueira, 2009) e que os imponha limitações de distribuição pelo ambiente, influenciando seus processos bióticos

(Carretero; Sillero, 2016). O aumento do conhecimento destas correlações pode servir como uma ferramenta para planejamentos de conservação (Giovannelli et al., 2010).

### • Como os SDM podem ser aplicados? •

A modelagem de distribuição de espécies considera os dados de presença/ausência, mas a determinação real da possibilidade de ocorrência das espécies num determinado local exige do pesquisador um bom conhecimento sobre a biologia do organismo alvo, das possíveis interações realizadas por ele na comunidade e dos impactos reais exercidos sobre o ambiente estudado. A seguir serão apresentadas algumas aplicações do SDM, especificamente para organismos do solo.

### • Exemplos do uso para modelagem de invertebrados de solo •

Os diversos tipos de usos do solo realizados pela colonização humana causaram alterações em seus horizontes que podem ser verificadas por transformações em suas propriedades químicas, físicas e biológicas (Primavesi, 2010), afetando principalmente serviços ecossistêmicos como: a ciclagem de nutrientes, a infiltração de água, armazenamento de carbono e o desenvolvimento de vegetais, interferindo na produção primária dos ambientes (Lavelle; Spain, 2008).

Entretanto, estudos que analisam a distribuição de invertebrados no solo, os quais potencializam os processos descritos acima ainda são escassos, com poucas descrições sobre a preferência ecológica de habitat por estes organismos (Marchán et al., 2016). Segundo estes autores, predições de ocorrência com o uso do modelo MaxEnt são comumente usadas para besouros, térmitas, miriápodos e minhocas, aliados a aplicação de índices de diversidade para comparação e testes estatísticos. Eles aplicaram o modelo para minhocas, cujas variáveis bioclimáticas de limitação foram: temperatura, umidade, topografia, estrutura e bioquímica do solo, vegetação e uso da terra, influência humana. As variáveis ambientais analisadas mostraram preferências diferenciadas entre as espécies.

Fattorini et al. (2016) analisaram a fauna de invertebrados do solo por meio de armadilhas do tipo pitfall (o modelo utilizado foi descrito acima), onde

o ajuste do  $\alpha$  na distribuição gama refletiu a complexidade de interações entre as comunidades no ambiente. Estes autores consideraram as perturbações de origem antrópica como um fator de interferência na fauna do solo, visto pela homogeneização do ambiente causada pelo uso humano e da mobilidade destes organismos ser muito restrita. O mesmo não foi observado para a fauna de copa, cuja distribuição é mais influenciada por fatores ambientais que variam naturalmente.

Batistella et al. (2015) para avaliar a distribuição de três espécies de diplópodos numa porção da floresta Amazônica no Brasil utilizaram GLMs, com ajuste da distribuição de Poisson, com redimensionalização das variáveis ambientais, com uso da PCA, que foram a porcentagem de argila, areia e pH no solo, altitude, abertura do dossel e volume de serapilheira. Os dados utilizados no estudo foram primários e demonstraram preferências de colonização de hábitat diferenciadas entre as espécies com relação às variáveis ambientais, mas os estudos de distribuição desta espécie são escassos, o modelo não pôde ser ampliado para outras áreas de distribuição potencial.

Os grupos de invertebrados do solo apresentam características diferenciadas quanto à sua ocupação, principalmente relacionadas às condições físicas do ambiente, sua morfologia e fisiologia própria, a disponibilidades de alimento (Lavelle; Spain, 2008), entretanto, as variáveis ambientais e de interação correlacionadas a estes organismos ainda são pouco conhecidas, talvez não mensuráveis ou adequadas para serem utilizadas nos modelos (De Marco Junior, 2007).

### • Descrição de um SDM para fauna de invertebrados do solo •

Em locais onde os dados de distribuição de espécies são escassos ou incompletos, os dados de ausência quase sempre são problemáticos ou negligenciados. Nestes casos, a escolha ideal de um modelo preditor de distribuição deve envolver dados somente de presença, como o MaxEnt, que é adequado para informações ruidosas ou escassas e pode lidar com variáveis categóricas e contínuas ao mesmo tempo (Carretero; Sillero, 2016). Este algoritmo é preferido em diversas análises SDM/ENM, o que permite estudos comparativos (Qiao et al., 2015).

Phillips et al. (2006) descreve o algoritmo MaxEnt como o mais simples e adequado método para modelar distribuição de espécies com dados de

ocorrência pouco conhecidos e de complexidade intensa, como os decorrentes de espécies distribuídas em ambientes tropicais. O modelo pode prever: i) a composição de comunidades ao longo de gradientes ambientais; ii) distribuição de abundância relativa baseada no número de indivíduos, espécie e energia; iii) distribuição de espécies baseado sobre co-variáveis ambientais; iii) prever associações em redes alimentares, dentre outras possíveis aplicações.

São definidas no modelo as restrições ao dado de ocorrência (e.g. temperatura, altitude, pluviosidade), que assume que a probabilidade de distribuição é perfeitamente uniforme no espaço geográfico e se afasta dessa distribuição apenas na medida em que é forçada pelas restrições. Por exemplo, com relação as variáveis ambientais, o modelo pressupõe que uma espécie ocorre à temperatura  $x$  em proporção a disponibilidade do valor  $x$  na paisagem.

O modelo pode ser usado na exploração de relações complexas no ambiente e como apresenta previsões imparciais e não discriminativas, é bom para pequenos conjuntos de dados, como os existentes para fauna de invertebrados de solo. Alguns erros são esperados para todos os sistemas de predição, entretanto, algumas técnicas são utilizadas para dar robustez aos modelos (Phillips; Elith, 2013), evitando a estimação de ocorrências improváveis ou omitindo distribuições potenciais de espécies.

Para que os dados sejam validados como positivos verdadeiros, comumente se utilizam gráficos plot-ROC (característica operacional do receptor), que dispõe de um sistema de coordenadas  $x$  (especificidade),  $y$  (sensibilidade) que definem a acurácia dos pontos onde a espécie realmente ocorre. Este gráfico apresenta uma área sob a função ROC, conhecida pela sigla AUC (*area under the curve*), cujo índice apresenta uma única medida de precisão geral que não depende de um determinado limite, seu valor está entre 0,5 e 1, onde 0,5 indica que a pontuação entre os dois grupos não difere e quanto mais próximo de 1, de que há uma representatividade positiva nos dados (Fielding; Bell, 1997).

A Figura 1 representa um exemplo de como os dados são plotados para responder sobre a distribuição de espécies, neste caso de anelídeos (família Hormogastridae), aplicado por Marchán et al. (2016) no Mediterrâneo, utilizando o algoritmo MaxEnt que descreveu a ocorrência de quatro clados: Central Iberian, Tyrrhenian, Northeastern Iberian, Disjunct, com valor de AUC > 0,5.

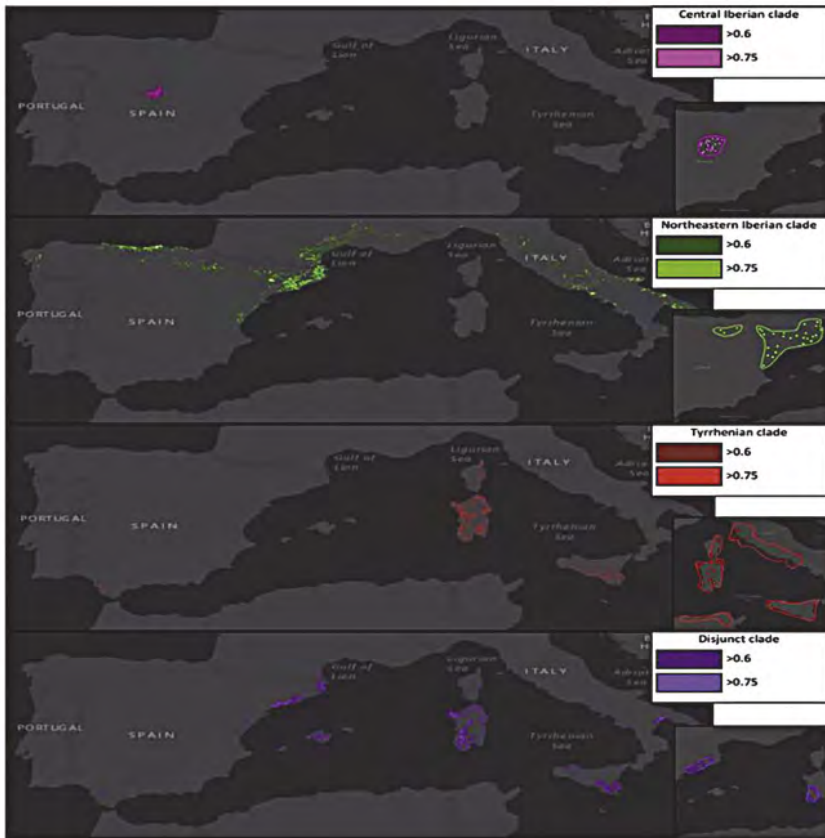


Figura 1. Mapas de adequação do habitat para os quatro clados neste estudo. Somente valores acima de 0.6 (sombra mais escura) e 0.75 (sombra mais clara) são mostrados. Os mapas pequenos mostram os dados de ocorrência para cada clado e o contorno colorido mostra o alcance conhecido do clado. Central Iberian: rosa, Tyrrhenian:vermelho, Northeastern Iberian: verde, Disjunct: roxo. Fonte: Marchán et al. (2016).

Os dados climáticos e bioclimáticos também podem causar problemas de correlação de distribuição destes organismos, que são muito influenciados por condições microclimáticas de umidade e temperatura (Pompeo et al., 2016), com poucas respostas quando se utiliza os padrões do painel intergovernamental de mudanças climáticas – IPCC ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)), que recomenda o uso de dados climáticos dos últimos 30 anos ou dos disponíveis no WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), compreendidos nos últimos 30 a 50 anos. Para o uso destes dados no estudo da macrofauna de solo são necessárias customizações que podem comprimir estes períodos longos em intervalos de classe menores, como a cada dez anos ou menos (Roubicek et al. 2010).

## • Considerações Finais •

Os desafios encontrados no estudo de modelagem de distribuição de espécies apresentam um caráter mais técnico, relacionado à coleta de dados de ocorrência e de conhecimento ecológico, fisiológico e do nicho das espécies alvo do que propriamente teórico-matemáticos. Os modelos disponíveis estão em constante evolução de adequação aos mais diferentes dados e áreas, com recursos cada vez menos sensíveis à omissão de informações, gerando respostas satisfatórias e auxiliando na construção de planejamentos de conservação e tomada de decisões de uso de terras, sendo eficazes ferramentas na elaboração de políticas de proteção de espécies pouco abundantes e com distribuição limitada. Entretanto, para modelar a distribuição de espécies, principalmente quando os organismos alvo são tão numerosos e diversos, com alta especificidade de nichos, ainda é preciso que se estabeleçam prioridades para aumentar o conhecimento sobre a biologia destes grupos, além de uma padronização dos inventários de biodiversidade, que possam estabelecer presença, assim como ausências reais, melhorando a acurácia dos resultados e integrando mais organismos nas propostas de conservação.

## • Referências •

- AMBDATA. Variáveis ambientais para modelagem de distribuição de espécies. Divisão de processamento de imagens. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/index.php>>. Acesso em: 5 ago. 2017.
- BATISTELLA, D. A.; PINHEIRO, T. G.; RODRIGUES, D. J.; BATTIROLA, L. D. Distribuição de espécies de Spirostreptidae (Diplopoda: Spirostreptida) em uma área na Amazônia mato-grossense. **Acta Biol. Par.**, v.44., n.3-4, p.159-170, 2015.
- CARRETERO, M. A.; SILLERO, N. Evaluating how species niche modelling is affected by partial distributions with an empirical case. **Acta Oecologica**, n. 2, p. 110, 2016.
- DE MARCO JÚNIOR, P. Uso de modelos aditivos generalizados na estimativa da distribuição potencial de espécies. **Megadiversidade**, v.1, n.3, p.38-45, 2007.
- DE MARCO JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade**, v.1, n.2, p. 65-76, 2009.
- FATTORINI, S.; RIGAL, F.; CARDOSO, P.; BORGES, P. A. V. Using species abundance distribution models and diversity indices for biogeographical analyses. **Acta Oecologica**, n.70, p. 21-28, 2016.
- FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models, Environmental Conservation. **Foundation for Environmental Conservation**, v.24, n.1, p.38-49, 1997.



- GIOVANELLI, J. G. R.; SIQUEIRA, F. S.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods, *Ecological Modelling*. **Science Direct**, n.221, p.215-224, 2010.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil Ecology**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2008.
- MARCHÁN, D. F.; REFOYO, P.; FERNANDEZ, R.; NOVO, M.; SOSA, I.; COSÍN, D. J. D. Macroecological inferences on soil fauna through comparative niche modeling: The case of Hormogastridae (Annelida, Oligochaeta). **European Journal of Soil Biology**, n.75, p.115-122, 2016.
- MOURÃO, G.; MAGNUSSON, W. E. Modelos lineares como ferramentas para a modelagem da distribuição de espécies. **Megadiversidade**, n.1-2, v.3, p.5-12, 2007.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E.; Maximum entropy modeling of species geographic distributions, *Ecological Modelling*. **Science Direct**, n.190, p. 231–259, 2006.
- PHILLIPS, S. J.; ELITH, J. On estimating probability of presence from use – availability or presence-background data, *Ecology*. **Ecological Society of America**, v.94, n.6, p.1409-1419, 2013.
- POMPEO, N.; SANTOS, P. B.; APARECIDA, M.; BIASI, P.; SIQUEIRA, F. J. S.; ROSA, M. G.; DUARTE, M. R.; BARETTA, C.; BARETTA, D. **Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina**, Scientia Agraria, Brasil, n. 17, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99548332006>>. Acesso em: 5 ago. 2017.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2010.
- QIAO, H.; SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. No Silver Bullets in Correlative Ecological Niche Modeling: Insights from Testing Among Many Potential Algorithms for Niche Estimation, Research Article. *Darren Criticos*, 2015. Doi: 10.1111/2041210X.12397.
- RASHIDI, P.; WANG, T.; SKIDMORE, A.; VRIELING, A.; DARVISHZADEH, R.; TOXOPEUS, B.; NGENE, S.; OMONDI, P. **Spatial and spatiotemporal clustering methods for detecting elephantpoaching hotspots**. *Ecological Modelling*, **Science Direct**, n.297, p.180-186, 2015.
- RENNER, I. W.; ELITH, J.; BADDELEY, A.; FITHIAN, W.; HASTIE, T.; PHILLIPS, S. J.; POPOVIC, G.; WARTON, D. I. **Point process models for presence-only analysis**, *Methods in Ecology and Evolution*. **British Ecological Society**, n.6, p. 366379, 2015.
- ROUBICEK, A. J.; VANDERWAL, J.; BEAUMONT, L. J.; PITMAN, A. J.; WILSON, P.; HUGHES, P. Does the choice of climate baseline matter in ecological niche modelling? *Ecological Modelling*, **Science Direct**, n.221, p.2280–2286, 2010.



# Influência dos processos adaptativos da vegetação na dinâmica dos ecossistemas de várzea

Renata Sousa Tenório

Estima-se que exista uma superfície de 98.000 km<sup>2</sup> coberta por ecossistemas de mata inundável no bioma Amazônia, das quais 75.880,8 km<sup>2</sup> correspondem às florestas de várzea (Lima, 1956; Macedo et al., 2007; Junk et al., 2014). As várzeas amazônicas podem ser divididas em dois grupos, de acordo com o sistema hídrico (Prance, 1980). As várzeas sazonais, que são submetidas ao ciclo anual de enchente e vazante por um período de aproximadamente seis meses cada; e as várzeas de marés oceânicas, que estão sujeitas aos pulsos de inundação diária (Almeida et al., 2004).

Dá-se o nome de marés aos movimentos alternados de ascensão e abaixamento das águas do mar. Esse movimento tem duração de 6 horas e 12 minutos e chega à altura máxima, denominada de enchente ou preamar, a qual permanece parada durante 7 minutos e, em seguida, inicia a vazante ou baixa-mar com mesma duração; esses movimentos são realizados quatro vezes ao dia (Lima, 1956). A vegetação que se desenvolve sob inundações diárias causadas pelo fluxo das marés apresenta frequentes adaptações ecológicas, fisiológicas e morfológicas (Almeida et al., 2004), que podem influenciar na dominância de determinadas espécies da regeneração.

A diferença entre os níveis e o tempo de inundação foi denominada de “heterogeneidade ambiental” por Bertani et al. (2001). Essa heterogeneidade é atribuída a uma série de fatores, como a variação da várzea de maré, gerando várias subdivisões vegetacionais (Prance, 1980); a capacidade dos vegetais de se adaptarem às mudanças periódicas dos níveis de inundação (Junk, 1980); a distância entre as áreas (Almeida et al., 2004); a presença de espécies com considerável número de indivíduos por unidade de área (Jardim; Vieira, 2001; Santos; Jardim, 2006) e as inundações periódicas, apesar de restritivas em termos de diversidade têm atuação diferenciada no espaço (Bertani et al., 2001).

As florestas de várzea que sofrem influência de maré são ambientes caracterizados por apresentarem elevada biomassa (Prance, 1980). Essa tipologia vegetal é classificada como Floresta Ombrófila Densa Aluvial, apresenta com frequência um dossel emergente uniforme, porém, devido à exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta (IBGE, 2012). As principais atividades econômicas realizadas pelas famílias que vivem nas áreas de várzea da Amazônia brasileira são o extrativismo vegetal, principalmente o fruto e o palmito do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), representando 40% do valor econômico (Almeida; Silva, 1997). Estes recursos naturais, além de fins comerciais, proporcionam a subsistência familiar das comunidades ribeirinhas.

O solo predominante nas áreas de várzea da Amazônia é do tipo Glei Pouco Húmico. De um modo geral, são solos hidromórficos, pouco desenvolvidos, mal drenados e de baixa permeabilidade (Valente et al., 1998; Silva; Sampaio, 1998). A fertilidade deste solo é renovada periodicamente pelo carreamento de sedimentos organominerais em suspensão, que atuam como fonte de nutrientes para a vegetação (Mascarenhas; Modesto Junior, 1998). Apesar dos efeitos benéficos da inundação, a biodisponibilidade dos nutrientes é alterada pelas reações de oxirreduções (Ponnamperuma, 1972) e pelo empobrecimento do Nitrogênio (N) no solo devido a redução do nitrato a nitrito (denitrificação), resultando em deficiências desse nutriente para as plantas mesmo após o período de inundação (Ponnamperuma, 1977).

Para Abreu et al. (2007) e Brito et al. (2008), as inundações sazonais do solo influenciam na germinação, estabelecimento e dominância das espécies arbóreas. As primeiras formas de vida vegetal a colonizar os bancos de sedimentos recém depositados são as ervas aquáticas pioneiras, que se encarregam de cobrir o solo e fixar o sedimento, logo depois a sucessão se inicia com a colonização de plantas lenhosas, que aumentam a cobertura vegetal do solo e consolidam o serviço iniciado pelas pioneiras (Almeida et al., 2004).

### • Processos adaptativos da vegetação •

A dinâmica hidrológica e geomorfológica dos rios resulta em um mosaico de habitats (Wittmann; Junk, 2003) estruturado por processos de competição que selecionam as espécies que irão ocorrer em um determinado local devido a condições ambientais limitantes, tais como

luminosidade, fertilidade do solo, tempo de inundação ou competição intra e interespecífica (Keddy, 1992). Poucas famílias e espécies de plantas conseguem sobreviver e disseminar de modo a dominar a paisagem (Santos; Jardim, 2006). Isto porque, as espécies, que crescem nas áreas inundáveis, sincronizam seus processos ecológicos como, por exemplo, a reprodução e a dispersão de sementes, com as inundações (Parolin, 2009).

Alguns autores determinaram que há um aumento do número de espécies de plantas com a diminuição da inundação nas várzeas na Amazônia (Wittmann et al., 2006) e que há uma substituição da comunidade de espécies em relação ao tempo de inundação (Wittmann et al., 2003). Ainda que o ambiente favoreça a colonização de algumas espécies mais exigentes em nutrientes do solo, mas que possam vegetar em solos mal drenados e sem estrutura pedológica definida (Almeida et al., 2004).

A cobertura vegetal das áreas de várzea da Amazônia apresenta uma estrutura complexa, com árvores emergentes, grande densidade de espécies onde predominam palmeiras como os “babaçuais” (*Orbignya phalerata* Mart.), buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.f.) (Brondizio et al., 1993), tendo como destaque o açazeiro, espécie fundamental para a população da região Norte.

As várzeas proporcionam condições de adaptabilidade para palmeiras e outras espécies típicas de áreas inundáveis, os fluxos diários de marés induzem as espécies à formação de estruturas especiais como pneumatóforos, que em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* permitem maior oxigenação, raízes aéreas e lenticelas (De Granville, 1974; Kahn; Castro, 1985). Quanto maior o grau de inundação, a estratégia de reprodução vegetativa é mais intensa, como por exemplo, rebrotações caulinares e/ou radiculares (De Granville, 1974; Crawford; Braendle, 1996), que tem sido a estratégia mais comum nas diferentes espécies de palmeiras (Jardim et al., 2007). A Figura 1 apresenta um corte transversal da várzea, podendo-se observar o nível do solo da várzea alta, várzea baixa e do igapó, a estrutura da vegetação e o nível da água das marés.

Na várzea baixa, as palmeiras estão adaptadas às condições favoráveis do solo fértil e do teor de umidade e são consideradas dominantes em relação a outras espécies; a biomassa vegetal alta é decorrente da deposição de matéria orgânica das árvores, arbustos e do material lixiviado pelos rios (Sampaio, 1998).

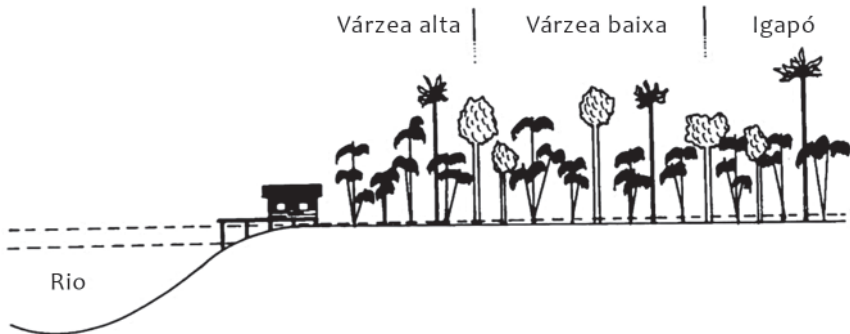


Figura 1. Tipos de várzea e o nível das águas de maré. Fonte: Nogueira (1997).

Por se tratar de áreas onde o extrativismo de produtos vegetais é mais intenso, têm baixa diversidade vegetal possibilitando que algumas espécies nativas passem à condição de dominantes formando-se, assim, as chamadas florestas oligárquicas, que se caracterizam pela presença de poucas espécies dominando o ecossistema, as quais se encontram distribuídas de forma homogênea, fazendo parte do estrato intermediário do revestimento florístico, em contraposição às várzeas altas (Peters, 1992; Nogueira, 1997).

Muitas árvores adaptam-se nos solos de várzea alta, devido à riqueza do solo, favorável ao desenvolvimento de espécies que necessitam de muitos nutrientes associados ao tipo de solo mais seco, devido à pouca influência das águas (Pires, 1974; Sampaio, 1998). Nas áreas não manejadas a vegetação na várzea alta apresenta nítida predominância de dicotiledôneas, na várzea baixa as palmeiras têm igual participação e no igapó elas predominam (Lima, 1986).

Por serem mais antigas e devido a pobreza de nutrientes do solo, as florestas de igapó desenvolveram mecanismos mais específicos para a ocupação de nichos em comparação com a floresta de várzea, mais recente geologicamente, com maior nível de nutrientes, dinâmica fluvial e taxa de sedimentação que podem ser fatores seletivos para que somente as espécies mais adaptadas a essas condições possam ocupar os nichos disponíveis nas florestas de várzea (Junk, 1997; Cianciaruso et al., 2009).

Entre as adaptações ecofisiológicas, pode-se citar a intensa troca de gases pelas lenticelas caulinares, para compensar a hipoxia ao nível de raízes; o

controle da abertura estomática nas folhas, a perda total ou parcial de folhas (deciduidade) e o ritmo de crescimento sazonal das plantas regulado pelo período de inundação (Almeida et al., 2004).

O meio oxigenado é essencial para iniciar e manter a expansão radicular, porém em ambientes alagados ocorre um decréscimo na concentração de oxigênio do solo, acarretando distúrbios no metabolismo das plantas, que se manifestam por meio de alterações no crescimento e desenvolvimento (Atwell; Steer, 1990), este é um fator de crescimento limitante para as espécies que não têm a capacidade de adaptar seu sistema radicular.

Para Vartapetian e Jackson (1997) e Sampaio (1998), as adaptações morfoecológicas na maioria das espécies tolerantes a água, favorecem sua estrutura e composição, devido à formação de aerênquimas, de raízes tabulares (sapopemas), que facilitam a sustentação de grandes árvores; e a presença de raízes adventícias e estruturas aéreas como rizóforos, pneumatóforos e haustórios (Almeida et al., 2004).

Nestes tipos de vegetação o ciclo hidrológico é um dos principais processos de manutenção da biodiversidade (Parolin, 2009), que resultam na adaptação da biota para sobreviver aos períodos de inundação (Ferreira et al., 2005; Ferreira; Parolin, 2010), causados pelo fluxo diário das marés. Isto é possível devido ao mecanismo de regulação osmótica da água que os elementos florísticos da vegetação possuem, permitindo que suas raízes e caules tolerem longas horas de inundação a cada dia, inclusive certo grau de salinidade (Wittmann; Junk, 2003).

A dominância de palmeiras na várzea baixa está diretamente relacionada com a água, pois, segundo Fisch (1998) o grau de tolerância das plantas em condições de solos inundados varia entre as espécies. Por isso, muitas espécies arbóreas e herbáceas conseguem sobreviver ao encharcamento radicular, enquanto outras morrem durante a fase de plântula e, as que sobrevivem formam raízes adventícias, para absorver água e nutrientes (Jackson; Drew, 1984).

Algumas características naturais das espécies podem favorecer sua germinação e estabelecimento nas várzeas, Almeida et al. (2004) destacam a eficiência da dispersão de frutos e sementes pela água; capacidade de suportarem estresse hídrico e a habilidade mecânica das raízes para se fixarem em substrato pouco consolidado; sucesso na germinação das sementes e capacidade de regeneração das plântulas.

## • Considerações finais •

O regime de cheias e vazantes e os solos hidromórficos fazem com que o ambiente de várzea crie uma condição especial de adaptação, tornando-o altamente dinâmico. A floresta de várzea apresenta menor diversidade do que a floresta de terra firme pois apenas determinadas espécies dispõem de mecanismos morfofisiológicos que toleram as mudanças periódicas dos níveis de inundação. Apesar da dinâmica hidrológica influenciar na dominância de poucas espécies, possuem considerável número de indivíduos por unidade de área.

Os processos de seletividade, além de propiciarem uma menor diversidade, induzem as espécies a criarem estruturas especiais, como as sapopemas que permitem a sua sustentação em solos mal drenados e sem estrutura pedológica. A saturação hídrica e o nível de nutrientes do solo são os principais fatores atuando na seleção natural das espécies. Os processos evolutivos aos quais as espécies foram submetidas também levaram ao desenvolvimento de estratégias reprodutivas, como a rebrotação.

Além das características naturais de certas espécies, que podem favorecer sua sobrevivência, as condições hidrológicas sazonais influenciam na dinâmica das comunidades, acarretando um longo período de adaptação e evolução. Entretanto, algumas espécies não sobrevivem devido ao estresse hídrico, por não adaptarem o sistema radicular ao ambiente de hipoxia e a falta de capacidade de absorver nutrientes do solo.

O valor que os povos tradicionais atribuem aos recursos vegetais são importantes nas propostas para conservação da biodiversidade e deveriam receber mais atenção no planejamento de políticas de conservação e desenvolvimento.

## • Referências •

- ABREU, E. M. A. D.; FERNANDES, A. R.; RUIVO, M. D. L. P. Variação temporal e vertical de atributos químicos de um gleissolo do Rio Guamá cultivado com Canaranas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.277-285, 2007.
- ALMEIDA, S. S. de; AMARAL, D. D. do; SILVA, A. S. L. da. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. **Acta amazonica**, v.34, n.4, p.513-524, 2004.
- ALMEIDA, S. S.; SILVA, P. J. D. da. As palmeiras: aspectos botânicos, ecológicos e econômicos. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). Caxiuanã. Belém: **CNPQ/MPEG**, p. 235 251, 1997.
- ATWELL, B. J.; STEER, B. T. The effect of oxygen deficiency on uptake and distribution of nutrients in maize plants. **Plant and soil**, n.122, p.1-8, 1990.

BERTANI, D. F. et al. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.1 p.11-23, 2001.

BRITO, E. R.; MARTINS, S. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de campo sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. **Acta Amazonica**, v.38, n.3, p.379-386, 2008.

BRONDIZIO, E.S.; MORAN, E.F.; MAUSEL, P.; WU, Y. Dinâmica da vegetação do Baixo Amazonas: análise temporal do uso da terra integrando imagens Landsat TM, levantamentos florístico e etnográfico. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 7, Curitiba, 1993. Anais. Curitiba, SBSR, 1993.

CIANCIARUSO, M.C.; SILVA, I.A.; BATALHA, M.C. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, v.9, n.3, p.93-103, 2009.

CRAWFORD, M. M. R.; BRAENDLE, R. Oxygen deprivation stress in a changing environment. **Journal of experiment Botany**, v.47, n.295, p.145-159, 1996.

DE GRANVILLE, J. J. Aperçu sur la structure des pneumatophores de deux espèces des sols hydromorphes en Guyane. **Bulletin de Institut Français d'Études Andines**, v.23, n.2, p.3-22, 1974.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; PAROLIN, P. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna: subsídios para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuana. **Pesquisas, Botânica**, n.56, p.103-116, 2005.

FERREIRA, L. V.; PAROLIN, P. Amazonian white- and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. **Ecotropica**, v.16, p.31-41, 2010.

FISCH, S. T. V. **Dinâmica de Euterpe edulis Mart. na floresta ombrófila densa Atlântica em Pindamonhangaba-SP**. 126 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo/Instituto de Biociências, São Paulo, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro, p. 156-166, 2012.

JACKSON, M. B.; DREW, M. C. Effects of flooding on growth and metabolism of plant herbaceous. In: KOSZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Flooding and Plant Growth**. New York: Academic Press, p.48-128, 1984.

JARDIM, M. A. G.; VIEIRA, I. C. G. Composição florística e estrutura de uma floresta de várzea do estuário amazônico, ilha do Combu, Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica**, v.17, n.2, p.333-354, 2001.

JARDIM, M. A. G.; SANTOS, G. C.; MEDEIROS, T. D. S.; FRANCEZ, D. C.

Diversidade e estrutura de palmeiras em floresta de várzea do estuário amazônico. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.2, n.4, p.7-24, 2007.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis – Um desafio para Limnologia. **Acta Amazonica**, v.10, n.4, p.775-795, 1980.

JUNK, W. J. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. **Springer**, New York. p.551, 1997.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; NUNES DA CUNHA, C.;

MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v.24, n.1, p.5-22, 2014.



- KAHN, F.; CASTRO, A. de. The palm community in a Forest of Central Amazônia, Brazil. **Biotropica**, v.17, n.3, p.210-216, 1985.
- KEDDY, P. A. Assembly and response rules-2 goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, v.3 p.157-164, 1992.
- LIMA, R.R. A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. Belém, **IAN. Boletim Técnico**, n.33, p.1-164, 1956.
- MACEDO, D. S.; OLIVEIRA JUNIOR, P. H. B.; NOGUEIRA, E. L. S.; GUEDELHA, C. Produção madeireira, comercialização e o potencial para a certificação florestal nas várzeas: perspectivas para o novo milênio. In: SALOMÃO, R. P.; TEREZO, E. F. M.; JARDIM, M. A. G. (Ed.). **Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 139-175, 2007.
- MASCARENHAS, R.E.B.; MODESTO JUNIOR, M.S. Plantas daninhas de várzea do rio Guamá (PA). Belém: **Embrapa-CPATU** (Boletim de Pesquisa), v.186, p.52, 1998.
- NOGUEIRA, O. L. **Regeneração, manejo e exploração de açais nativos de várzea do estuário amazônico**. 149 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.
- PAROLIN, P. Submerged in Darkness: Adaptations to Prolonged Submergence by Woody Species of the Amazonian Floodplains. **Annals of Botany Flooding**, v.103, p.359-376, 2009.
- PETERS, C. M. The ecology and economics of oligarchic forests. **Advances in Economic Botany**, v.9, p.15-22, 1992.
- PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia. **Brasil Florestal**, v.17, n.5, p.48-58, 1974.
- PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta amazônica**, v.10, n.3, p.495-504, 1980.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Adv. Agron.**, v.24, p.29 96, 1972.
- PONNAMPERUMA, F.N. Comportamiento de elementos menores em suelos arroceros. In: **IRRI**. Anual Report for 1976. Los Banos, 1977.
- SAMPAIO, L. **Respostas de plantas jovens de açai à adubação fosfatada e a inundação em solos de várzea**. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 1998.
- SANTOS, G. C.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v.36, n.4, p.437-446, 2006.
- SILVA, C. A. R.; SAMPAIO, L. S. Speciation of phosphorus in a tidal floodplain forest in the Amazon estuary. **Mangrove and Salt Marshes**, n.2, p.51-57, 1998.
- VALENTE, M.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; RODRIGUES, T.E.; SANTOS, P.L.; SILVA, J.M.L.; CARDOSO JÚNIOR, E.Q. Solos da ilha de Santana, município de Santana, Estado do Amapá. Belém: **Embrapa-CPATU**, n.138, p.34, 1998.
- VARTAPETIAN, B. B.; JACKSON, B. M. Plant adaptations to anaerobic stress. **Annals of Botany**, n.79, p.3-20, 1997.
- WITTMANN, F.; JUNK, W. J. Sapling communities in Amazonian whitewater forests. **Journal of Biogeography**, v.30, n.10, p.1533-1544, 2003.
- WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; MONTERO J.C. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**. v.33, p.1334-1347, 2006.



# Interações ecológicas com ênfase em inseto-planta

Amanda de Azevedo Silva

Entende-se por interação ecológica toda interação dos organismos entre si e com o ambiente. Estas relações podem ser positivas quando ambos os organismos são beneficiados ou apenas um dos organismo é beneficiado, sem que o outro seja prejudicado; ou negativas quando apenas um dos organismos é beneficiado a custo do prejuízo do outro. As interações entre organismos da mesma espécie são chamadas de relações intraespecíficas e as interações entre organismos de espécies diferentes são chamadas relações interespecíficas (Odum, 1985; Ricklefs, 2010).

Algumas das relações positivas são: o mutualismo, que é uma relação onde ambos os organismos são beneficiados e são dependentes uns dos outros para sobreviver, como p.ex. algumas plantas e seus polinizadores. Outro exemplo de mutualismo ocorre entre organismos que vivem intimamente relacionados em simbiose, como os líquens formados por algas e fungos (Odum, 1985; Ricklefs, 2010).

Outras relações positivas são: o comensalismo, onde apenas um dos organismos se beneficia, sem prejudicar o outro, um exemplo deste tipo de relação é quando o caranguejo ermitão utiliza a concha de um caracol que já estava morto; e a protocooperação, onde ambos os organismos são beneficiados, porém, estes não dependem uns dos outros para sobreviver, um bom exemplo desta relação são os peixes “limpadores” que se alimentam de restos de tecidos e parasitas de outros peixes que se beneficiam se livrando dos parasitas e possíveis infecções (Odum, 1985; Ricklefs, 2010; Begon, 2007).

Do mesmo modo são encontrados outros exemplos de relações negativas como: a predação e o parasitismo, onde a interação entre duas populações resultam em efeitos negativos no crescimento e sobrevivência de uma e um efeito positivo na outra. Um leão se alimentando de um antílope é um exemplo corriqueiro de predação. Enquanto que os parasitas se alimentam

dos nutrientes de seus hospedeiros, estes são geralmente bem menores que seus hospedeiros e podem ser encontrados vivendo na superfície de seus corpos (ectoparasitas), como p.ex. os piolhos, ou dentro de seus corpos (endoparasitas), como p ex. os vermes e bactérias (Odum, 1985; Ricklefs, 2010).

No entanto, existe uma infinidade de outras relações entre os organismos viventes, sendo que é fato que muitas das espécies viventes se associam em pelo menos uma relação interespecífica durante seu ciclo de vida (Bronstein et al., 2006). Estas interações vêm se destacando com o passar do tempo, despertando cada vez mais a atenção dos pesquisadores, visto que Janzen (1974) explicitou um problema de conservação muito mais sutil do que a extinção de espécies: a perda de interações bióticas em áreas tropicais sujeitas a perturbações antrópicas. Os pesquisadores passaram a investigar de que maneira essas interações são afetadas por estas perturbações. A partir disso, a Biologia da Conservação deixou de focar apenas a preservação de áreas naturais e de espécies bandeira e desde então vem discutindo a conservação da integridade das interações entre espécies (Jordano et al., 2006).

A restauração dessas redes complexas de interações garante o funcionamento das florestas, naturais ou restauradas, e favorecem a sobrevivência de espécies vegetais, espécies animais e de outros organismos vivos que dependem dessas plantas. Além disso, estas interações são importantes na produção de serviços ambientais à humanidade, como, a polinização por insetos tanto de plantas nativas como sistemas agroflorestais e de agricultura intensiva (Jordano et al., 2006).

### • Interação Inseto-Planta •

Interações entre insetos e plantas datam do Carbonífero, há cerca de 300 milhões de anos atrás. No entanto, os insetos sofreram uma grande diversificação durante o Cretáceo, há cerca de 65 milhões de anos, coincidindo com o período de disseminação das Angiospermas (Gullan; Cranston, 2007).

Nos ambientes naturais as plantas e insetos compartilham interações ecológicas importantes para ambos organismos. É importante destacar que nem sempre essas interações são negativas, como no caso da herbivoria, ocorrendo também interações mutualísticas como a polinização e a dispersão de sementes (Machado, 2010).

Na herbivoria, o inseto ingere partes da planta viva para sua alimentação. Existem alguns tipos de insetos herbívoros: os *insetos minadores*, onde larvas de insetos residem dentro das plantas se alimentando dos tecidos vegetais; os *insetos mascadores*, que se alimentam de tecido foliar, como p.ex. muitas espécies de lagartas de mariposas e borboletas e os besouros; os *insetos sugadores de seiva* que sugam o conteúdo celular dos tecidos vegetais; os *insetos galhadores* que emitem um estímulo químico as células de tecidos vegetais, fazendo com que estes tecidos se desenvolvam patologicamente e formem um ótimo lugar para o desenvolvimento dos mesmos; e os *insetos predadores* de sementes, que incluem espécies de besouros, formigas e mariposas especializados em comer sementes (Gullan; Cranston, 2007).

Os insetos são responsáveis pela polinização da maioria das plantas com flores, sendo que o sucesso evolutivo das angiospermas está intimamente relacionado com o desenvolvimento da polinização por insetos (Gullan; Cranston, 2007). As plantas produzem substâncias adocicadas (néctar) que atraem diversos insetos polinizadores, como espécies da ordem Lepidoptera (borboletas e mariposas), Hemiptera (percevejos e cigarrinhas) e Hymenoptera (vespas, abelhas e formigas), sendo as abelhas os principais polinizadores, pois além de serem atraídas pelo néctar, estas também utilizam o pólen como um importante componente para o desenvolvimento da colméia (Couto, 2006; Souza et al., 2007).

A dispersão de sementes por insetos ocorre principalmente pela ação de formigas e é conhecida como mirmecocoria. Estima-se que existam mais de 3.000 espécies de Angiospermas, pertencentes a mais de 70 famílias, cujas sementes são dispersas por formigas (Beattie, 1985). Muitas formigas consomem sementes e fazem a dispersão acidentalmente quando perdem as sementes no transporte ou quando abandonam os depósitos. No entanto, algumas sementes apresentam atrativos especiais para formigas o “elaiossomo” que é um tecido rico em nitrogênio e lipídeos que envolve a semente, dessa forma, as formigas também dispersam as sementes ativamente (Gullan; Cranston, 2007).

Por outro lado as plantas desenvolveram mecanismos de defesa para evitar a herbivoria, o endurecimento dos seus tecidos ou presença de espinhos ou tricomas; pela atração de inimigos naturais de seus herbívoros, como a associação com formigas, ou ainda pela impregnação nos seus tecidos de substâncias químicas que reduzem a digestibilidade ou que possam ser tóxicas, como os alcaloides, terpenos e flavanoides (Crawley, 1983).

No entanto, com base nesses mecanismos, os insetos também desenvolveram estratégias de defesa que permitem aos mesmos metabolizar ou sequestrar as toxinas vegetais, que podem ser utilizadas pelos insetos para proteção contra agentes patogênicos ou até mesmo predadores (Mello; Silva-Filho, 2002; Opitz; Müller, 2009).

Desta forma, a relação de interação inseto-planta (entre consumidor e organismo consumido) pode ser considerada uma relação contínua, em que a evolução de um organismo depende da evolução do outro, ocasionando o processo de coevolução em que ambos os conjuntos de espécies permanecem em uma corrida constante pela sobrevivência (Begon et al., 2007).

### • Referências •

- BEATTIE, A. J. The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms: **Cambridge University Press**. Cambridge, 1985.
- BEGON, M; TOWNSEND, C. R; HARPER, J. L. **Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BRONSTEIN, J.L., ALARCÓN, R.; GEBER M. The evolution of plant-insect mutualisms. **New Phytologist**, v.172, p.412-428, 2006.
- Crawley, M. J. Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions. **Berkeley: University of California Press**, 1983.
- GULLAN, P. J; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3ª ed. São Paulo: Roca, 2007.
- JANZEN, D. H. The deflowering of Central America. **Natural History**, v.83, p.49-53, 1974.
- JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. **Biologia da conservação: essências**. São Paulo, p. 411-436, 2006.
- MACHADO, R. C. M. **Interação inseto-planta e suas implicações no manejo integrado de pragas**. Porto Alegre, 2010.
- MELLO, M. O; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.2, p.71-81, 2002.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985.
- OPITZ, S. E. W.; MÜLLER, C. Plant chemistry and insect sequestration. **Chemoecology**, v.19, p.117-154, 2009.
- RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

# Genética da conservação

Ana Marta Andrade Costa

Um dos inúmeros aspectos abordados hoje em dia em biologia da conservação é a conservação genética ou genética da conservação. Seu objetivo enquanto disciplina é contribuir com conhecimento para preservar espécies capazes de se adaptarem às mudanças ambientais, através de técnicas genéticas que possibilitem a redução do risco de extinção (Frankham et al., 2008). Para isso diversos temas como: depressão endogâmica; perda de potencial evolutivo; redução do fluxo gênico; deriva genética e mutações deletérias são focos de estudos pois causam declínio da diversidade genética em espécies enquanto entidades dinâmicas (Frankham et al., 2008). De forma simplista duas perguntas norteiam a genética da conservação: o que levou essas populações à beira da extinção e o que podemos fazer para reverter essa tendência?

## • Diversidade Genética •

Um conceito primordial para o entendimento e realização de estudo em genética da conservação é o de diversidade genética. É um dos principais focos para conservação global (McNeely et al., 1990). Universalmente, diversidade genética consiste na variedade alélica e genotípica em determinado grupo seja no nível de espécie ou populacional (Frankham et al, 2008). Da mesma forma que é importante para manter a vitalidade reprodutiva, resistência às doenças e promove a capacidade de adaptação à mudanças (Lairke et al., 2010), torna-se um elemento de medida de biodiversidade.

Espécies vivem em um ambiente dinâmico, em muitas das vezes heterogêneo, com presença de fluxo gênico oriundo de processos migratórios ou reprodutivos. Os processos evolutivos e ambientais podem influenciar a diversidade genética e com isso podem influenciar na probabilidade de uma população persistir viva (Arenas et al.,2014).

## • O que afeta a diversidade e conservação genética? •

Um dos aspectos que marca a redução gênica de uma população é a fragmentação (Aguilar et al., 2008), um exemplo é o que ocorre com a população de pica-pau *Picoides borealis* onde a fragmentação gera diferenciação genética entre os indivíduos e com isso a redução da diversidade genética em populações pequenas (Frankham et al., 2008). Este fato ocorre porque a fragmentação limita o fluxo gênico ocasionando diferenças aleatórias entre sub-populações oriundas de uma mesma população (Frankham et al., 2008).

Em nível florestal, a fragmentação possui três efeitos principais: perda da diversidade genética; aumento da estrutura interpopulacional e aumento da endogamia (casamento entre parentes próximos) (Young; Boyle, 2000), além de possibilitar a ocorrência de um efeito de gargalo genético já que a população remanescente é apenas uma amostra da diversidade genética original (Seoane et al., 2005).

De forma similar, o efeito da deriva genética e o acaso, têm um impacto maior em populações pequenas, gerando perda de diversidade genética, fixação de alelos (homozigotidade) e redução do potencial evolutivo, uma das principais causas disso é o efeito de gargalo que reduz de forma cumulativa e contínua a heterozigotidade (Frankham et al., 2008).

Com relação a populações fechadas, ou seja, sem efeito de processos migratórios, sobretudo as pequenas, a endogamia é inevitável e se torna um fator de perda de potencial evolutivo, em populações grandes esse processo é mais demorado (Frankham et al., 2008). Assim como os gargalos, os processos endogâmica, aumentam a homozigose através de cruzamento entre aparentados ou autofecundação, no caso de plantas e em casos mais raros pela seleção de homozigotos (Sebbenn; Etori, 2001), e com isso reduzem vigor reprodutivo como consequência estabelece-se um quadro de depressão endogâmica (Frankham et al., 2008).

Em caso de plantas os quadros endogâmicos podem ser naturais causados por polinizadores visitando flores de uma mesma árvore, ou, um processo forçado visando melhoria genética através da autofecundação (Sebbenn; Etori, 2001). Duas hipóteses principais explicam a depressão endogâmica, na primeira, chamada de hipótese da sobredominância temos que progênies que apresentam uma vantagem dos heterozigotos em locos adaptativos possuem um melhor desempenho. Por outro lado, a segunda hipótese de “dominância parcial” explica que a exposição de genes

recessivos letais e processos mutacionais são a causa da menor adaptação de proles oriundas de autofecundação (Kärkkäinen et al., 1996).

Como regra geral a endogâmia, deriva genética e populações de tamanhos pequena colaboram para a redução da diversidade genética (Furlan et al., 2012). Em se tratando de populações grandes, o processo de seleção é o que gera maiores mudanças na frequência alélica (Frankham et al., 2008). Tamanhos populacionais diferentes podem indicar possibilidades diferentes de carga genética e depressão endogâmica (Tabela 1), espera-se que em uma grande população em equilíbrio apresente uma variação genética prejudicial, como é a redução do *fitness*, caso ocorra endogamia (Hedrick, 2001).

Tabela 1. Cenários que produzem níveis preditos de depressão e carga genética geralmente diferentes.

Cenário	Depressão endogâmica	Carga genética
Grande população em equilíbrio	Alto	Baixo
População pequena recentemente	Intermediário (Expurgar alguns prejuízos de largo efeito)	Intermediário (corrigiu alguns prejuízos de efeito pequeno)
População pequena a longo prazo	Baixo (Purgar prejuízos de efeito médio e grande)	Alto (corrigiu muitos prejuízos de pequenos efeitos)

Fonte: Hendrick (2001).

Hoje, portanto acredita-se que as populações exogâmicas e grandes possuem reservas de diversidade genética que permitem a adaptação à diferentes pressões como novas doenças, pestes, parasitas, competição, predação, mudanças climáticas e antrópicas, em contrapartida, as pequenas populações estão mais suscetíveis a situações extremas sejam ambientais ou doenças, pois apresentam menos diversidade em seus indivíduos (diversidade genética) (Frankham et al., 2008).

Uma das formas de minimizar as diferenças gênicas (através do fluxo gênico) entre populações distintas, que podem ter sido expostas à deriva ou seleção, é o processo migratório que é um processo rápido, se comparado com os efeitos mutacionais, portanto consiste em uma forma rápida e eficaz de restauração da diversidade genética (Frankham et al., 2008). Entretanto, no caso de plantas esse fluxo gênico pode ser através do pólen com isso influenciar nas frequências dos alelos entre geração parental e prole (Seoane et al., 2005).

## • Como é feito a genética da conservação? •

Uma das aplicações da genética de conservação consiste na resolução de problemas taxonômicos e definição de unidade de manejo, pois muitas espécies não reconhecidas estão em perigo de extinção, enquanto populações comuns tem proteção garantida; por vezes espécies simpátricas que possuem status de conservação distintos são consideradas como só uma, bem como espécies alopátricas que são distinguidas apenas através de marcadores genéticos (Frankham et al., 2008).

No que diz respeito às ações de manejo é seguir um plano estabelecendo a ordem das ações. Primeiramente resolver as incertezas taxonômicas para que se tenha a certeza do status de cada população em seguida fazer o delineamento das unidades de manejo. Detectam-se os declínios da diversidade genética e desenvolvem-se teorias acerca do cenário passado e futuro dessas mudanças gênicas (Frankham et al., 2008). Reconhece-se então o tamanho do efeito de perda genética e suas causas em uma população. Assim podemos resumir as questões consideradas para se realizar o manejo na Figura 1.

No caso de populações fragmentadas o manejo tem como objetivo maximizar a diversidade genética e reduzir o endocruzamento e com isso o reduzir o possível risco de extinção. No caso da panda gigante, por exemplo, o manejo busca aumentar a área e qualidade do habitat onde os pandas vivem, bem como a taxa de fluxo gênico, mesmo que de forma artificial movendo indivíduos; criar ligação entre os habitat e introduzir indivíduos onde as populações tenham se extinguido (Frankham et al., 2008).

Com relação ao manejo *ex situ*, seu objetivo é manter a variabilidade genética fora do ambiente natural em que a população vive para que possa ser utilizada no futuro ou até mesmo em uma era contemporânea (Sebbenn; Etori, 2001). Dessa forma a reprodução de espécies em cativeiro e reintrodução seguem seis passos segundo.

Frankham et al. (2008): i) reconhecer o declínio das populações e consequências genéticas; ii) criar uma população em cativeiro; iii) atingir um número seguro dessa população em cativeiro; iv) manter ao longo de gerações essa população; v) escolher os indivíduos que serão reintroduzidos e vi) realizar o manejo da população que será reintroduzida no ambiente natural.



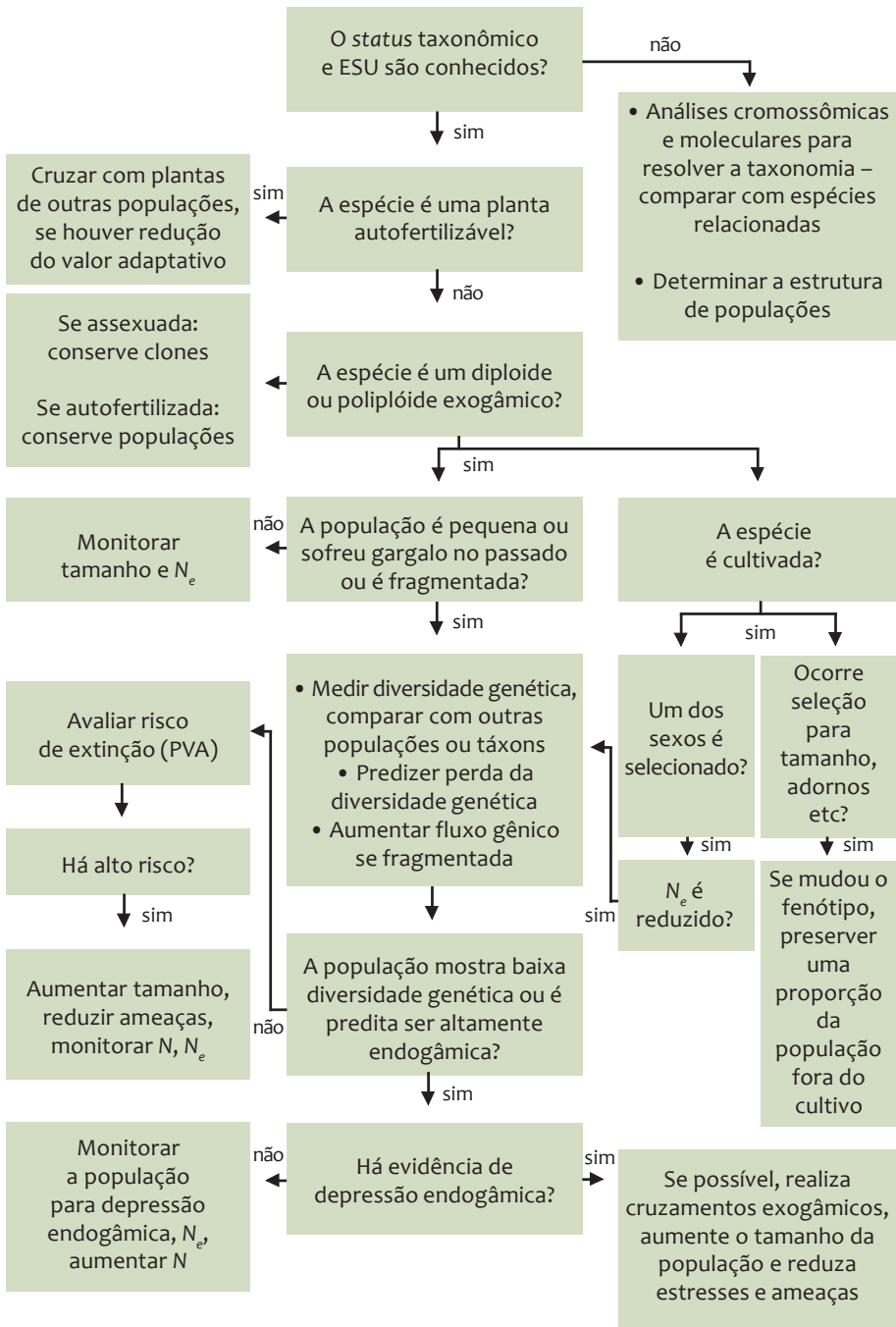


Figura 1. Fluxograma das questões consideradas no manejo genético de espécies ameaçadas na natureza. Fonte: Frankham et al. (2008).

Para plantas, o manejo pode ser mais simples, sendo feito através do armazenamento de sementes ou da criopreservação, ou seja, através da coleta e construção de um banco de germoplasma. Nesse processo é necessário que se leve em conta que o tamanho da amostragem represente a diversidade genética da espécie. Ressalta-se que as populações que serão fundadas a partir de uma amostra pequena de indivíduos tem maior probabilidade de terem irregularidades genéticas (Frankham et al., 2008).

Um dos exemplos da aplicação de germoplasma é na área do agronegócio que com a expansão e demanda por fontes alternativas de recurso cresce a necessidade de uma alta produtividade no cultivo que está associada a qualidade e sucesso da reprodução da diversidade genética contida nos bancos de germoplasma (Nass et al., 2007). Um dos exemplos de conservação genética para o melhoramento de produto é realizado pela EMBRAPA hortaliças que através de um fluxograma (Figura 2) que explica o processo de coleta até a regeneração do germoplasma de *Capsicum*, um gênero de planta que o fruto que origina o pimentão (Lopes; Carvalho, 2008).

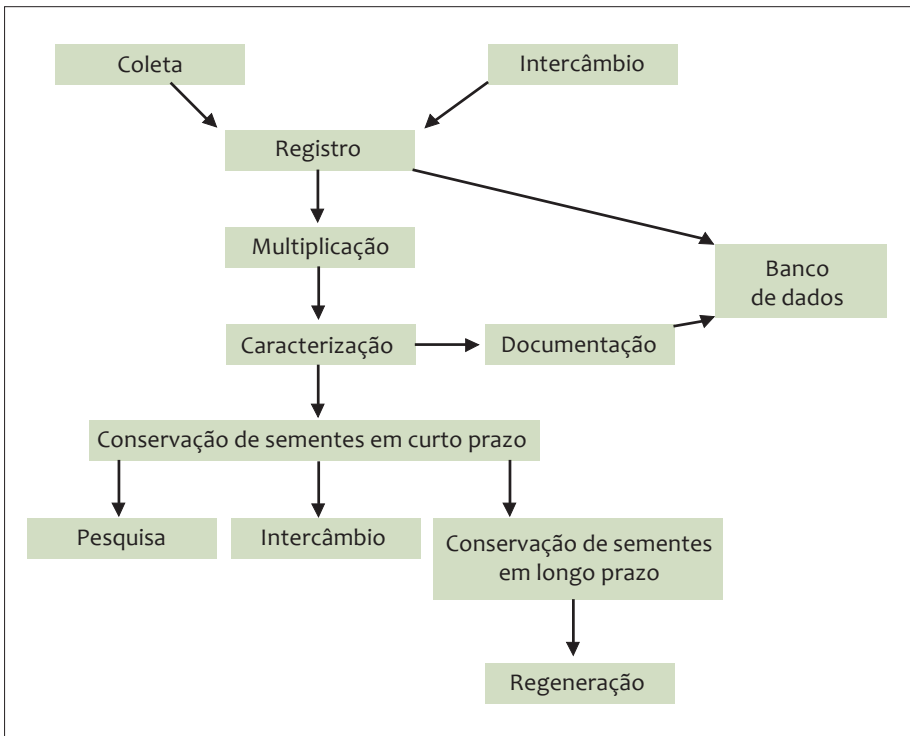


Figura 2. Fluxograma das atividades de conservação de germoplasma de *Capsicum*, na Embrapa Hortaliças (Lopes; Carvalho, 2008).

Segundo Primack (2009) as estratégias *in situ* e *ex situ* são complementares, tendo em vista que indivíduos ou populações oriundas de técnicas são reintroduzidas em ambientes naturais em prol da manutenção de populações naturais “*in situ*” (Figura 3).

Outros pontos que devem ser levados em consideração em se tratando de manejo são as definições de “unidades evolutivamente significativas” e de “unidades de manejo”, isso porque populações de uma mesma espécie podem ser geneticamente diferentes e com isso o manejo deve ser diferente e independente para elas (Frankham et al., 2008). A diferenciação entre o tamanho populacional efetivo, ou seja, o tamanho de uma população idealizado onde a perda da diversidade genética ocorre na mesma proporção que a população atual, e o tamanho da população obtido por censos, que por sua vez sofre influência da proporção sexual dos indivíduos reprodutivos e pelas variações no tamanho da população entre as gerações e núcleos familiares (Frankham et al., 2008).

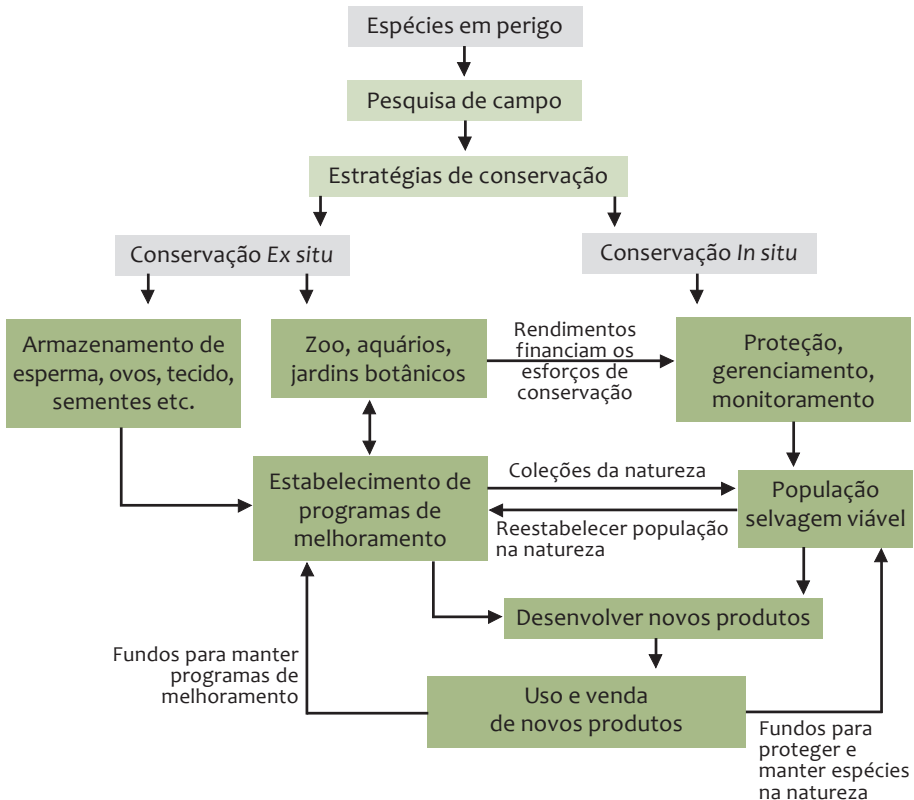


Figura 3. Modelo de conservação da biodiversidade ilustrando como conservação *in situ* e *ex situ* se beneficiam mutuamente (Primack, 2009).

## • Genética da conservação na prática •

Uma das aplicações da genética da conservação é o estudo da diversidade e estrutura genética de populações, um exemplo é o estudo feito por Webber et al. (2008) em *Lontra longicaudis* (lontra neotropical) onde amostras fecais foram submetidas a marcadores microssatélites heterólogos e encontrada diferença entre o número de alelos entre uma área dentro e fora da Reserva Biológica do Taim e uma deficiência de heterozigotos. O resultado indica que há uma divisão populacional na região sul do Brasil e que o fato de existir uma reserva não significa que já uma conservação adequada da espécie, portanto é preciso considerar fatores como conectividade e exposição a fatores antrópicos (Frankham et al., 2008).

Há também a aplicação genética na identificação de espécies crípticas, ou seja, aquelas que são similares morfologicamente, mas são unidades evolutivas independentes. Um caso de espécies crípticas são os golfinhos *Sotalia guianensis* e *Sotalia fluviatilis* que compõem o gênero *Sotalia*, que por meio da análise de sequenciamento de duas regiões do DNA mitocondrial mostrou que essas espécies eram diferentes com separação datando de 2,5 e 5 milhões de anos atrás. Assim do ponto de vista da conservação as espécies passam a ser consideradas separadamente para estudos de censo e ações de manejo (Frankham et al., 2008). Em termos fitogeográficos, o estudo feito com as espécies do gênero *Trichechus* (peixe-boi) que antes das análises filogeográficas através de DNA mitocondrial eram consideradas duas espécies *T. manatus latirostris* e *T. manatus manatus*, e após confirmou-se a presença de três haplogrupos diferentes, indicando ainda uma menor diversidade nas populações localizadas na região da Florida e Brasil possivelmente por conta da colonização recente da área. Outro resultado importante diz respeito a espécie amazônica (*T. inunguis*) que demonstrou ter se separado das espécies matinhas (*T. manatus*) há no mínimo 500 mil anos e com expansão recente (Pleistoceno). Dessa forma, os status de conservação para essas espécies são diferentes o que afetara na forma de manejo delas (Frankham et al., 2008).

Já a fragmentação pode alterar o fluxo gênico das populações, como visto anteriormente, como o que aconteceu com o sauíim-de-coleira (*Saguinus bicolor*). Através de nove locos de microssatélites aplicados ao estudo de populações de fragmentos florestais em Manaus, que foram conectados um dia, mostraram que antes da fragmentação havia um alto fluxo gênico entre elas e ainda hoje compartilham alelos, indicado possivelmente pelo efeito de gargalo genético (Frankham et al., 2008).

## • Considerações Finais •

Estudos de genética da conservação têm sido utilizados em vários aspectos da biologia da conservação, seja na solução de incertezas taxonômicas, ou na análises de processos que direcionam a distribuição das linhagens genealógicas. Efeitos decorrentes de perda e fragmentação de habitat também se tornam alvo desse estudo na medida em que ameaçam as populações de extinção.

## • Referências •

AGUILAR, R.; QUESADA, M.; ASHWORTH, L.; HERRERIAS\_DIEGO, Y. V. O. N. N. E.; LOBO, J. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. **Molecular ecology**, v.17, n.24, pg. 5177-5188, 2008.

ARENAS BUSTO, M.; MONA, S.; TROCHET, A.; SRAMKOVA HANULOVA, A.; CURRAT, M.; RAY, N.; EXCOFFIER, L. **The scaling of genetic diversity in a changing and fragmented world**, 2014.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D.A. **Fundamentos de genética da conservação**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 2008.

FURLAN, E.; STOKLOSA, J.; GRIFFITHS, J.; GUST, N.; ELLIS, R.; HUGGINS, R. M.; WEEKS, A. R. Small population size and extremely low levels of genetic diversity in island populations of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*. **Ecology and evolution**, v.2, n.4, pg. 844-857., 2012.

HEDRICK, P. W. Conservation genetics: where are we now?. **Trends in Ecology & Evolution**, v.16, n.11, pg.629-636, 2001.

KÄRKKÄINEN, K.; KOSKI, V.; SAVOLAINEN, O. Geographical variation in the inbreeding depression of Scots pine. **Evolution**, v.50, n.1, pg.111-119, 1996.

LAIKRE, L.; SCHWARTZ, M. K.; WAPLES, R. S.; RYMAN, N. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plants and animals. **Trends in ecology & evolution**, v.25, n.9, pg. 520-52, 2010.

LOPES, J. F.; CARVALHO, S.I.C. A variabilidade genética e o pré-melhoramento. In: Faleiro, F. G., de FARIAS NETO, A. L.; Ribeiro Júnior, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Embrapa CerradosLivros científicos (ALICE), 2008.

MCNEELY, J. A.; MILLER, K.R.; REID, W.V.; MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T. B. **Conserving the world's biological diversity**. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1990.

NASS, L. L.; PEREIRA, P.A.A.; ELLIS, D. Biofuels in Brazil: an overview. **Crop science**, v.47, n.6, pg.2228-2237. 2007.

PRIMACK, R.B. **Essentials of conservation biology**. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, 2009.

SEBBENN, A.M.; ETTORI, L.C. Conservação genética ex situ de *Essenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênies misto. **Revista do Instituto Florestal**, v.13, n.2, pg.201-211, 2001.

SEOANE, C.E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; RIBEIRO, A.; MATIAS, R.; KAMAL, B.A.W.A.; SEBBENN, A.M. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* Mart. **Revista do Instituto Florestal**, v.3, n.2, pg.23-36, 2005.

YOUNG, A.G.; BOYLE, T.J. **Forest fragmentation**. Forest conservation genetics: principles and practice, pg.123-134. 2000.

# Como se faz a conservação *ex situ*?

Raissa Tancredi Cerveira

Em uma visão ampla, a conservação da biodiversidade envolve conjuntos de diretrizes que têm como objetivo principal a manutenção de processos ecológicos, da variabilidade genética e da viabilidade das populações animais, vegetais ou de micro-organismos. A modalidade de proteção das comunidades biológicas diretamente em ambiente natural, chamada de *in situ*, se configura como o modelo mais conhecido de conservação.

Entretanto, as maiores causas de perda de biodiversidade envolvem a destruição de habitats por supressão vegetal, fragmentação e pressões como a caça, urbanização e práticas agrícolas não sustentáveis. Esses fatores se expandem pelo ambiente, e populações antes amplamente distribuídas podem se tornar pequenas demais para responder a ações de conservação local. Nem todas as espécies podem ser eficientemente preservadas em seus locais originais.

Desse modo, a continuidade de espécies e de componentes da biodiversidade fora da natureza é fundamental, sendo denominada Conservação *ex situ*. Alternativas como essa oferecem esperança de que estes grupos possam ser recuperados e reintegrados a natureza, ao objetivar manter populações em um nível autosustentável em relação a sua variabilidade genética - ou seja, o mínimo para garantir sua viabilidade futura (Primack; Rodrigues, 2001).

É reconhecida como a metodologia dominante para a conservação de recursos genéticos vegetais (Pistorius, 1997) e, em documento, a IUCN (2004), enfatiza a urgência no estabelecimento de estratégias deste tipo para espécies criticamente ameaçadas de extinção, como uma abordagem mais realista de conservação.

Primeiramente, é necessário destacar que a conservação *ex situ* consiste em amostrar, transportar e alocar espécies e/ou seus componentes do meio natural para um meio não-natural. É importante “capturar” do melhor modo a diversidade de caracteres e características dentro do grupo em



questão, a fim de manter uma população viável. Segundo Sebbenn (2013), a variabilidade genética de uma população em cativeiro é relacionada às características tanto da população alvo quanto da amostragem feita.

Algumas das instalações propostas para conservação fora do meio natural incluem as coleções de plantas e animais vivos em jardins botânicos e zoológicos, bancos de sementes, coleções zoológicas e herbários, e também os chamados depósitos de germoplasma e núcleos de criação animal - unidades conservadoras de material genético para melhoramento. A partir disso, quais os objetivos, principais tecnologias e métodos utilizados em cada uma dessas instalações?

Os zoológicos são cativeiros e criadouros, que hoje são reconhecidos como grandes colaboradores para conservação, pesquisa científica e educação. Em geral, para o estabelecimento inicial de uma população em zoológico, os animais capturados são poucos ou restritos a uma única população natural, carregando apenas uma pequena variação em seus alelos. Desse modo, o efeito fundador pode determinar problemas na representação genética da população futura, apresentando pequeno número de linhagens ou um aumento na quantidade de alelos deletérios. Como evidenciado por Witzemberger e Hochkirch (2011), “o equilíbrio certo entre endogamia e exclusão deve ser encontrado”.

A maior parte das técnicas já desenvolvidas pretendem ampliar as taxas de reprodução dos animais e a reprodução natural é a saída mais simples. Entretanto, o estresse crônico associado ao cativeiro pode ter efeito sobre os comportamentos sociais e sexuais dos indivíduos (Moberg, 2000), e métodos de reprodução assistida são utilizados. Normalmente, essa estratégia consiste em colher, avaliar e preservar o sêmen, para promover a inseminação artificial (Andrabi; Maxwell, 2007), ou seja, a introdução do sêmen no trato reprodutivo da fêmea.

Outra opção é a transferência de embriões – ou Fertilização *in vitro* (FIV) – que consiste na retirada de embriões iniciais de uma mãe genética e inserção em uma fêmea receptora para posterior desenvolvimento. Populações assim manipuladas podem apresentar novas combinações alélicas adicionadas à sua rede de variabilidade genética (Dresser, 1988). Além destas, opções como a encubação artificial de ovos, são interessantes.

Ainda assim, outros esforços são necessários para garantir instalações adequadas e elaborar tecnologias para o sucesso na criação dos animais. Aspectos como a saúde dos espécimes, as anomalias comportamentais e

possíveis adaptações genéticas ao cativeiro são as maiores dificuldades, e podem determinar uma perda na variabilidade genética das populações (Ralls et al., 1979; Williams; Hoffman, 2009).

É fundamental aprimorar conhecimentos sobre a biologia das espécies e a manutenção do monitoramento genético das populações, para se obter resultados verdadeiramente positivos para conservação das espécies. Por exemplo, o estudo sobre a reprodução de felídeos cativos (Micheletti et al., 2012) mostraram a importância do manejo do estresse em cativeiro como determinante para o sucesso das tentativas de reprodução assistida.

Outro projeto que apresenta relativo êxito com o aumento do número de indivíduos em cativeiro é o “Projeto de Conservação ex situ de *Scinax alcatraz*” (ou perereca de-alcatrazes), realizado pela Fundação Parque Zoológico de São Paulo.

Porém, poucos trabalhos foram feitos: os anfíbios apresentam características específicas importantes, sendo a comunidade cutânea de bactérias, um mecanismo de imunidade para estes organismos quando em ambientes naturais, que pode sofrer alterações em cativeiro e implicar na dificuldade de reintrodução destes a natureza. Uma comparação entre indivíduos cativos do Zoológico de São Paulo e oriundos dos ambientes naturais feita por Vaz (2016), mostrou que não existe um padrão e que apesar do atual sucesso reprodutivo, os animais residentes do zoológico apresentam uma comunidade bacteriana bem mais simples.

Já os jardins botânicos surgiram com o objetivo principal de cultivar espécies vegetais para fins científicos, hoje envolvendo uma grande gama de ações também em educação. Os esforços para reparar a perda dessas espécies não tem obtido resultados na velocidade desejada (Pereira; Costa, 2010). Espécies vegetais em ambiente natural apresentam grande extensão de variabilidade genética. Estas instituições ainda não reúnem indivíduos cultivados considerados suficientes, e a amostragem é um tópico de muitas publicações científicas, uma vez que coleções de plantas vivas são muito importantes no processo de conservação.

Ao analisar o grau de variação genética com base em protocolo de coleta específico de uma coleção de uma espécie de palmeira chega a inferir que uma única amostra de 15 indivíduos teria o potencial para apresentar um valor de conservação significativo (Namoff et al., 2010). Mesmo assim, coleções de múltiplos indivíduos ainda evidenciam um aumento na captura alélica – a quantidade de alelos distintos presentes nos indivíduos coletados.

O banco de sementes também é uma técnica muito vantajosa de conservação em jardins botânicos: em dormência, são estocadas a baixo custo. As sementes perdem sua capacidade de germinação com o tempo, mas, inconvenientemente, os problemas estruturais como refrigeração e quebra de equipamentos são as maiores dificuldades.

Existem também instalações onde o interesse é a manutenção da base física da herança, do material genético que carregue consigo variabilidade e importantes características biológicas a serem preservadas, denominadas bancos de germoplasma. Estes visam o patrimônio genético vegetal e animal, a partir do armazenamento de sementes, DNA e tecidos. Esse programa de conservação *ex situ* pode ser beneficiado pelas mesmas técnicas de reprodução assistida anteriores, como a inseminação artificial e transferência de embriões.

São meios muito utilizados em tempos onde a “erosão” genética - termo cunhado para a perda da variabilidade genética de espécies vegetais, principalmente gerando um risco de alto impacto para a agricultura - é alvo de preocupação (Carvalho et. al., 2009). Tem como objetivo então, fornecer material de qualidade para o melhoramento genético.

Por fim, os procedimentos em coleções de animais e plantas mortos – coleções zoológicas e herbários; envolvem a manutenção da qualidade dos exemplares e seus dados, como as medidas morfométricas. Tais instalações armazenam de forma organizada e de fácil acesso esse material para fins científicos, desenvolvimento de novos produtos e educação ambiental.

A principal crítica feita à proposta de Conservação *ex situ* é que, a atuação da seleção natural depende muito do ambiente, e essas amostras são retiradas do meio, afetando essa dinâmica. A maioria destas estratégias é também considerada cara: os custos de manutenção dos animais em cativeiro, por exemplo, é muito alto (Miller et. al., 1995).

É importante questionar a dicotomia entre os modelos *in* e *ex situ*, uma vez que, na prática, se mostram interdependentes e complementares. O cenário atual mostra fortes influências de intervenções antrópicas sobre taxas de extinção de espécies e resistência dos habitats, de modo que a viabilidade das populações e seus processos ecológicos devem ser prioridade.

Como afirmado por Braverman (2014): “(...) No paradigma atual, *in situ* e *ex situ* (...) estão unidos em um sistema de significados e símbolos”. É

preciso entender como o ambiente cativo pode afetar a aptidão e a sobrevivência de animais reintroduzidos e o quão importante são as pesquisas feitas em âmbitos *ex situ* para possíveis aplicações e melhor entendimento da população natural (Kennedy, 1987; Graudal et al., 1997; Castellanos-Morales et al., 2016). As duas abordagens proporcionam uma visão integrada para preservação do potencial evolutivo de uma espécie

### • Considerações Finais •

O uso de estratégias de conservação fora do ambiente natural mostra seu papel importante para alcançar o maior número de populações protegidas, em uma abordagem preventiva de manutenção da biodiversidade. Além disso, ganhos ligados ao conhecimento biológico e aspectos educativos ainda são de difícil mensuração, mas existem e são conhecidos.

### • Referências •

- ANDRABI, S.M.H.; MAXWELL, W.M.C. Review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. **Animal Reproduction Science**. v. 99, n.3–4, p.223-243, 2007.
- BAILOU, J. D. Population viability analysis and conservation planning. In: MORATO, R. G.; RODRIGUES, F. H. G.; EIZIRIK, E.; MANGINI, P.R.; DE AZEVEDO, F. C. C.; MARINHO-FILHO, J. (Org.). **Manejo e Conservação de Carnívoros Neotropicais**. São Paulo: Ibama, p.85-96, 2005.
- BRAVERMAN, I. Conservation without nature: the trouble with *in situ* versus *ex situ* Conservation. **Geoforum**, v.51, p.47-57, 2014.
- CARVALHO, J.M.F.C; SILVA, M.M.A.; MEDEIROS, M.J.L. **Perda e Conservação dos Recursos Genéticos Vegetais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- CASTELLANOS-MORALES, G.; GÁMEZ, N.; CASTILLO-GÁMEZ, R. A.; EGUIARTE, L. E. Peripatric speciation of an endemic species driven by Pleistocene climate change: The case of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.94, p.171-181, 2016.
- DRESSER, B.L..Cryobiology, embryo transfer, and artificial insemination in *ex situ* animal conservation programs. In: E.O.Wilson e F.M. Peter (Ed.), **Biodiversity**., Washington, DC: National Academic Press.,cap. 34, 1988.
- GRAUDAL, L. O. V.; KJAER, E. D.; THOMSEN, A.; LARSEN, B. **Planning National Programmes for Conservation of Forest Genetic Resources**. Danida Forest Seed Centre. (Technical Note no. 48), 1997.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. IUCN Technical guidelines on the management of *ex-situ* populations for conservation. Gland: IUCN, 2004.
- KENNEDY, D.M. What's new at the zoo? **Technology Review**. v.90, p.66-73,1997.

- MILLER, K.; ALLEGRETTI, M. H.; JOHNSON, N.; JONSSON, B. Measures for Conservation of Biodiversity and Sustainable Use of its Components. In: HEYWOOD, V.H. WATSON, R.T. (Ed.). **Global Diversity Assessment**. Unep, Cambridge, 1995.
- MICHELETTI, T.; CUBAS, Z.S.; MORAES, W.; OLIVEIRA, M.J.; KOZICKI, L.E.; WEISS, R.R.; MOREIRA, N. Reprodução assistida em felídeos selvagens – uma revisão. **Rev. Bras. Reprod. Animal**, v.35, n.4, p.408-417, 2011.
- MOBERG, G. P. Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J.A. (Ed.). **The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare**. Wallingford, UK: CABI Publishing, p.122, 2000.
- NAMOFF, S.; HUSBY, C.; FRANCISCO-ORTEGA, J.; NOBLICK, L. R.; GRIFFITH, M. P. How well does a botanical garden collection of a rare palm capture the genetic variation in a wild population? **Biological Conservation**, v.143, p.1110-1117, 2010.
- PEREIRA, T.S.; COSTA, M.L.M.N. da. Os Jardins Botânicos brasileiros: desafios e potencialidades. **Cienc. Cult.**, v 62, n.1, p.23-25, 2010.
- PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. Conservação de Populações e Espécies. In: PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, p.135-198, 2001.
- PISTORIUS, R. **Scientists, plants and politics: a history of the plant genetic resources movement**. Italy: IPGRI, 1997.
- RALLS, K.; BRUGGER, K.; BAILOU, J.D. Inbreeding and juvenile mortality in small populations of ungulates. **Science**, v.206, p.1101-1103, 1979.
- SEBBENN, A. M. Tamanho Amostral para Conservação ex situ de espécies arbóreas com Sistema Misto de Reprodução. **Rev.Inst.Flor.**, v.15, n.2., p.147-162, 2003.
- VAZ, R.I. **Efeitos de ambientes artificiais no perfil da comunidade microbiana cutânea de Scinaz Alcatraz (Anura: Hylidae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, São Paulo, USP, 2016.
- WILLIAMS, S.E.; HOFFMAN, E.A. Minimizing genetic adaptation in captive breeding programs: a review. **Biology Conservation**, v.142, p.2388-2400, 2009.
- WITZENBERGER, K.; HOCHKIRCH, A. Ex situ conservation genetics: A review of molecular studies on the genetic consequences of captive breeding programmes for endangered animal species. **Biodiversity Conservation**, v.20, n.3, p.67-77, 2011.

# Manejo e conservação de espécies vegetais em unidades de conservação

Ana Paula Simões Castro

## • A biodiversidade de plantas •

O reino das plantas é um dos grupos mais amplos e diversos. No mundo, a diversidade de plantas envolve cerca de sessenta mil espécies de angiospermas, dez mil de gimnospermas, três mil e cem de briófitas e mil e duzentas pteridófitas e cerca de quinhentas e vinte e cinco espécies de algas marinhas. Só no Brasil, existem mais de cinquenta e seis mil espécies de plantas, excluindo fungos, representando uma das floras mais ricas do mundo, equivalendo 19% da flora mundial (MMA, 1998), e existem cerca de duas mil e oitocentas espécies de fungos e líquens conhecidas no país (Marcelli, 1998). Alguns levantamentos indicaram uma alta diversidade especialmente na Mata Atlântica e Amazônia (MMA, 1998).

Esta diversidade de plantas na Amazônia atinge um número considerável. A Amazônia brasileira representa um terço das florestas tropicais do mundo (Carvalho et al., 2011). Estima-se que a região abrigue cerca de quarenta mil espécies vasculares de plantas, das quais trinta mil são endêmicas à região (Mittermeier et al., 2003).

Anualmente, com a utilização de imagens de satélite e medidas em quilômetros quadrados, recebe-se a estimativa de perda de floresta na Amazônia, causada pelo desflorestamento. Contudo, essas informações não conseguem avaliar a perda de recursos naturais de cada quilômetro de floresta destruída. Em 2005 a perda equivalia a cerca de 26.130 km<sup>2</sup> (Vieira et al., 2005).

O processo de conversão das florestas amazônicas em áreas de atividade agrícola tem sido amplamente investigado nos últimos anos, incluindo o estudo dos impactos provocados nos ciclos globais e nos processos climatológicos (Nobre et al., 1991). A Amazônia, em particular, constitui um cenário territorial de suma importância, no que se refere aos

desdobramentos práticos dos desafios e impasses hoje colocados internacionalmente em torno da conservação e do uso sustentável da biodiversidade (Albagli, 1998).

### • Estratégias de conservação •

A Convenção Sobre Diversidade Biológica é um tratado internacional que consolidou em três grandes grupos as possíveis formas de conservação: o estabelecimento de áreas com restrição de acesso e uso, o uso sustentável e a distribuição justa e equitativa dos benefícios advindos do uso de recursos energéticos. Em outras palavras, o objetivo é desenvolver estratégias para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, e dentre os instrumentos necessários, está a criação e melhoria da gestão de áreas de proteção ambiental. A convenção foi elaborada durante a Eco-92 e já contava com a assinatura de 175 países até 2015, incluindo o Brasil.

Um dos programas propostos pela convenção foi a Estratégia Global para a Conservação de Plantas, cujo objetivo é conter a contínua perda da diversidade de plantas, fornecendo a estrutura para facilitar a harmonização entre as iniciativas de conservação, mobilizar os recursos necessários e identificar lacunas que careçam de novas iniciativas, para isso, é necessário, entre outras coisas, que a diversidade seja compreendida, documentada e reconhecida. Tal compreensão, associada ao conhecimento dos processos naturais, ecossistemas e interferências antrópicas é fundamental para elaborar meios para conciliar o uso dos espaços com os objetivos de criações de Unidades de Conservação (UC) (ICMBio, 2015).

Essas UC são popularmente conhecidas como parques e reservas. O Instituto Chico Mendes é responsável pela gestão de 327 Unidades de Conservação, que foram criadas por decretos ou lei e são divididas em dois grupos: o de Proteção Integral, com o objetivo de preservar a natureza e o de Uso Sustentável, com o objetivo de compatibilizar a conservação com o uso dos recursos. O Manejo e gestão das UC devem estar embasados no conhecimento dos elementos envolvidos e na interação dos mesmos (ICMBio, 2011).

### • O manejo •

O manejo é uma estratégia para elaborar e compreender o conjunto de métodos e ações que precisam ser aplicados para a gestão do uso



sustentável dos recursos naturais, em UC, o manejo visa conciliar de maneira pertinente os usos dos recursos e conservação da biodiversidade (ICMBio, 2015).

O Plano de Manejo é um documento técnico, onde está estabelecido o zoneamento e as normas que irão nortear o uso e o manejo de recursos naturais naquela área, em outras palavras, eles irão nortear as atividades necessárias à gestão da UC. O plano de manejo para a FLONA do Amapá, por exemplo, é dividido em diagnóstico da UC, feito por vários pesquisadores de diversas áreas que trabalharam com o levantamento da fauna e da flora, particularidades geográficas e descreve grupos humanos que habitam a área; e planejamento da UC que contém o zoneamento e os programas de manejo (ICMBio, 2014).

O manejo, em outras palavras, são as ações a serem desenvolvidas pelo órgão gestor da Unidade de Conservação, para que a mesma atinja os objetivos definidos na sua criação (ICMBio, 2014)

### • Resultados que deram certo •

Espécies invasoras de plantas ameaçam a conservação da biodiversidade em Unidades de Conservação, pois podem excluir competitivamente plantas nativas, além de impedir os processos de sucessão ecológica e alterar o ecossistema. Em 2012 iniciou um trabalho nas UC do cerrado para o controle de gramíneas exóticas invasoras, além de plantio de sementes de espécies nativas e um trabalho de educação ambiental e incentivo ao programa de voluntários das UC. Como resultado, foram plantados só no primeiro ano, 1,8 ha com sementes nativas, sem contar o trabalho de conscientização feitos em escolas e creches no município de Alto Paraíso, além da criação de um programa de voluntariado de coleta e plantio de sementes (Sampaio, 2012).

Outro trabalho de manejo de espécies invasoras iniciado em 2012 realizado na Reserva Ecológica do IBGE, onde um incêndio deu vazão ao estabelecimento de uma pteridófita oportunista que atrapalha a sucessão secundária de espécies nativas. O trabalho testou em três áreas, diferentes formas de manejo. Na área 1 as hastes da invasora foi amassada, na área 2 a haste foi cortada e na área 3 não ocorreu o manejo. Nas três áreas foi feito o plantio de espécies nativas. Como resultado parcial, o corte das hastes, testado na área 2, se mostrou mais eficaz como forma de manejo

para a espécie invasora. Mais resultados serão analisados nos próximos 3 anos para confirmar a estratégia mais adequada para manejar a pteridófita e conservar as espécies nativas (Motta, 2012).

### • Considerações finais •

O Brasil concentra grande parte da diversidade mundial de plantas e a Amazônia representa uma área fundamental para as discussões sobre conservação e criação de áreas de proteção ambiental. As Unidades de Conservação são criadas com o objetivo de preservar a natureza e controlar o uso de recursos naturais. Para isso, são estabelecidas estratégias de conservação para a gestão das UC, afim de que as mesmas alcancem os objetivos de sua criação. É necessário um plano de manejo para que se tenha todo o levantamento faunístico e florístico das áreas de zoneamento, com o intuito de gerir o uso sustentável dos recursos. Vários trabalhos têm sido desenvolvidos para a elaboração de estratégias de manejo de diferentes espécies de plantas, com o objetivo de conservar as espécies nativas.

### • Referências •

- ALBAGLI, S. **Geopolítica da biodiversidade**. Edições Ibama, Brasília, 1998.
- BRASIL. 1998. Decreto 2.519/1998. [site institucional]. Disponível em: <Planalto.gov.br>. Acesso em 27 de julho de 2017.
- CARVALHO., J.A.; SANTOS, J.M.; SANTOS, J.C.; LEITÃO, M.M.; HIGUCHI, P.; GANEM, R.S. Conservação da biodiversidade: das reservas de caça à Convenção sobre Diversidade Biológica. In: GANEM, R.S. (Ed.). **Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas**. Série memória e análise de leis. Câmara dos Deputados, p. 75–109, Brasília, 2011.
- ICMBio. 2011 [site institucional]. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/o-que-sao>>. Acesso em 08 de agosto de 2017.
- ICMBio. 2015 [site institucional]. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/planos-de-manejo>>. Acesso em 08 de agosto de 2017.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Amapá**. Vol.I – Diagnóstico. Macapá, 2014.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Amapá**. Vol. II – Planejamento. Macapá, 2014.
- MARCELLI, M.P. History and current knowledge of Brazilian Lichenology. In: M.P. MARCELLI, M.P.; SEAWARD, M.R.D. (eds.). **Lichenology in Latin America**. pp. 25-45. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), São Paulo, 1998.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G. A. B.; KORMOS, C. "Wilderness and Biodiversity Conservation". **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.100, n.18,pg. 10309-10313, 2003.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, 1988.

MOTTA, C.P.; SAMPAIO, A.B. Manejo de *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon e sucessão secundária de matas de galeria após o fogo na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR). ICMBio., 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/planos-de-manejo>>. Acesso em 24 de julho de 2017.

NOBRE, C.A. Amazonian deforestation model and regional climate change. **Journal of Climate**, v.4, n.10, p.957-988, 1991.

SAMPAIO, A.B. Controle de gramíneas exóticas invasoras em unidades de conservação do Cerrado Alexandre Bonesso Sampaio. ICMBio, 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/planos-de-manejo>>. Acesso em 24 de julho de 2017.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p. 153-164, 2005.

# Conservação e manejo de duas espécies de peixe-boi no Brasil

Lilian Fernanda Belo Serrão

Os sirênios são animais aquáticos que pertencem a classe Mammalia, ordem Sirenia e família Trichechidae. Como exemplos de representantes dessa ordem temos as duas espécies brasileiras *Trichechus inunguis* (peixe-boi-da-amazônia) e *T. manatus* (peixe-boi-marinho) as quais estão incluídas na lista de espécies ameaçadas de extinção segundo o livro vermelho publicado em 2016 pelo ICMBio (ICMBio, 2016). No Brasil ocorrem apenas essas duas espécies de Sirênios citadas (Luna et al., 2011) e sua distribuição se limita ao litoral norte (Figura 1).

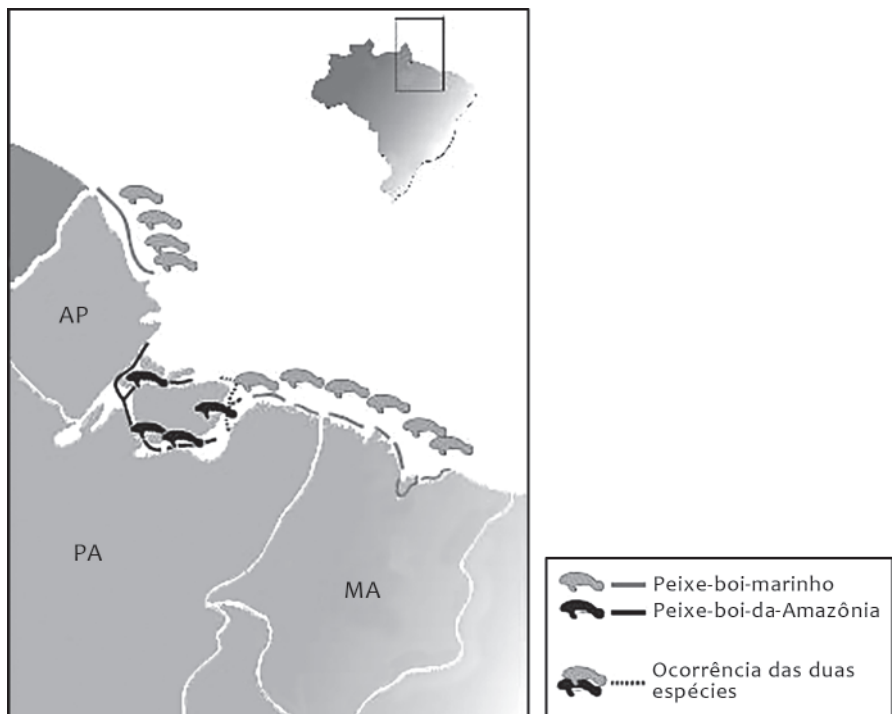


Figura 1. Mapa de distribuição dos peixes-boi do Brasil. Modificado de Luna et al. (2011).

Há diferenças morfológicas e de distribuição dessas espécies. *Trichechus inunguis* (peixe-boi-da-amazônia) é pequeno medindo até 3m e pesando até 450 kg enquanto que o *T. manatus* (peixe-boi-marinho) é maior chegando a medir um pouco mais de 4 m (Luna et al., 2011). As ameaças a estas espécies são praticamente a destruição dos ambientes costeiros e a dificuldade do acesso a lugares próprios para a sua alimentação e reprodução. Além disso, são suscetíveis a estresse acústico como barulho de jet-skis, veículos estes cada vez mais presentes seja para práticas esportivas ou lazer, reforçando que essas espécies requerem atenção mais especial considerando que são naturalmente vulneráveis à estresses (Rodríguez-Chacon; Silva, 1999). Desde a colonização, a caça a espécie amazônica vem crescendo (Best et al., 1981) e isso causou o problema que está sendo alvo da atenção de biólogos e conservacionistas ambientais: a prevenção da extinção. Esses são apenas uns dos diversos fatores que torna um desafio a criação e atuação da conservação desses animais, pois os principais personagens da caça, são os ribeirinhos que encontram na carne do peixe-boi uma das principais fontes de proteína (Luna et al., 2011).

As barragens como a de Tucuruí limitam seu deslocamento, já que não são territoriais (Luna et al., 2011), além do mais, o processo de estudos e planos de manejo desenvolvidos para serem aprovados conseguem ser tão vagaroso quando comparado com a velocidade da evolução do nível de degradação que o meio ambiente vem sofrendo. O que dificulta a conservação mais bem-sucedida e eficaz acerca desses animais também é o fato deles terem baixa taxa reprodutiva, sua lenta locomoção que o deixa muito vulnerável (Best et al., 1981) e a alimentação distinta da maioria dos outros mamíferos.

Os filhotes se alimentam de leite materno até a fase adulta, mas os peixes-boi adultos por não serem tão seletivos no que se refere às espécies vegetais acabam ingerindo algas tóxicas que se proliferam e com isso podem acabar morrendo, assim como também pode ocorrer ingestão de lixos e sofrerem consequências fatais. Basicamente, a dieta desses sirênios se resume no consumo de, por exemplo, espécies da família Poaceae e Pontederiaceae (Colares; Colares, 2002). O encalhe em malhadeiras e os habitats inapropriados para reprodução são mais fatores que impedem hoje o sucesso reprodutivo dessas espécies.

Os sirênios sujeitos à tais ameaças já mencionadas carecem de esforço na avaliação do status dessas populações (Siciliano et al., 2008) para que pesquisadores, voluntários, estudantes e cidadãos possam tentar evitar a

completa extinção desses seres vivos, mesmo que outros cidadãos fora da lei estejam contribuindo para o sumiço destes por diversos motivos, seja por ganância, seja por não respeitar e zelar pelo patrimônio natural também.

Como criar planos de conservação para esses animais sem o apoio da população local como nesse caso? Como fazer o manejo? Diante do escasso conhecimento acerca da história de vida dessas espécies e a atual situação de alerta que se questiona: quais as estratégias para a conservação de espécies ameaçadas como essas? Através das medidas que vem sendo tomadas e as que ainda estão em planejamento, o foco está em frear a atividade de retirada dessas espécies de seu ambiente natural e, conseqüentemente, retirar tais animais da lista de espécies ameaçadas. Com isso no Brasil foi aprovada leis, normas, diretrizes e portarias para a criação de órgãos com pessoal competente para aturem no estudo e levantamento dos seres vivos, com intuito de suprir a necessidade de se pôr em vigor protocolos específicos para a saúde das espécies nativas (Vidolin et al., 2004).

Com o objetivo de proteger as espécies e, de modo conseqüente, o meio ambiente e a vida de um modo geral, foi então sancionada a Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967 pelo ex-presidente Humberto de Alencar Castelo Branco sobre a proteção à fauna em que o Art. 1º exprime que os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento presente na natureza, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua caça, portanto, aquele que pratica algo contra animais e o meio ambiente, sabendo que desobedece as Leis Federais, é configurado criminoso. Com as normatizações seguintes, em 2006 criou-se a resolução MMA-CONABIO nº 03, de 21 de dezembro de 2006, estabelecendo metas para reduzir a perda de espécies e ecossistemas, e com base nisso, quatro anos depois o Ministério do Meio Ambiente aprova o PAN – Sirênios pela Portaria Nº 85, de 27 de agosto de 2010,

Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios (*Trichechus inunguis* e *Trichechus manatus*), o peixe-boi. O plano contou com uma série de atividades que corroboravam para a boa manutenção tanto dos habitats quanto dos peixes-boi em si, no entanto, o PAN-Sirenios teve duração de apenas 5 anos (2010-2015) e, portanto, está encerrado.

Atualmente um limitado número de planos desenvolvem tais ações no país, o que torna isso muito preocupante, mas vale ressaltar que temos o Centro Especializado do ICMBio (Portaria nº 78 de 03-09-2009), o CMA, que tem



sua sede em Pernambuco e atua no manejo e conservação da espécie marinha restritamente. O Centro já tem duas décadas de existência no Brasil. Ligado a ele há o Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos da Amazônia – GEMAM, o objeto deste grupo de estudo engloba tanto sirênios (Figura 2) quanto cetáceos que ocorrem na costa amazônica, monitorando praias, tanto da Ilha de Marajó como da APA de Algodual, inventariando carcaças de botos e golfinhos e observando o comportamento dos sirênios. (Fotos: Janine valente).



Figura 2. Pesquisadores e representantes de comunidade envolvidos no manejo dos sirênios. (Fotos: Janine valente).





Figura 3. Omar, encontrado em julho de 2013 (Fotos: Acervo MPEG/GEMAM).

Não se pode esquecer-se de citar o Projeto Bicho D'água de Conservação Socioambiental interligado ao GEMAM, projeto este que busca complementar o conhecimento acerca dos mamíferos aquáticos de Algodual e Ilha do Marajó, e hoje busca reintroduzir um indivíduo macho de peixe-boi-marinho resgatado na região, o Omar (Figura 3). O diferencial do projeto é buscar envolver a comunidade diretamente nas pesquisas científicas e nas ações de proteção e manejo (FIDES, 2017).

E por fim, há o Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte – CEPNOR/ICMBio em parceria com o Projeto Peixe-Boi-Amazônico que visa investir em pesquisas, treinamento e resgate de peixes-boi.

Com base nisso, o problema da retirada ilegal e morte prematura dos peixes-boi da natureza ainda evolui, ainda que órgãos de pesquisas atuem, há necessidade de ações e metas específicas para cada espécie levando em consideração seu hábitat para ter a proteção mais efetiva. Todos os animais têm direito á vida, e usar os recursos da natureza para nosso próprio bem requer conscientização de bons cidadãos para a existência das próximas gerações.

## • Referências •

BEST, R. C.; MONTGOMERY, G. G.; YAMAKOSHI, M. Avaliação de técnicas de rádio-rastreamento e marcação do peixe-boi da Amazônia, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Acta amazonica*, v.11, n.2, p.247-254, 1981.

COLARES, I.G.; COLARES, E.P. Food plants eaten by Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*, Mammalia: Sirenia). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.45, p.67–72, 2002.

FIDESA. **Fundação Instituto para o Desenvolvimento da Amazônia**. 2017.

Disponível em: <http://www.fidesa.org.br/index.php/projetos/bicho-d-agua>. Acesso em 11/08/2017

ICMBio. **Sumário executivo, livro vermelho da fauna brasileira Ameaçada de Extinção**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, 2016.

LUNA, F. de O.; ANDRADE, M. C. M. de.; REIS, M. L. **Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-Amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus***. Brasília : Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio.8op, 2011. (Série Espécies Ameaçadas)

RODRIGUEZ-CHACON, Z. M. ; SILVA, V. M. F. Preferência alimentar do peixe-boi em cativeiro. In: Nutrição e alimentação do peixe-boi. Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro.. In: **Programa Piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil-Subprograma de Ciência e Tecnologia**. Ministério de Ciência e Tecnologia.. Brasília: Secretaria Técnica - Secretaria de Desenvolvimento Científico. Ministerio de Ciência e Tecnologia. p. 220-220, 1999.

SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, N.R.; COSTA, A.F.; RODRIGUES, A.L.F.; MAGALHÃES, F.A.; TOSI, C.H.; GARRI, R.G.; SILVA, C.R.; SILVA-JR, J.S. Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa norte do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v.66, n.2, p.381-401, 2008.

VIDOLIN, G. P.; MANGINI; P. R.; MUCHAILH, M. C. Programa Estadual de Manejo Silvestre Apreendida – Estado do Paraná, Brasil. **Caderno de Biodiversidade**, v. 4, n.2, p. 37-49, 2004.





## Conservação no ambiente urbano





# Ações antrópicas e urbanização

Rodrigo de Souza Barbosa

O desenvolvimento da vida urbana no Brasil é relativamente recente visto que no período colonial, salvo alguns núcleos pontualmente localizados ao longo do litoral ou em suas proximidades; a vida econômica girava em torno das atividades agrárias e a população vivia em sua grande maioria no campo. No século XVIII apenas a área mineradora de Minas Gerais conheceu um incipiente processo de urbanização, com o surgimento das vilas que devido à concentração de pessoas vinculadas a atividades mineradoras deram origem as cidades, conhecidas atualmente como as cidades históricas por terem em sua arquitetura traços da época de sua construção (Ugeda Júnior, 2014)

A alteração efetiva das relações entre a população rural e a população urbana, que é característica do processo de urbanização somente teve início nas décadas finais do século XIX, e principalmente a partir do começo do século XX, quando a indústria foi se tornando presente nas cidades da região sudeste. Mas foi após a segunda guerra mundial que este processo se acelerou, a população urbana que se manteve sempre abaixo dos 10% da população total do país elevou-se para aproximadamente 16% em 1920. Atingiu pouco mais de 30 % em 1940 e a partir de então aumentou rapidamente 45% em 1960, 67% em 1980, 75% em 1990, 81,2% em 2000 e 84,3% em 2010. Faz-se necessário ressaltar que no Brasil, bem como na maioria dos países periféricos a urbanização se deu de forma acelerada mesmo em regiões onde a industrialização não ocorreu de modo intenso, como foi o caso da região Nordeste (Ugeda Júnior, 2014)

Nos últimos anos, as discussões em torno da conscientização das questões ambientais despertaram a atenção do homem em relação as suas atividades no meio natural e no espaço urbano. Segundo Tucci (2010), a urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbanas.



A ação do homem caracteriza-se como principal agente modificador meio ambiente, pois ele, com suas ações, alteram o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais. Contudo, essas ações antrópicas são frutos das transformações da modernidade que modificaram as relações dos grupos sociais com seu ambiente, sendo que, nos últimos séculos da sociedade ocidental retrataram uma intensa atuação da humanidade no referente ao trato dos elementos naturais, que passaram a ser considerados fatores exteriores e irrelevantes ao bem-estar social.

A urbanização desenfreada tem causado fortes modificações no meio ambiente, sobretudo nos cursos hídricos, nos ciclos hidrológicos, nas variações climáticas, nas cheias naturais dos rios e córregos e no solo por meio dos usos e ocupações indevidas e/ou inadequadas. O principal fator desses problemas são a falta de planejamento, gestão e controle municipal ou ainda a falta de execução das legislações nos âmbitos municipal e estadual (Tucci, 2005)

Com isso, a degradação do ambiente urbano é um dos principais problemas a serem equacionados nas cidades, uma vez que seus resultados atingem de maneira geral o conjunto da população, ainda que não de forma equitativa, considerando as iniquidades presentes no território e a diferença na capacidade de adaptação dos diversos estratos socioeconômicos. Neste sentido, os impactos das transformações ambientais são mais profundos nas áreas mais carentes de infraestrutura e de serviços urbanos.

Nesse contexto, este trabalho tenta evidenciar as principais problemáticas causadas pelas ações antrópicas no processo de urbanização, pois é importante conhecer os seus prejuízos, impactos e transformações no meio ambiente. A urbanização desenfreada tem causado fortes modificações no meio ambiente, sobretudo nas Mudanças na paisagem nos cursos hídricos, nos ciclos hidrológicos, nas variações climáticas, nas cheias naturais dos rios e córregos e no solo por meio dos usos e ocupações indevidas e/ou inadequadas. O principal fator desses problemas são a falta de planejamento, gestão e controle municipal ou ainda a falta de execução das legislações nos âmbitos municipal e estadual (Barros, 2005).

### • Ciclo hidrológico •

Podem-se citar vários fatores que alteram o ciclo hidrológico nas cidades, entre eles: impermeabilização do solo, remoção da vegetação, alterações

morfológicas na topografia, obras de engenharia nos canais fluviais e deposição irregular de resíduos. Esses fatores acabam por desencadear ou intensificar o assoreamento de rios urbanos, ampliação da magnitude e frequência de enchentes, erosão dos solos e dos canais fluviais, movimentos de massa e outros processos que associados resultam em intensa degradação ambiental (Guerra; Mendonça, 2010).

### • Mudanças na paisagem •

Conforme Bertrand (1971), a paisagem não é simples adição de elementos geográficos disparatados. E ainda segundo ele, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e humanos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em permanente evolução.

O problema maior desta evolução, é que as paisagens se modificam de acordo com a necessidade de alguns indivíduos, para satisfazer aos interesses de dirigentes locais (Figura 1) que trazem para as cidades diversas atividades (indústrias, lazer, educação, e outras), as quais provocam o aumento populacional que acarretam os diversos problemas ambientais, como, por exemplo, aumento de efluentes domésticos e lixo urbano.

### • Variações climáticas •

O clima vem sofrendo mudanças ao longo dos anos, o homem vem contribuindo para que esses processos ocorram principalmente no que se refere aos climas locais e aos microclimas. Essas mudanças ocorrem com maior frequência nas construções urbanas, logo, as cidades de maior tamanho são os maiores exemplos das ações antrópicas no que se refere ao clima (Pinheiro et al. 2014).

Segundo Mendonça e Monteiro (2003) o processo de urbanização é bastante significativo em termos de modificações do clima em escala local, gerando um clima próprio. O clima urbano é entendido como um sistema que abrange um fato natural (clima local) e um fato social (a cidade).

As consequências dessas alterações refletem diariamente na vida das pessoas que residem, trabalham ou frequentam essas localidades,



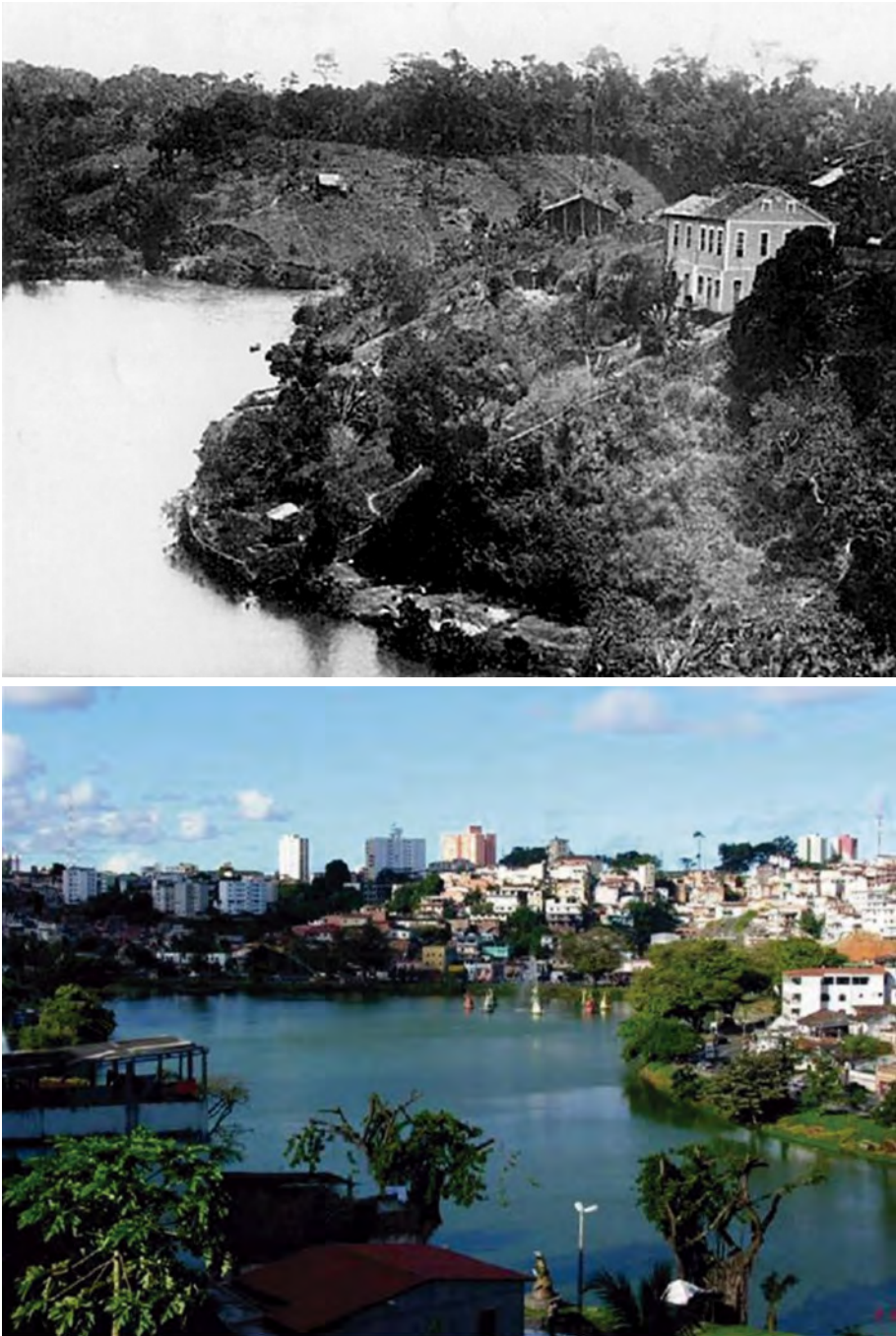


Figura 1. Dique do Itororó, Salvador/BA em 1920 (dir.) e 2006 (esq.). Fonte: acesso a home Page <http://www.cidteixeira.com.br>, consulta em 21/07/2017.

geralmente essas áreas que possuem uma grande urbanização geram uma sensação térmica maior do que se o mesmo local estivesse com sua cobertura vegetal original. Nesse sentido, As áreas verdes desempenham importante papel nas condições climáticas em microescala das cidades, minimizando a temperatura aumentando a umidade transformando em áreas agradáveis e refrescantes, além da função estética que exerce. As áreas verdes são importantes para os centros urbanos, pois além da beleza estética elas transformam a área urbana em ambientes agradáveis e refrescante para se viver (Pinheiro et al., 2014).

### • Cheias naturais dos rios e córregos •

De acordo com Martins (2012), a bacia hidrográfica é naturalmente composta por um sistema de drenagem, como por exemplo, os rios, riachos, córregos, pântanos e várzeas que a compõe juntamente com a vegetação, declividade do solo e características específicas da região. Com a urbanização este sistema natural é alterado drasticamente pelas alterações da impermeabilidade do solo e aumento da vazão de descarga nos corpos hídricos.

Caso haja o desenvolvimento urbano desenfreado, com o desmatamento de áreas de proteção permanente, como é o caso da maioria das cidades brasileiras, poderá gerar resultados negativos com o assoreamento de canais e galerias pluviais, reduzindo sua capacidade de condução de excesso de águas. Além de possibilitar a veiculação de doenças infectocontagiosas, o comprometimento dessas drenagens contribui para a ocorrência de inundações (Neto, 2013).

Com o aumento da urbanização e, conseqüentemente, o aumento do desmatamento das matas ciliares e aumento das áreas impermeáveis esta situação se inverte e além de ocorrer o aumento do volume da água escoada, ocorre também o aumento da velocidade desta água. Quando a região possui uma cobertura vegetal densa, a sua tendência é favorecer a permeabilização do solo de forma rápida, esta característica pode até mesmo passar a ser mais importante para a drenagem urbana que o tipo do solo da região.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (2006) realizou um estudo mostrando as principais causas de inundações urbanas (Quadro 1). Observa-se que o desmatamento das áreas de preservação permanente está relacionado aos principais motivos.

Quadro 1. Causas e Efeitos das Inundações Urbanas.

Causas	Efeitos
Impermeabilização	Maiores picos de vazão
Redes de drenagens	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes coletoras de esgotos deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das áreas de várzeas	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

Fonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, 2006.

### • Planejamento inadequado ou a falta dele •

O crescimento urbano não planejado é o principal responsável pelos problemas e pela saturação que as metrópoles brasileiras atravessam hoje. Devem-se destacar também os erros cometidos pelos gestores urbanos que por falta de capacidade técnica ou motivados por interesses escusos realizam diversas ações que irão acarretar problemas aos cidadãos e a própria vida urbana. São exemplos, a construções de anéis viários nas margens dos rios, pois a cada precipitação a circulação de veículos será prejudicada pelas enchentes, ou a urbanização de fundos de vale ou vertentes com declive acentuado, fatos que submetem os moradores à riscos graves. Esses são apenas exemplos de problemas encontrados nos grandes centros urbanos que estão relacionados à falta de planejamento e gestão inadequada das cidades (Ugeda Júnior, 2014).

Segundo Mota (1999), no passado realizou-se o planejamento urbano considerando principalmente os aspectos sociais, culturais e econômicos; e admitia-se que o ambiente físico deveria se adequar às atividades do homem. Considerava-se que os recursos naturais poderiam ser utilizados e alterados de forma ilimitada, desde que fossem atendidas as necessidades básicas dos moradores das cidades como habitação, trabalho, circulação e lazer.

Os problemas ambientais resultantes desse tipo de planejamento causaram e causam degradação ambiental com reflexos negativos sobre a qualidade de vida do homem, e destacam que as características naturais devem ser

respeitadas nos processos de planejamento, ocupação e gestão de qualquer espaço. Segundo Forattini (1992), qualidade de vida é definida como o grau de satisfação no âmbito das áreas física, psicológica, social, de atuação, material e estrutural, esta pode ser considerada como individual ou coletiva. A qualidade de vida coletiva é definida segundo o mesmo autor “como a resultante de condições ambientais e estruturais que se desenvolvem na sociedade.” Alguns indicadores utilizados para avaliar a qualidade de vida segundo Forattini (1992) são:

- a) Ambientais: qualidade da água, do ar e do solo, contaminação doméstica e acidental;
- b) Habitacionais: densidade, disponibilidade espacial e condições de habitabilidade;
- c) Urbanos: concentração populacional, comunicação e transporte, educação, segurança e comportamento, poluição sonora e visual, local e paisagística;
- d) Sanitários: morbidade e mortalidade, assistência médica e hospitalar, estado nutricional;
- e) Sociais: condições socioeconômicas e de classes, consumo, necessidades e desigualdades, família e sexualidade, condições de trabalho, profissão, recreação, lazer e turismo, sistema político administrativo.

### • Considerações Finais •

A urbanização no Brasil, de forma geral, foi e ainda é realizada sem o correto planejamento causando sérios danos ao meio ambiente e, conseqüentemente, a sociedade. Credita-se isso a falta de governança de quem está no poder ou de quem tem o poder para fazer de forma correta. O planejamento ambiental e urbano deve ser pensado em minimizar o impacto nas áreas verdes das cidades e no ciclo hidrológico, que estão entre as principais agentes de mitigação das problemáticas urbanas, para assim, atender as necessidades da população que ocupam o espaço natural e diminuir os riscos tanto para a sociedade quanto para o ambiente nas cidades.

### • Referências •

BARROS, M. T. L. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri: Manole, 2005.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, v.13, p.11-27, 1971.

FORATTINI, O. P. **Ecologia, Epidemiologia e Sociedade**. São Paulo Artes Médicas: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Orientações básicas para drenagem urbana/ Fundação Estadual do Meio Ambiente**. Belo Horizonte: FEAM, 32p. il. 1. Drenagem II. Título CDU: 626.86, 2006.

GUERRA, A.J.T.; MENDONÇA, J.K.S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: GUERRA, A.J.T. e VITTE, A.C. (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3.ed., 2010.

GUTIERREZ, L. A. R.; SOUZA, G. F.; PEREIRA, G.; PARANHOS FILHO, A. C.; Arima, G. A.; BARBASSA, A. P. Mapeamento Temporal dos índices: área de superfície impermeável e escoamento superficial da área urbanizada de Campo Grande – MS. **Caminhos de Geografia**, v.12, n.37, p.269-288, 2011.

MARTINS, J.R.S. **Gestão de drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?**. Universidade de São Paulo, p.1-11, 2012.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C.A.F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 353p., 1999.

NETO, F. O. L. **Aplicação do modelo DPSIR na bacia hidrográfica do Rio Guaribas, Ceará, Brasil: subsídios para a gestão ambiental local**. Dissertação de Mestrado. 173 p., 2013.

PINHEIRO, J.M.; TEIXEIRA, A. O.; CALDAS, C. S. **Importância da área de proteção ambiental do itaipiracó para o lazer e o microclima local**. VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, p.2734-2752, 2014.

TUCCI, C. E.M. Águas urbanas: interfaces no gerenciamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

UGEDA JÚNIOR, J. C. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, v.17, n.1,p. 101 – 116, 2014

# Malefícios causados pelo lixo

Cintia Oliveira Carvalho

## • O lixo produzido pela sociedade •

Até o início do século passado, o lixo produzido era composto praticamente de excrementos animais, restos de comida e matéria orgânica; estes eram facilmente reintegrados aos ciclos naturais, servindo até como adubo na agricultura. Porém, com a industrialização e o crescimento demográfico, principalmente nos centros urbanos, o lixo tem-se tornado um grande problema. A sociedade moderna tem extraído mais e mais matérias primas, causando o crescimento contínuo de montanhas de lixo que em grande parte não retornaram aos ciclos naturais, podendo assim ser uma fonte de contaminação para o meio ambiente e inclusive para a saúde humana.

Todo esse lixo que é descartado pode ser classificado de diversas formas, de acordo com suas características ou propriedades. Para melhor entendimento, lixo ou resíduo pode ser definido como todo e qualquer material considerado inútil, velho, putrefato ou sem valor. Quanto à sua natureza e estado físico, o lixo pode ser classificado como sólido, líquido, gasoso e pastoso (Lima, 2004). Os resíduos sólidos, segundo a Norma Brasileira NBR/ABNT 10.004 podem ser classificados de acordo com seus riscos potenciais: Classe I, perigosos; Classe II, não perigosos. Esta última classe ainda é dividida em Classe IIA, não inertes (biodegradáveis, solúveis ou que apresentam combustibilidade, como papel e restos de alimentos); e Classe IIB, inertes (decompostos facilmente, como borrachas e plásticos). Considerando a origem e produção, os resíduos podem ser classificados como: Industrial, Hospitalar, Comercial, Residencial, Especial e Outros (Quadro 1). A classificação adequada dos resíduos é de grande importância para a escolha do método de gerenciamento mais viável.

Milhões e milhões de toneladas de lixo são gerados mundialmente. Cerca de 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos são produzidos por ano, neste panorama, espera-se que o volume de resíduos aumente para 2,2 bilhões de toneladas por ano em 2025 (Delfino, 2016). No Brasil, a



geração de resíduos sólidos tem crescido gradativamente nos últimos anos. Durante o período de 2008 a 2014, houve um crescimento na produção de resíduos de 27%, onde o ano de 2014 apresentou o patamar de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas (Figura 1) (Delfino, 2016). Quanto a geração de resíduos por regiões brasileiras, a região Sudeste foi a que apresentou o maior índice de geração de resíduos por habitantes, totalizando 1,239 Kg/dia, seguida pela região Centro-Oeste com 1,114 Kg/dia, Nordeste com 0,982 Kg/dia, Norte com 0,893 Kg/dia e Sul com 0,77 Kg/dia (Delfino, 2016).

Quadro 1. Classificação dos resíduos, quanto origem e produção.

Industrial	Resíduo decorrente de atividades industriais, incluindo o lixo oriundo das construções.
Hospitalar	Resíduos comuns, como restos de alimentos, papéis, invólucros; e resíduos especiais, resultantes das salas de cirurgias, áreas de internação e isolamento.
Comercial	lojas lanchonetes, restaurantes etc. Geralmente os lixos provenientes desses ambientes são papéis, papelões, plásticos, resto de alimentos, sabões etc.
Residencial, domiciliar ou doméstico	restos de alimentos, invólucros, papéis, plásticos, vidros, trapos.
Especial	Resíduos em regime de produção passageira, como móveis, veículo abandonados, podas de jardins e praças, animais mortos, descargas clandestinas etc.
Outros	Resíduos não incluídos nos itens anteriores e aqueles decorrentes de sistemas de varredura e limpeza de galerias.

Fonte: Adaptado de Lima (2004).

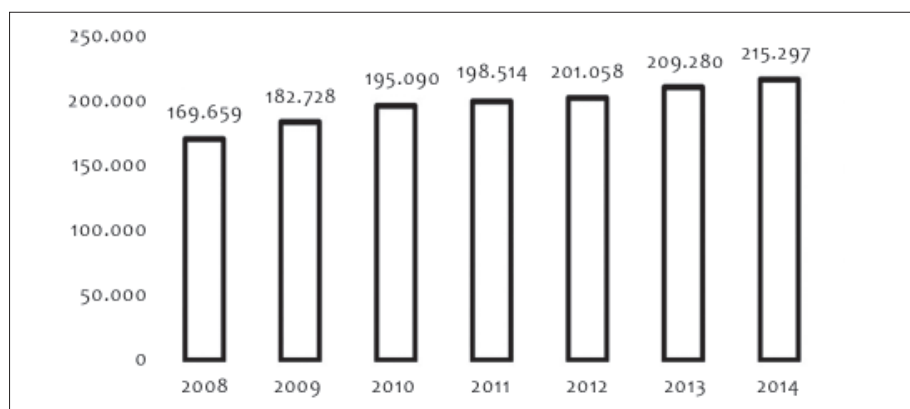


Figura 1. Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, em toneladas por dia. Fonte: Delfino (2016).



## • Disposição inadequada do lixo e suas implicações no meio ambiente e na saúde humana •

Parte significativa do lixo produzido, principalmente nos centros urbanos, tem por fim os lixões, que podem ser entendidos como áreas no qual o lixo é depositado de uma forma desordenada, sem uma compactação adequada e sem cobertura alguma, acentuando os problemas de contaminação dos lençóis freáticos, do solo, poluição do ar e proliferação de vetores (Silva, 2015). A decomposição dos resíduos, nesses ambientes, pode promover a formação de gases, principalmente do metano (CH<sub>4</sub>), que é tóxico e inflamável, e que contribui consideravelmente para aquecimento global (Vieira; Silva, 2006). Além da formação dos gases, há também a circulação de poeira, materiais leves e odor que são carregados pelo vento e podem causar malestar, náuseas e cefaleias nos trabalhadores dos lixões e nas pessoas que se encontram próximas a estes ambientes (Ferreira; Dos Anjos, 2001).

A decomposição da matéria orgânica contida no lixo origina o chorume, que é um líquido fétido, de cor escura e que possui um alto potencial poluidor (Marques, 2011). Este líquido por carregar matéria orgânica decomposta e produtos químicos que estavam presentes no lixo, pode contaminar o solo e conseqüentemente os lençóis freáticos, que são umas das mais importantes reservas para o suprimento de água potável, e ainda contaminar os rios que estão próximos aos lixões, causando assim graves danos a vida aquática existente (Miyagawa et al., 2016). Os rios que são contaminados geralmente servem de abastecimento urbano para a região; ou seja, a água que é consumida nas regiões próximas aos lixões está comprometida. No Brasil, por exemplo, 24% da população não possui água potável (Paludo, 2010). Para o consumo humano, a água deve ser pura e saudável, sem cor e gosto, matéria suspensa aparente e livre de organismos. Não estando dentro deste padrão a água pode ocasionar doenças que podem levar até mesmo a morte.

Um dos componentes dos lixões que tem crescido abundantemente no decorrer do tempo é o lixo eletrônico. Milhares de computadores, celulares, televisões e outros aparelhos são descartados diariamente e por falta de um destino adequado acabam sendo levados para os lixões. Esses aparelhos ocupam muito espaço onde são jogados, além de possuírem em suas peças e componentes metais pesados como chumbo, cádmio, mercúrio, berílio, arsênico e retardantes de chamas (BRT) que podem causar severos danos ao ambiente e para a saúde humana (Quadro 2).

Quadro 2. Efeitos dos componentes do lixo eletrônico na saúde humana.

Componente	Onde é encontrado	Efeitos
Chumbo	Computador, celular, televisores	Danos ao sistema nervoso e sanguíneo
Cádmio	Computador, monitores de tubos antigos, baterias de laptop	Envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e afeta o sistema nervoso
Mercúrio	Computador, monitor e TV de tela plana	Danos cerebrais e ao fígado
Berílio	Computador, Celular	Câncer no pulmão
Arsênio	Celular	Doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer no pulmão
Retardantes de chamas (BRT)	Diversos componentes eletrônicos para prevenir incêndios	Desordens hormonais, nervosas, reprodutivas

Fonte: Adaptado de Favera (2008).

Essas substâncias químicas, quando se misturam com a água da chuva e outros líquidos, podem infiltrar-se no solo e atingir o lençol freático, bem como as águas superficiais contaminando-os (Marques, 2011). Os metais pesados encontrados nessas águas podem afetar o ciclo de vida de muitos peixes ali existentes. Dependendo da idade, do desenvolvimento e de fatores fisiológicos dos peixes, os metais pesados podem ocasionar doenças, uma diminuição na reprodução, menor crescimento e desenvolvimento, comportamento anormal e até mesmo a morte desses animais (Govind; Madhuri, 2014). Além disso, essas substâncias são bioacumulativas, ou seja, a cada vez que um organismo consome o outro essas substâncias vão se acumulando em seus sistemas, uma vez que, não são metabolizadas. As espécies do topo da cadeia alimentar tendem a concentrar as maiores quantidades de metais pesados. Peixes, por exemplo, ao se alimentarem, podem ingerir essas substâncias, contaminando seus tecidos que posteriormente poderão ser consumidos pelos homens causando, assim, uma série de problemas nestes.

### • Possíveis soluções para minimizar a produção excessiva de lixo •

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída na Lei nº 12.305/2010, uma das soluções para os problemas ocasionados pela elevada

produção de resíduos poderia ser a responsabilidade compartilhada, onde o poder público ficaria a cargo de apresentar planos para o manejo correto dos materiais; as empresas ficariam responsáveis pelo recolhimento e destinação dos seus produtos após uso e a sociedade participaria dos programas de coleta seletiva e incorporariam mudanças de hábito visando a redução do consumo e conseqüente geração (Brasil, 2012).

Diversas ações podem ser realizadas por todos, no dia a dia, para reduzir a quantidade de lixo produzido. Como, por exemplo, a recusa dos produtos possivelmente impactantes, separação dos lixos dentro de suas casas facilitando assim os processos de reciclagem, não jogar lixos nas ruas, rios e florestas, reutilização de materiais que ainda possuem serventia, evitar usar as sacolas plásticas dos supermercados ou lojas para carregar as compras, substituindo-as por sacolas próprias, mochilas ou bolsas; evitar produtos descartáveis; evitar jogar fora roupas, brinquedos antigos, sapatos, utensílios de casa que na maioria das vezes podem ser doados ou restaurados; separar jornais, revistas, livros, embalagens de papel para doar a catadores, vender ou encaminhar para a coleta seletiva (Linhares; Gewandsznajder, 2005). A iniciativa e o envolvimento de cada pessoa são os primeiros passos para a diminuição dos problemas causados pelo lixo.

Um bom exemplo de união entre o governo e os moradores contra a produção excessiva do lixo foi realizada no município de Belo Horizonte em Minas Gerais. Este município adotou um sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, com o intuito de realizar ações voltadas a melhoria dos serviços de limpeza urbana, a participação da sociedade nas discussões para a busca de soluções sobre a questão do lixo e a qualificação e valorização dos coletores de lixo (Minas Gerais, 2017). Com a colaboração da comunidade, dos catadores e das grandes empresas o município conseguiu ampliar os índices de reciclagem, ao incentivar a separação dos materiais e o tratamento destes. Para a coleta seletiva, foram colocados contêineres em vários pontos da cidade, assim como caminhões adaptados que passam nas casas arrecadando os materiais para serem reciclados (Minas Gerais, 2017). Cerca de 383.365 habitantes, em 36 bairros da capital de Belo Horizonte, são atendidos pela coleta seletiva porta a porta; com isso uma média de 606 t/mês, 7.271,37 t/ano de material reciclável são recolhidos, o que equivale a apenas 1,08% dos Resíduos Domiciliares (RDO) coletados no Município (Minas Gerais, 2017). Estas práticas reduziram o volume de lixo produzido no município, em contrapartida, mostraram que ainda são necessárias muitas outras ações, aliadas a estas para diminuir a

produção diária de lixo, já que com esta prática, apenas 1,08% do RDO anual do município foi coletado.

Uma solução alternativa que vem crescendo e apresentando diversas vantagens socioambientais é o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos. Os restos de comida, p.ex. quando tratados corretamente podem ser convertidos em etanol, hidrogênio, metano e biodiesel (Kiran et al., 2014). A conversão da matéria orgânica para energia ocorre primariamente através da ação das enzimas de micro-organismos, sendo assim, essa conversão bioquímica é considerada um dos métodos mais sustentáveis na Índia (Kalyani; Pandey, 2014). Muitos países têm utilizado as tecnologias waste-to-energy (WTE), resíduos para energia, como uma alternativa para o abastecimento de energia e aquecimento de um distrito (Pan et al., 2015). As tecnologias WTE consistem em vários métodos como incineração, gaseificação, digestão anaeróbica, que tem em comum a conversão de resíduos em combustíveis ou energia biocombustível (Pan et al., 2015). O Brasil tem adotado muitas dessas medidas, visto que a energia gerada a partir de resíduos sólidos urbanos traz muitos benefícios para o país, como a redução do montante de lixo produzido diariamente, bem como uma fonte de energia alternativa para o sistema elétrico brasileiro (Delfino, 2016).

### • Considerações finais •

A produção excessiva do lixo e sua disposição inadequada têm apresentado consequências de ordem ambiental, tais como: formação de gases tóxicos, poluição dos solos, lençóis freáticos, rios, proliferação de vetores; e de ordem social, onde a qualidade de vida da sociedade que reside nas proximidades dos lixões é comprometida, na medida em que a água, os alimentos e o ar são contaminados. Para a diminuição desses problemas, algumas medidas podem ser tomadas, como: a reciclagem, reutilização e recusa de materiais e produtos, a coleta seletiva, o aproveitamento energético e a responsabilidade compartilhada, onde o poder público, as empresas e a sociedade trabalhem visando redução do consumo e consequente geração. Contudo, ainda está longe de resolver os problemas causados pelo lixo, mas se cada cidadão introduzir no seu dia a dia hábitos mais corretos em relação ao ambiente como a separação do lixo e a destinação correta para este, talvez este cenário comece a mudar, melhorando a qualidade de vida das pessoas e principalmente do planeta como um todo.

## • Referências •

- BRAZIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação, Edições Câmara, 2012.
- DELFINO, A.P.S. **O aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: as causas do subaproveitamento do biogás de aterro sanitário no Brasil**. 2016. 91f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Economia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- FAVERA, E.C.D. **Lixo eletrônico e a sociedade**. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na Disciplina Computadores e Sociedade, Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.
- FERREIRA, J.A.; DOS ANJOS, L.A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.3, p.689-696, 2001.
- GOVIND, P.; MADHURI, S. Heavy metals causing toxicity in animals and fishes. **Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences**, v.2, n.2, p. 17-23, 2014.
- KALYANI, K.A.; PANDEY, K.K. Waste to energy status in India: A short review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v.31, p.113-120, 2014.
- KIRAN, E.U.; TRZCINSKI, A.P.; NG, W.J.; LIU, Y. Bioconversion of food waste to energy: a review. **Fuel**, v.134, p.389-399, 2014.
- LIMA, L. M. Q. **Lixo, tratamento e biorremediação**. Hemus, 2004.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia: volume único**. Ática, 2005.
- MARQUES, R. F. P. V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas)Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2011.
- MINAS GERAIS (Belo Horizonte). Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Superintendência de Limpeza Urbana. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de belo horizonte (PMGIRS-BH)**. Minas Gerais, 114 p. 2017.
- MIYAGAWA, L. de J. P. P; MENDES, T. A. A; MARMOS, J. L. Caracterização da contaminação por chorume nos recursos hídricos superficiais no entorno do aterro de resíduos sólidos de Manaus/AM. **Revista Geonorte**, v.7, n.27, p.43-49, 2016.
- PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul**. 2010. 75 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de química industrial)- Centro Universitário Univates, Lajeado, 2010.
- PAN, S.Y.; DU, M.A.; HUANG, I.T.; LIU, I.H.; CHANG, E.E.; CHIANG, P.C. Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. **Journal of Cleaner Production**, v.108, p.409-421, 2015.
- SILVA, E. D. **Educação ambiental: lixo urbano de problema a possibilidades**. 2015. 22 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Educação em Direitos Humanos)- Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2015.
- VIEIRA, S.; SILVA, J. W. Emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos. **Ministério da Ciência e tecnologia (MCT) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)**, Brasília, 2006.

# A poluição dos rios no meio urbano e suas consequências

Heitor Antunes de Castro

Segundo Carapeto (1999), há uma dificuldade em se definir quais matérias ou agentes podem ser considerados poluentes, visto que, alguns tipos de substâncias encontradas nos ecossistemas aquáticos são resultados das atividades humanas (como exemplo temos: os plásticos e/ou os hidrocarbonetos halogenados) e não são encontrados naturalmente no ambiente e há também muitas outras substâncias tóxicas ou prejudiciais que existem naturalmente nos oceanos, mares, rios e estuários.

Os ecossistemas aquáticos apresentam uma grande heterogeneidade devido a variações no tamanho dos rios, na geomorfologia do canal e regime de vazão além de outras características do habitat, também apresentam sistemas bastante interligados, com isso qualquer agente poluidor pode resultar em contaminação distantes das áreas em que foram originalmente aplicados. Por isso a importância do descarte adequado desses dejetos para evitar que outras áreas também sejam atingidas (Veiga et. al., 2006).

No meio urbano a principal causa das alterações no ambiente é o processo de urbanização desenfreado na maior parte das cidades brasileiras que influenciam direta ou indiretamente a vida da população. Como consequência temos o desmatamento, impermeabilização do solo, aterramentos de áreas baixas ou alagadas. Dependendo das condições ambientais, as ocupações urbanas podem ser as principais responsáveis pela poluição dos recursos hídricos (Gobel et. al., 2007).

## • Danos à saúde •

Para os seres humanos a poluição dos recursos hídricos pode acarretar consequências devastadoras como o surgimento de doenças que têm meios de contaminação pela água e que por muitas vezes por falta de estrutura ou alienação da população é tratada de maneira incorreta. A partir do momento

que a água já foi contaminada, dificilmente sem uma intervenção pontual ela voltará ao seu estado de potabilidade (Jakuboski et al., 2014).

Dentre as doenças que podem ser transmitidas pela água temos: a cólera, febre tifoide e paratifoide, shingelose, intoxicações alimentares como a amebíase e infecções intestinais decorrentes de outros micro-organismos e mal definidas. Segundo dados do DATASUS (2003) essas doenças são responsáveis por 5% das internações hospitalares e 2% dos óbitos.

Além dos danos à saúde humana, a poluição de rios, lagos, oceanos e outros meios aquáticos e do solo resultantes das atividades humanas alteram os processos biológicos, químicos e físicos dos sistemas naturais (Hadlish; Scheibe, 2007). Mesmo que de forma acidental qualquer atividade não natural pode afetar drasticamente um ecossistema e sua dinâmica podendo ocorrer uma degradação total, pois sistemas biológicos podem ser mais sensíveis a perturbações do que outros (Carrapeto, 1999).

### • Causas da poluição •

O maior fator de poluição dos rios é a falta de tratamento de esgoto, pois durante vários séculos o homem fez mau uso dos recursos hídricos tornando-os depósitos de esgotos e dos resíduos produzidos pelas indústrias que são compostos em grande parte por metais pesados e substâncias tóxicas (Silva, 2009). A carência de políticas públicas mais eficazes e o saneamento básico facilitam a falta de conscientização da população causando a poluição.

De acordo com Tucci (2008) “o desenvolvimento urbano tem produzido um ciclo de contaminação, gerado pelos efluentes da população urbana como o esgoto doméstico e/ou industrial e o esgoto pluvial”. Este processo é ocasionado em grande parte pelo despejo sem tratamento dos esgotos sanitários nos rios causando a contaminação, posteriormente o esgoto pluvial transporta uma quantidade de resíduos orgânicos e de metais que chegam aos rios nos períodos de chuva.

### • Catástrofe ambiental em Mariana-MG •

Os impactos ambientais também podem afetar várias populações de forma desastrosa, um exemplo foi o rompimento da barragem Fundão situada no município de Mariana/MG. A barragem continha cerca de 50 milhões



de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração de ferro, desse total 34 milhões de m<sup>3</sup> foram lançados no meio ambiente e o restante continuou sendo carregado em direção ao mar (IBAMA, 2015).

Segundo o IBAMA cerca de 663,2 km de corpos hídricos foram diretamente impactados, o Rio Doce foi um dos principais afetados. O desastre causou a morte de trabalhadores da empresa e moradores das comunidades afetadas, desalojamento de populações, devastação de localidades e a consequente desagregação dos vínculos sociais das comunidades, destruição de áreas permanentes e vegetação nativa da Mata Atlântica, mortandade de organismos aquáticos e fauna terrestre dentre outras consequências graves. A Figura 1 indica o cronograma da passagem da lama e os rios atingidos.

Antes e depois: Rio Doce = Rio do Carmo + Rio Piranga



Figura 1. Passagem da lama e rios atingidos após o rompimento da barragem. Fonte: CPRM.

### • Catástrofe ambiental em Barcarena-PA •

Outro desastre ambiental agora em âmbito regional foi o naufrágio de um navio que transportava várias cabeças de gado no município de Barcarena-PA que ocorreu no dia 06 de outubro de 2015 (Figura 2). Com a morte de centenas de animais, suas carcaças acabaram poluindo a água do rio que ficou imprópria para a pesca e comprometeu o abastecimento de várias cidades próximas.



Figura 2. Bois tentando se salvar após o naufrago do navio que os transportava.  
Foto: Renato Pereira.

Foram necessários vários meses para que o sistema hídrico se recuperasse parcialmente, sendo que seis meses após a tragédia ambiental os moradores do porto de Vila do Conde, situado na Ponta Grossa nas coordenadas (01° 32' 37.2" S e 48° 44' 47.4" W) ainda sofreram os impactos do naufrágio. As carcaças dos animais continuaram submersas e houve vazamento do óleo da embarcação, o que ocasionou a contaminação de várias praias das regiões próximas ao local.

Etapas e alternativas para conter a poluição dos recursos hídricos

ETAPAS	NO QUE CONSISTE
Pré-Tratamento	Gradeamento e Desarenação
Tratamento Primário	Floculação e Sedimentação
Tratamento Secundário	Processos Biológicos de Oxidação
Tratamento do lodo e Terciário	Polimento da Água

Segundo dados do Ambiente Brasil são despejados diariamente nos rios e lagos aproximadamente cerca de 10 bilhões de m<sup>3</sup> de esgoto e apenas 4% desse total recebe algum tipo de tratamento. O tratamento dos esgotos e seus efluentes varia de acordo com a região. Mas uma das alternativas que podem ser tomadas é a reutilização da água resultante desse tratamento para fins industriais diminuindo assim o gasto de água potável que é desperdiçada em inúmeros processos de fabricas e industrias

## • Considerações Finais •

A poluição dos rios no meio urbano deve ser vista como uma das principais preocupações da sociedade, para que assim não tenhamos a inutilização das fontes da água para consumo e subsistência. A péssima gestão e os maus investimentos contribuem significativamente para o surgimento de impactos ambientais. Com maiores práticas e educação ambiental poderíamos prevenir a poluição. Ações educativas bem planejadas combinadas com uma boa gestão dos recursos e iniciativas públicas e privadas são bem mais efetivas quando a população se dá conta que ela é afetada pelas contínuas perturbações que os rios recebem.

## • Referências •

- CARAPETO, C.M.P. **Poluição das águas**. Lisboa-Portugal. 1999. p. 15-17.
- DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/miuf.def> Acesso em 28 jul. 2017.
- GOBEL, P.; DIERKES, C.; COLDEWEY, W. G.; J. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. **Journal of Contaminant Hydrology**, v. 91, n. 1-2, p. 26-42. 2007.
- HADLISH, G.M.; SCHEIBE, L.F. Dinâmica físico-química de águas superficiais em região de intensa criação de suínos: exemplo da bacia hidrográfica do rio CorujaBonito, município de Braço do Norte, SC. **Geochimica Brasiliensis**, v.21, n.3, p. 245-260. 2007.
- IBAMA. **Laudo técnico preliminar: impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Disponível em: [www.ibama.gov.br/phocadownload/.../laudos/laudo\\_tecnico\\_preliminar\\_ibama.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/.../laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf) Acesso em: 12 set. 2017
- JAKUBOSKI, A.P.; SANTOS, I.J.P.; RAUBER, E. **A. Poluição das águas: consequências para os humanos**. 2014. Disponível em: <http://www.site.ajes.edu.br/jornada/arquivos/20140711203818.pdf> Acesso em: 28 jul. 2017.
- SILVA, D. de T.L. da. **A importância da água**. Estância turística de Joanópolis. São Paulo. 2009. Disponível em: [www.joanopolis.com.br/.../aimportanciadaagua.html](http://www.joanopolis.com.br/.../aimportanciadaagua.html) Acesso em: 28 jul. 2017.
- TUCCI, C.E.M. **Águas urbanas**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. 2009. Disponível em: <[www.revistausp.sibi.usp.br/scielo.php?pid](http://www.revistausp.sibi.usp.br/scielo.php?pid)> Acesso em: 28 jul. 2017.
- VEIGA, M.M.; SILVA, D.M.; VEIGA, L.B.E.; FARIA, M.V.C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil. **Cadernos da Saúde Pública**, v.22, p. 2391-2399, 2006.

# Lixões desativados e alternativas de manejo

Jaqueline Portal da Silva

## • O problema dos resíduos sólidos urbanos •

O equacionamento entre a produção dos resíduos sólidos e sua destinação ambientalmente segura tornou-se um dos maiores desafios da sociedade moderna, posto que, o crescimento demográfico aliado aos fatores como a cultura do consumo contribui para a produção excessiva de resíduos, especialmente em grandes centros urbanos.

No Brasil, o problema dos resíduos sólidos vem se agravando especialmente nas regiões metropolitanas e, face a necessidade de enfrentamento desse problema, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, que através de seus princípios, objetivos e instrumentos buscou transformar a relação da sociedade com os seus resíduos.

De acordo com o disposto no artigo 3º da PNRS define-se como:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético ou outras destinações, entre elas a disposição final (...);

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros (...)

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final (...)

Ainda de acordo com o disposto na PNRS, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No que se refere à disposição final de resíduos sólidos a Norma Brasileira NBR – 8419/1992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

define aterro sanitário como a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho (ABNT, 1992).

Sancionada em 2010, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos determinava o prazo de quatro anos para que todos os municípios brasileiros adequassem a gestão de seus resíduos sólidos a PNRS, devendo as áreas de lixões serem desativadas, isoladas e recuperadas, sob pena de responderem por crime ambiental, além de sanções como aplicação de multas e a impossibilidade de recebimento de verbas federais.

Dentro deste contexto, o Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, é uma importante ferramenta de informação através da qual é possível ter um panorama atual da gestão dos resíduos sólidos no cenário nacional.

De acordo como o SNIS – 2015, aproximadamente 98,6% da população urbana é atendida com coleta domiciliar; cada habitante produz em média de 1,0 kg/hab./dia de resíduo sólido; e que a despesa total com o manejo dos resíduos sólidos, quando rateada entre população urbana, resulta em um valor médio anual de R\$ 117 por habitante.

Na comparação, segundo regiões geográficas, a região Norte apresentou o menor percentual na taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar (96,1%) e o segundo maior valor per capita na produção de resíduo sólido por habitante de 1,13 kg/hab./dia, superior ao indicador médio do país de 1,0 kg/hab./dia.

Quanto à disposição final dos resíduos sólidos no panorama nacional, os dados revelaram que 61,8% dos resíduos sólidos urbanos são dispostas em aterros sanitários, 11,5% em aterros controlados, 8,6% em lixões, restando então uma parcela de 18,1% sem informação, a qual, de maneira geral, se refere a pequenos municípios com menos de 30 mil habitantes.

Dentro do contexto nacional, os resultados do SNIS – 2015 indicaram que, quanto ao serviço de coleta de resíduos sólidos, estes estão relativamente bem encaminhados, entretanto, no que se refere tanto à disposição quanto à destinação final dos resíduos sólidos, o equacionamento deste problema

ainda está longe de ser solucionado, especialmente na região Norte do país, onde predominam soluções simplistas, que não atendem de forma adequada as demandas principalmente dos grandes centros urbanos e colocam em risco a salubridade do meio ambiente e saúde da população.

### • Os riscos da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos para o meio ambiente e para a saúde humana •

O lançamento inadequado dos resíduos sólidos gerados pelo ecossistema urbano, nos chamados “lixões”, podem estabelecer cadeias ecológicas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde.

Devido à grande disponibilidade de matéria orgânica, pode haver proliferação de artrópodes como as moscas, que são vetores mecânicos, e transportam grande diversidade de micro-organismos. E, havendo densidade elevada de insetos, podem proliferar outros artrópodes predadores, como aranhas e escorpiões (Philippi Jr., 2005).

O ambiente também se torna propício a proliferação de mosquitos, que podem se desenvolver em pequenas quantidades de água, entre os quais o *Aedes aegypti* transmissor de doenças como dengue, zika e chikungunya.

Animais como o porco, por exemplo, alimentando-se dos detritos orgânicos contaminados, podem tornar-se transmissores de doenças como teníase<sup>1</sup> e cisticercose<sup>2</sup> (Brasil, 2006).

Os lixões agravam a poluição do ar, do solo e das águas. Entre muitos passivos ambientais, associados à disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos, está a produção do chorume definido pela NBR – 8419/1992, como o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada demanda bioquímica de oxigênio. A composição físico-química do chorume é complexa e muito variável, dependendo de fatores como o tipo de resíduos depositado, o tempo de disposição do resíduo, pluviosidade, condições geológicas locais e etc. (Miyagawa et al., 2016).

---

<sup>1</sup> Infecção provocada por qualquer um dos vermes do gênero *Taenia*.

<sup>2</sup> Infestação pela fase larvar (cisticercos) de várias espécies de tênias, como a tênia saginata e a tênia solium



Através do processo de infiltração, o chorume pode contaminar o lençol freático e, por meio do escoamento superficial, pode levar à contaminação das águas superficiais. Braga et al. (2005) e Vasconcelos et al. (2012) e assinalam que as principais alterações observadas nos recursos hídricos são a redução do teor de oxigênio dissolvido, provocado pelo excesso de matéria orgânica biodegradável; crescimento excessivo de alguns organismos aquáticos devido ao excesso de nutrientes e transmissão de doenças através de organismos patogênicos.

Outra problemática relacionada à disposição inadequada de resíduos sólidos é a presença de metais pesados, no solo e na vegetação como, por exemplo, mercúrio (Hg) e chumbo (Pb). Isso ocorre porque esses metais estão frequentemente presentes em diversos tipos de resíduos como plásticos, restos de tintas, pilhas e baterias.

O mercúrio é comumente utilizado em bulbos de lâmpadas fluorescentes, produzidas para uso doméstico em substituição aos bulbos incandescentes, e acaba sendo liberado para o meio ambiente quando as lâmpadas, após serem utilizadas, são descartadas de forma inadequada.

Em seres humanos, os sintomas da contaminação por mercúrio estão relacionados a disfunções do sistema nervoso central, que incluem dormência nos braços e pernas, visão nebulosa e mesmo perda de visão, perda de audição e coordenação motora, letargia e irritabilidade. Durante a gestação, o mercúrio, pode ser passado para o feto ocasionando severos danos ao cérebro como retardamento mental, distúrbios motores, paralisia e sendo em alguns casos fatal (Baird; Cann, 2011).

Saís de chumbo, por serem estáveis e terem a cor brilhante, usualmente são utilizados como pigmento de tintas interiores e exteriores. Nos Estados Unidos, desde 1978, é proibido o uso de pigmentos de chumbo na composição das tintas de interiores, sendo substituídas atualmente pelo pigmento de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ). O chumbo também é comumente utilizado em colorantes de cabelo; estabilizador de uma variedade de produtos de policloreto de vinil (PVC), incluindo brinquedos de crianças; em baterias automotivas, entre outros. Fetos e crianças de até sete anos são os grupos mais sensíveis ao chumbo, onde o principal risco é a interferência no desenvolvimento normal do cérebro (Baird; Cann, 2011).

Outros danos ambientais, decorrentes do lançamento inadequado do resíduo sólido urbano, são:



- Produção de gás metano, causado pela decomposição da matéria orgânica, e a intensificação do efeito estufa;
- Produção de fumaça pela queima dos resíduos sólidos urbanos, ou mesmo decorrente da combustão espontânea;
- Odores desagradáveis;
- Poluição sonora decorrente do tráfego intenso de caminhões de lixo;
- Poluição visual, entre outros.

A presença de “lixões” acarreta também problemas sociais relacionados à presença de catadores, entre as quais crianças que, muitas vezes, tem na separação e comercialização de materiais recicláveis sua única fonte de renda.

### • Técnicas de manejo para recuperação de áreas degradadas por lixões desativados •

O fim da operação de um lixão não significa o fim dos problemas suscitados por eles. A desativação e a remediação, conforme expõe Possamai et al. (2007) citado por Fonseca et al. (2015), visam reduzir ao máximo os impactos negativos decorrentes da disposição inadequada do lixo.

A escolha da melhor técnica a ser utilizada deverá ser pautada por um estudo prévio detalhado do local, que avalie as condições físicas e o comprometimento ambiental da área. Algumas estratégias de recuperação ambiental para áreas de lixões são apresentadas por (Ismael et al; 2013) como:

- Isolamento da área;
- Avaliação do nível de contaminação do solo e da água;
- Processo de descontaminação do solo com o uso de técnicas de biorremediação e fitorremediação;
- Reflorestamento utilizando o processo de sucessão ecológica com intervenção antrópica.

Várias técnicas vêm sendo desenvolvidas de forma promissora na descontaminação do solo, entre as quais a biorremediação e fitorremediação.

A biorremediação consiste na exploração da habilidade dos microorganismos, especialmente bactérias e fungos, para degradar muitos tipos

de resíduos, usualmente em substâncias mais simples e menos tóxicas. Esta técnica está experimentando um crescimento rápido, especialmente com a colaboração da engenharia genética, a qual é usada para desenvolver linhagens de micro-organismos com habilidades para lidar com poluentes específicos (Baird; Cann, 2011).

Segundo os autores, para que a técnica de biorremediação seja eficiente algumas condições devem ser cumpridas como:

- O resíduo precisa ser suscetível à biodegradação biológica e em uma forma física que seja suscetível aos micro-organismos;
- Os micro-organismos apropriados devem estar disponíveis;
- As condições ambientais, como o pH, temperatura e nível de oxigênio devem ser apropriados.

Outra técnica para recuperar áreas de disposição inadequada de resíduos bastante promissora é a fitorremediação, que utiliza plantas para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes do solo e água.

De acordo Baird e Cann (2011), no processo de fitorremediação, as plantas podem remover poluentes por três mecanismos principais:

- Retirada direta dos contaminantes e sua acumulação no tecido das plantas (fitoextração);
- Liberação de oxigênio no solo e substâncias bioquímicas, tais como enzimas, que estimulam a biodegradação de poluentes; e
- Intensificação da biodegradação por fungos e micróbios localizados na interface raiz-solo.

Alguns exemplos de plantas hiperacumuladoras, ou seja, que apresentam elevada capacidade de absorver metais pesados são apresentadas no Quadro 1. As limitações da fitorremediação estão relacionadas ao clima, ao tipo de solo, à estação do ano, à concentração e profundidade do contaminante, à interferência do contaminante no crescimento da planta, entre outros (Cunningham; OW, 1996; Vasconcellos et al., 2012).

Entre as principais vantagens da fitorremediação estão o baixo custo com investimentos e operação; sua aplicabilidade *in situ*; e a geração mínima de degradação e desestabilização da área a ser descontaminada (Vasconcellos et al., 2012).

Quadro 1. Espécies de plantas hiperacumuladoras.

Metal	Espécie de planta hiperacumuladora	Família	Referência
Cu	<i>Ipomea alpina</i>	Convolvulaceae	Cunningham and Ow (1996)
Pb	<i>Commelina communis</i> <i>Arabis paniculata</i> <i>Plantago orbignyana</i>	Commelinaceae Brassicaceae Plantaginaceae	Tang et al. (2009) Tang et al. (2009) Bech et al. (2011)

Fonte: Adaptado de Bhargava et al. (2012).

Como mencionado anteriormente, a Lei Federal nº 12.305/2010, determina que todos os municípios brasileiros adequem a gestão de seus resíduos sólidos a PNRS, devendo as áreas de lixões serem desativadas, isoladas e recuperadas. Contudo, essas determinações apresentam-se distantes de serem cumpridas, especialmente quanto à disposição final adequada dos resíduos sólidos em aterros sanitários, notadamente nos municípios da região Norte do país, cuja realidade se apresenta distante do percentual nacional de 61,8% de resíduos dispostos em aterros sanitários.

A gestão eficiente dos resíduos sólidos demanda uma abordagem sistêmica que deve ser analisada de forma holística, contemplando estratégias como a sua redução na origem; implantação de coleta seletiva, que possibilita que os resíduos sólidos sejam reintroduzidos no ciclo de produção, diminuindo a extração dos recursos naturais, sendo encaminhado aos aterros sanitário exclusivamente os rejeitos, e dessa forma, maximizar o tempo de vida útil desses empreendimentos.

## • Referências •

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas–NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, ABNT. 1992.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Colin Baird, Michael; tradução e revisão técnica: Marco Tadeu Grassi...[et al]. 4ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2011.

BHARGAVA, A; CARMONA, F. F; BHARGAVA, M; SRIVASTAVA, S. Approaches for enhanced phytoextraction of heavy metals. **Journal of Environmental Management**, v.105, p.103-120, 2012.

BRAGA, B; HESPANHOL, I; CONEJO, J. G. L; MIERZWA, J. C; de BARROS, M. T. L; SPECER, Milton; PORTO, M; NUCCI, N; JULIANO, N; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a política Nacional de resíduos sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988; e dá outras providências. Brasília. DOU 3 de agosto de 2010.

\_\_\_\_\_. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.408 p.

\_\_\_\_\_. MINISTERIO DAS CIDADES. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2017.

CUNNINGHAM, S. D.; OW, D. W. Promises and prospects of Phytoremediation. **Plant Physiology**, v.110, p.715-719, 1996.

FONSECA, F. A. P. de B; LIMA, R. A; TOSCANO, G. L. G. Ocupação em áreas de risco: o caso do antigo lixão de Cabedelo – PB. **Revista Ambiental**, v.1, n.3, p. 6675, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Cidades 2010**. Disponível em [www.cidades.ibge.gov.br](http://www.cidades.ibge.gov.br) Acesso em 28 de julho de 2017.

ISMAEL, F. C. M; LEITE, J. C. A; DA SILVA, K. B. Proposta de um Plano de Recuperação para Área do Lixão em Pombal-PB. **Informativo técnico do semiárido**. Pombal-PB. 10 p. 2013

MIYAGAWA, L. de J. P. P; MENDES, T. A. A; MARMOS, J. L. Caracterização da contaminação por chorume nos recursos hídricos superficiais no entorno do aterro de resíduos sólidos de Manaus/AM. **Revista Geonorte**, v.7, n.27, p.43-49, 2016.

PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e meio ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005

POSSAMAI, F. P. et al., Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n.1, p.171-179, 2007

VASCONCELLOS, M. C; PAGLIUSO, D; SOTOMAIOR, V. S. Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. **Estud. Biol., Ambiente Divers.**, v.34, n.83, 261-267, 2012.

# O tratamento da água

## como fator primordial na conservação da biodiversidade

Maurício do Nascimento Moura

A água constitui, atualmente, uma das principais preocupações mundiais no que diz respeito aos seus usos preponderantes e à sua manutenção como um bem de todos, em quantidade e qualidade adequadas. A atenção das autoridades sanitárias para com os sistemas públicos de abastecimento de água, destino de dejetos, tratamento de esgoto, coleta e disposição de resíduos sólidos gerados, principalmente nos grandes centros urbanos, está tradicionalmente direcionada para as consequências que os problemas desse contexto são capazes de causar ao meio ambiente, à biodiversidade e à saúde pública.

Entre as principais causas de contaminação e degradação dos ecossistemas aquáticos superficiais e subterrâneos, podemos destacar a progressiva e desordenada urbanização das cidades, que resulta na ocupação de áreas inadequadas para moradia, sem infraestrutura mínima e saneamento básico necessário. Consequentemente, acumulam-se os problemas relacionados a esse quadro, o que contribui de diversas formas, para a degradação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, assim como para o agravamento da degradação ambiental em geral (Ewing; Ewing's, 1986). Para esses autores a ausência ou a precária proteção dos recursos hídricos, particularmente das excretas humanas ou de animais, pode introduzir uma série de organismos patogênicos, tais como vírus, bactérias, protozoários ou helmintos de origem intestinal, tornando a água um veículo de transmissão de doenças.

Para a biodiversidade, a água representa uma necessidade vital. Os ecossistemas de todo o mundo necessitam de água, alguns mais, como as regiões pantanosas, mangues e zonas ribeirinhas, e outros menos, porém qualquer alteração na disponibilidade dos recursos hídricos pode provocar mudanças significativas na produtividade de qualquer ecossistema. No nordeste brasileiro, por exemplo, a falta de água e, consequentemente, de pasto tem atingido diretamente os, matando muitos animais.

A ausência de chuvas na região compromete a vida de milhares de animais. Na Europa, a perda de zonas úmidas, como, por exemplo, a drenagem dos pântanos da Escócia, que ocorreu devido à expansão urbana, comprometeu a vida de muitas espécies, afetando a biodiversidade local. Não se pode esquecer da alteração da qualidade da água dos rios no mundo, devido ao crescimento urbano, industrialização, agricultura, desmatamento, entre outros, que compromete diretamente a vida dos ecossistemas aquáticos, provocando a mortandade de peixes e outros animais e plantas, principalmente pela falta de oxigênio.

Diante destas considerações, o presente artigo tem como objetivo fazer uma breve revisão dos mais recentes avanços acerca da manutenção, tratamento da água em todo o Brasil, e suas variadas relações, bem como sua importância na conservação da biodiversidade.

### • Parâmetros indicadores da qualidade da água e sua relação com a biodiversidade •

Vasconcelos e Claudinei (2011) analisaram parâmetros físico-químicos da qualidade da água do manancial do Utinga, na região metropolitana de Belém, que compreende as águas do rio Guamá, Lago Água Preta e Lago Bolonha. Estes autores chegaram à conclusão de que os valores da variável cor aparente foram influenciados diretamente pelas elevações da turbidez, que estão associadas à maior presença de lixo, esgoto e que são lançadas no corpo d'água ou levadas pelas chuvas até os lagos. O estudo mostrou também que a cada ano que passa os valores das variáveis cor e turbidez aumentam no primeiro semestre. Foi constatado também que a presença do nitrato e N-amoniaco, o qual é prejudicial a todas as formas de vida dentro da biodiversidade local, está abaixo do nível máximo exigido pela resolução 357 da CONAM.,

Silvia e Araújo (2003) realizaram um estudo de corte transversal, onde avaliaram a qualidade bacteriológica e físico-química da água de mananciais em áreas urbanas de Feira de Santana, Bahia. Os resultados de 120 amostras de água coletada foram comparados aos valores máximos permitidos ao consumo humano, para parâmetros como pH, cor, cloreto, nitrato, amônia (Tabela 1). Concluíram que a água, encontrada em poços e mananciais da região de Feira de Santana, não atende aos padrões de potabilidade recomendado pela portaria Nº 1.469/00, portanto o consumo da mesma pode representar riscos à saúde de seres humanos e animais que vivem e dependem desta água para sobreviver.

Tabela 1. Análises físico-químicas de amostras de água dos poços e mananciais estudados em Feira de Santana-BA.

Parâmetro	Área 1		Área 2		Total	
	n	%	n	%	n	%
<b>Cor</b>						
< 15 uH*	91	92,9	20	90,9	111	92,5
> 15 uH	7	7,1	2	9,1	9	7,5
<b>pH</b>						
< 6,0	73	83,0	9	81,8	82	82,8
> 6,0 a 8,5*	15	17,0	2	18,2	17	17,2
<b>Turbidez</b>						
< 1 uT*	24	24,5	7	1,8	31	25,8
> 1 a 5 uT	51	52,0	10	45,5	61	50,8
> 5 uT	23	23,5	5	2,7	28	23,4
<b>Cloreto</b>						
Até 250 mg/L Cl*	86	87,8	19	86,4	105	87,5
> 250 mg/L Cl	12	12,2	3	13,6	15	12,5
<b>Nitrato</b>						
Até 10mg NO <sub>3</sub> -N/L*	5	5,1	9	40,9	14	11,7
> 10mg NO <sub>3</sub> -N/L	93	94,9	13	59,1	106	88,3
<b>Amônia</b>						
Até 1,5mg/L NH <sub>3</sub> *	71	76,3	7	31,8	78	67,8
> 1,5mg/L NH <sub>3</sub>	22	23,7	15	68,2	37	32,2

Fonte: Portaria nº 1.469/00 – MS.

Com o mesmo objetivo de avaliar a qualidade da água, Sá et al. (2005) adotaram a técnica da membrana filtrante para pesquisa de indicadores de contaminação fecal (coliformes totais e termotolerantes) e também para pesquisa de enteropatógenos, na região metropolitana de Belém. Os resultados obtidos mostram que em 18 residências (48,6%) e 29 residências (55,7%) dos bairros de Maracangalha (Conjunto Residencial Paraíso dos Pássaros) e do Barreiro, respectivamente, a água do sistema público para consumo humano chega ao domicílio das pessoas e não é armazenada com os devidos cuidados., Esta água passa a registrar altos índices de coliformes totais e/ou termotolerantes, configurando risco à saúde da população.



## • Processos naturais e industriais para tratamento da água •

Uma das consequências ruins do lançamento do esgoto doméstico diretamente nos rios e represas, é a grande alteração da qualidade desta água, que permitirá o crescimento desordenado de micro-organismos. Numa fase inicial, esse crescimento gera mais degradação ambiental, já que consome o oxigênio dissolvido afetando os demais organismos como peixes. No entanto, este processo acaba permitindo a mineralização da matéria orgânica do esgoto com a liberação de elementos como fósforo e nitrogênio. Ao final deste processo, um dos resultados importantes para a manutenção dos organismos em condições de equilíbrio com a natureza é a melhoria das condições físicas e químicas da água (Ciminelli et al., 2014).

Por outro lado, as atividades industriais estão associadas a algum tipo de impacto ambiental, cuja magnitude cresce à medida que a população aumenta. Jorgensen et al. (2012) cita, por exemplo, a remoção de minério que causam impacto na composição química e, conseqüentemente, na biodiversidade do solo e do ambiente aquático, devido alguns elementos que são bastante nocivos à natureza como cádmio, chumbo, mercúrio e zinco. Por meio do processo de biodisponibilidade e bioacumulação, esses elementos distribuem-se na cadeia alimentar, podendo afetar todos os organismos dessa cadeia, inclusive, a espécie humana. Logo, uma correta gestão ambiental deve ser aplicada para prevenir e minimizar esses impactos. Jorgensen et al. (2012) recomendam que um melhor uso dos processos biológicos na mineração pode ser a aplicação da biodiversidade para remover metais e resíduos tóxicos do ambiente, seja pela absorção direta e acumulação ou pela intermediação de processos biogeoquímicos, os quais podem ser fundamentais na remoção de metais pesados ou na sua transformação em espécies químicas menos tóxicas.

## • Relação clima, consumo de água e biodiversidade •

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade representa um dos principais desafios em áreas rurais e, principalmente, nas grandes metrópoles brasileiras. Muitas cidades têm crescido desordenadamente, logo áreas vegetadas são removidas e solos são impermeabilizados. Conseqüentemente, há alterações hidrológicas (Setti et al., 2001) e climáticas tais como o aumento da temperatura do ar e riscos de enchentes (Pereira Filho et al., 2004). Diferenças climáticas, geológicas e topográficas existem entre regiões e podem alterar a quantidade e qualidade da água.

Como a distribuição de água é variável no tempo e no espaço, o seu planejamento se faz necessário por causa da demanda populacional crescente e disponibilidade de recurso na natureza. Além disso, o consumo varia nos fins de semana e feriados, de acordo com as atividades domésticas e industriais regulares dos consumidores. Estas variações podem ser afetadas pelas condições climáticas, épocas do ano e atividades domésticas e industriais, o que influencia de forma direta e indireta os seres vivos (Mukhopadyay et al., 2001).

Em uma época de altas temperaturas, o consumo de água tende a aumentar, assim como depois de uma tempestade associada a enchentes (Pereira Filho et al., 2004). Igualmente, depois de um período contínuo de chuvas abundantes, com a diminuição da nebulosidade, a população utiliza mais água em suas atividades domésticas, portanto, o consumo de água também depende de variações climáticas, perfil da população de seres vivos existentes no local, entre outros.

Para ambientes naturais, como áreas costeiras em regiões de estuários, a quantidade e qualidade da água, também são de suma importância para a sobrevivência e conservação da biodiversidade, e podem sofrer interferências significativas da variabilidade do clima em escala global ou local. Nos ambientes costeiros amazônicos, por exemplo, ocorrem complexos processos hidrodinâmicos resultantes das correntes costeiras, da ação dos ventos, da elevada precipitação e de uma enorme descarga de água, soluto e material particulado proveniente, principalmente do rio Amazonas (Nittrouer; Demaster, 1996). Estes processos são visivelmente atuantes no litoral nordeste paraense, situado a 150 km sudeste do rio Amazonas, influenciando a dinâmica e a distribuição da biota da região, e particularmente, dos produtores primários, uma vez que são organismos sensíveis a alterações físicas e químicas do ambiente (Valiela, 1995).

Souza et al. (2009) coletaram amostras subsuperficiais de água para estudos qualitativos, quantitativos e para a determinação das concentrações de clorofila, na Ilha Canela, no nordeste paraense (Figura 1).

Os autores mediram, simultaneamente, parâmetros físico-químicos da água como salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e percentual de saturação. A concentração de clorofila *a* variou de 4,67 mg m<sup>-3</sup> (período seco) a 5,44 mg m<sup>-3</sup> (período chuvoso) e acompanhou a densidade fitoplanctônica, que foi mais elevada durante o período chuvoso. A ressuspensão de sedimentos provocadas pelos intensos ventos e a arrebentação das ondas favoreceu a dominância de *D. minor* durante o

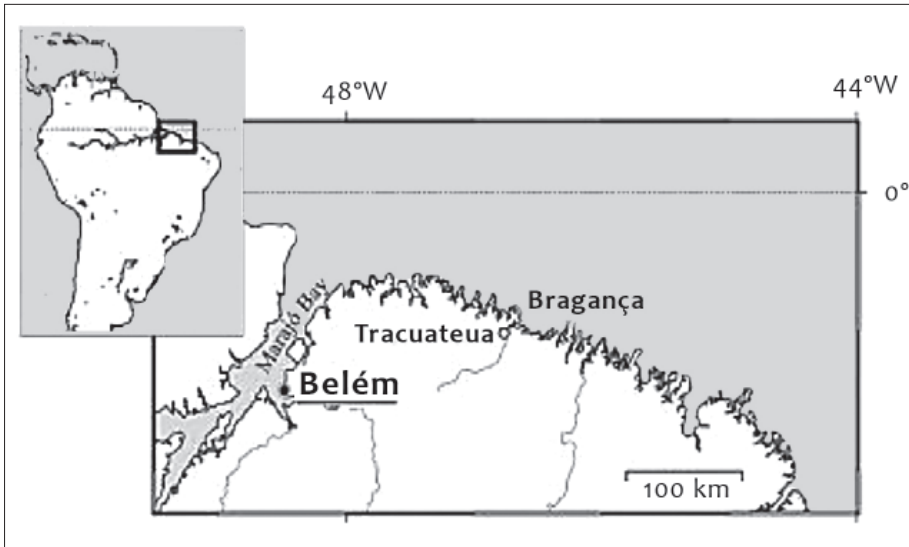


Figura 1. Localização da estação de coleta (•), na Ilha Canela, Bragança, Pará, Brasil) (Modificado do Projeto MADAM, dados não publicados).

período seco. No período chuvoso, a elevada pluviosidade, os moderados ventos, bem como a influência das águas estuarinas dos rios Taperaçu e Caeté, propiciaram a redução da salinidade e o desenvolvimento de outras espécies fitoplanctônicas.

### • Considerações Finais •

Com esta revisão de literatura, fundamentou-se a concepção da importância da quantidade e qualidade da água para os seres vivos, e também de que a biodiversidade é compreendida não apenas como as variedades de organismos presentes, mas também todos os processos bioquímicos envolvidos. Todas as variáveis tanto biológicas, químicas e climáticas citadas neste trabalho, influenciam e são influenciadas entre si, em um equilíbrio dinâmico. A relação entre a biodiversidade e as propriedades químicas e físicas constitui a essência da ciência conhecida como ecologia. A visão holística do meio ambiente que nos cerca e uma análise rigorosa dos vários processos naturais e antropogênicos e dos seus mecanismos físicos, químicos e biológicos, é de suma importância para garantirmos o desenvolvimento sustentável e a prosperidade das gerações futuras.

## • Referências •

- CIMINELLI, V.S.T.; BARBOSA, F.A.R.; TUNDISI, J.G.; DUARTE, H.A. Recursos minerais, água e biodiversidade. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, n.8, p.39-45, 2014.
- EWING, W.H.; EWING'S, E. Identification of enterobactriaceae, 4 ed. New York: **Elsevier Science**, 1986.
- JORGENSEN S.E.; TUNDISI J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Handbook of environmental management of inland Waters ecosystems**. CRC Press, Florida, USA, p.431, 2012.
- MUKHOPADYAY, A.; AKBER, A.; AL-AWADI, E. Analysis of freshwater consumption patterns in the private residences of Kuwait. **Urban Water**, n.3, p.53-62, 2001.
- NITTROUER, C.A.; DEMASTER, D.J. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river, **Continental Shelf Research** v.16, p.553-574, 1996.
- PEREIRA FILHO, A.J.L.; RODRIGUES, C.T.; GINEZ, W. Impacto das condições meteorológicas no consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. 1º **Seminário de Planejamento Urbano e desastres Naturais**. 2004.
- SÁ, L.L.C.; JESUS, I.M.; SANTOS, E.C.O.; VALE, E.R.; LOUREIRO, E.C. B.; SÁ, E.V. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém, Pará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.14, n.3, p.171-180, 2005.
- SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W.; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I.C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001.
- SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.
- SOUZA, E.B.; COSTA, V.B.; PEREIRA, L.C.C.; COSTA, R.M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta botânica Brasilica**, v.23, n.4, p.1084-1095, 2009.
- VASCONCELOS, V.M.M.; CLAUDINEI, F.S. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente e Água**. v.6, n.2, p.45-56, 2011.
- VALIELA, I. **Marine ecological processes**. New York, SpringerVerlag, 1995.

# Saúde humana

Lucas dos Anjos Rodrigues

Saúde é uma das principais preocupações e um dos maiores desafios para a população mundial e é um assunto que tem sido bastante abordado na atualidade. A percepção de saúde entendida como ausência de doença é amplamente difundida no senso comum, mas não está restrita a esta dimensão do conhecimento. Pelo contrário, essa ideia não só é afirmada pela medicina, como tem orientado a grande maioria das pesquisas e da produção tecnológica em saúde, sobretudo aquelas referentes aos avanços na área de diagnóstico (Batistella, 2010). Mas o que é saúde? Saúde pode ter muitos conceitos e definições, no entanto, segundo Organização Mundial da Saúde (OMS) (2009), saúde representa o “estado de completo bem-estar físico, mental e social e não consistindo somente da ausência de uma doença ou enfermidade”. A partir disso, diferentes esforços têm sido feitos no interesse de se estabelecer um conceito mais dinâmico, que dê conta de tratar a saúde não como imagem complementar da doença e sim como construção permanente de cada indivíduo e da coletividade, que se expressa na luta pela ampliação do uso das potencialidades de cada pessoa e da sociedade, refletindo sua capacidade de defender a vida, uma vez que saúde na realidade não é um estado estável (Portal do MEC, 2017).

Não se pode compreender ou modificar a situação de saúde de um indivíduo ou de uma coletividade sem levar em conta que ela é produzida nas relações destes com o meio físico, social e cultural em que estão inseridos (Portal do MEC, 2017), em outras palavras, saúde não representa a mesma coisa para todas as pessoas. A saúde está acoplada à época, ao lugar, à classe social. Ela além disso, dependerá de valores individuais, de concepções científicas, religiosas, filosóficas e da organização e estilo de vida de determinada sociedade (Araújo; Xavier, 2014). O mesmo, além disso, pode ser dito das doenças, pois o que pode ser considerado doença varia em determinadas circunstâncias. Na antiguidade, prevalecia a concepção sobrenatural e equivocada de saúde e enfermidade. Por exemplo, a mais de um século atrás, o desejo de fuga dos escravos era considerado uma enfermidade mental, onde o único tratamento existente era o açoite (Scliar, 2007).

Entretanto, a humanidade já dispõe de conhecimentos, tecnologias, medicamentos e especialidades médicas, dando atenção aos aspectos biológicos das doenças e se desprendendo do misticismo da antiguidade. Os serviços de saúde desempenham papel importante na prevenção, na cura ou na reabilitação e na minimização do sofrimento de pessoas portadoras de enfermidades ou de deficiências. Além disso, a presença da medicina preventiva com recursos tecnológicos na área de saúde, as vacinas, o saneamento básico, o tratamento da água e outros avanços, também têm contribuído com o aumento da expectativa de vida da humanidade e de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) (2012), a população mundial continua a crescer, somos atualmente cerca de 7,2 bilhões, isso pode estar ligado principalmente com a alta fertilidade de alguns países, principalmente no continente Africano (Kachar, 2011).

Todos esses recursos proporcionam uma melhora significativa à qualidade de vida das pessoas. Mas, por melhores que sejam as condições de vida, necessariamente convivemos com doenças, problemas de saúde e com a morte (Araújo; Xavier, 2014; Portal do MEC, 2017; Rauter, 2000).

Porém, com quais doenças nós estamos convivendo hoje em dia? O que está nos levando a morte de maneira precoce?. Mais de 50 milhões de pessoas morrem anualmente em todo planeta, e no topo do ranking estão as doenças cardíacas, como p.ex. a Cardiopatia isquêmica, que acontece quando há alguma obstrução à irrigação do coração. Não muito distante está também o derrame e outras doenças vasculares cerebrais como o popularmente conhecido Acidente Vascular Encefálico (AVE), que é provocado pelo entupimento ou rompimento de vasos sanguíneos cerebrais (OMS, 2017).

Essas doenças estão diretamente relacionadas a gordura e colesterol elevados, altos níveis de cálcio ou colágeno se acumulam nas artérias, hipertensão arterial (pressão alta), tabagismo, diabetes, entre outras coisas como idade avançada e má alimentação (OMS, 2017). Nos EUA, essas doenças estão entre as principais causas de morte da população (Barros, 2009).

Caracterizado pelo estilo de vida moderno, o consumo alimentar tem sofrido uma mudança na qualidade e quantidade dos produtos que são disponíveis, ocasionando um consumo desenfreado de alimentos com alto valor calórico, que, aliado ao sedentarismo, está produzindo uma geração com sobrepeso. Foram identificados, porém, fatores que contribuem de certa forma aos hábitos de consumo: a renda e demanda, e a urbanização e globalização (Moratoya et al., 2013).

Com o aprimoramento dos mecanismos usados na agricultura, o consumo não depende em sua totalidade da escassez dos recursos, mas também da organização e da forma com que estes estão sendo fornecidos, logo, na tentativa de adequar a alimentação ao ritmo acelerado do dia a dia, as escolhas e os hábitos de consumo passaram a apontar para alimentos mais condizentes com o novo estilo de vida, fazendo com que fossem incorporados hábitos rápidos e práticos. Estes muitas vezes são menos satisfatórios ao paladar e possuem aporte nutritivo menor do que no padrão anterior, no qual se prezava por hábitos naturais e mais saudáveis de alimentação (Souza; Hardt, 2002).

O consumo de alimentos industrializados provocou um aumento da prevalência do sobrepeso e obesidade além de outras doenças decorrentes como o câncer na maioria dos países do mundo, até mesmo no Oriente, em países asiáticos em geral, vem se revelando como um dos mais importantes fenômenos clínicos epidemiológicos da atualidade (Adams, 2006; Huang et al., 2006; Velloso, 2006).

As gorduras saturadas e hidrogenadas, bem como os corantes artificiais e conservantes, oriundos dos alimentos industrializados, são considerados os principais agentes potencialmente indutores do crescimento exacerbado de células tumorais ou células cancerígenas. A estimativa é que em até 2030, são esperados aproximadamente 21,4 milhões de novos casos de câncer com 13,2 milhões de mortes em todo o mundo (Pereira et al., 2015).

Apenas entre os anos de 1980 a 2004 a obesidade duplicou, passando de 15% para 33%, em adultos no mundo (Ogden, 2007). No momento, as prevalências de sobrepeso e obesidade têm atingido níveis considerados epidêmicos (Jacoby, 2004). Estima-se que atualmente mais de 1,1 bilhão de adultos em todo o mundo tenham sobrepeso e que destes, 312 milhões sejam obesos (Hossain et al., 2007).

A alimentação humana é um indicador essencial de qualidade de vida, além de afetar os indivíduos de diversas formas, em virtude da importância de proteínas, vitaminas, minerais e nutrientes que são necessários para o perfeito funcionamento do corpo. A alimentação deveria ficar ao alcance de toda a população, independentemente do nível de renda, mas não é o que acontece. O consumo, então, é afetado pelos preços, quantidade de alimentos disponíveis, renda, e outra série de fatores (Moratoya et al., 2013).



Isso é um claro exemplo de mau uso dos recursos, tanto econômicos quanto naturais e/ou biológicos. A distribuição de renda privilegia um número muito reduzido de cidadãos arrastando quase a totalidade dos demais integrantes da população a um mundo de miséria e fome. As políticas de produção de combustíveis a partir de cereais, sob almejo de substituição dos combustíveis fósseis, alegando-se o superaquecimento do planeta, crescem e substituem o espaço destinado ao cultivo de alimentos.

Não obstante, os animais, pela necessidade de sua alimentação, também concorrem em alimentos com os seres humanos. No caso da pecuária, na maioria dos casos são necessárias grandes extensões de terra para a criação de gado, o que também compromete o espaço que poderia ser atribuído ao cultivo de alimentos.

Dessa forma, é traçado um cenário que exhibe números alarmantes, em relação a fome no mundo. Ela é impiedosa e tem o poder de matar. Em 2008, existiam cerca de 815 milhões a 1,1 bilhão de pessoas sobrevivendo com fome extrema no mundo, as quais não conseguem comer diariamente, vivendo com menos de 1 U\$ diário. Destas, cerca de 430 milhões sobreviviam nessas condições na região do Sul da Ásia e 313 milhões no continente Africano somente.

Dessa população, morrem entre 24 e 25 mil pessoas diariamente. Aproximadas 750 mil mortes em um único mês, somando 9 milhões em um ano (Carabajal, 2010). Porém, outros fatores de caráter mais aleatório também recebem consideráveis responsabilidades sobre a problematização da fome no mundo, como por exemplo, a ocorrência de catástrofes naturais e pragas, que podem interferir nos sistemas agrícolas provocando perda de plantações que seriam importantes fontes alimentares.

O processo de aquecimento global pode ser assumido como uma acumulação de calor, não só pela atmosfera, mas também na água e solo. Essa energia pode ser mobilizada e dissipada de forma rápida e concentrada, gerando eventos extremos. Essa é uma possível explicação para o aumento da frequência e intensidade de furacões no hemisfério norte (Campbell-Lendrum; Corvalán, 2007)

As pragas podem impulsionar um extensivo uso de agrotóxicos que podem afetar a saúde da população através do contato com estas substâncias ou devido à manipulação e ingestão, por meio disso, trazer doenças que

fragilizam as populações, forçando as do mercado de trabalho, restringindo a capacidade econômica familiar também repercutem sobre o sistema organizacional dos países atingidos (Peres, 2005; Carabajal, 2010).

Estudos nacionais e internacionais não deixam dúvidas sobre os danos causados por esses produtos na população, principalmente nos trabalhadores e comunidades rurais, e no meio ambiente. Além da contaminação dos alimentos, da terra, das águas que em algumas situações torna-se imprópria para o consumo humano, além de provocar a intoxicação de mamíferos, peixes, aves e insetos. Regiões com alto uso de agrotóxicos apresentam incidência de câncer bem acima da média nacional e mundial. Cabe destacar que desde 2009, o Brasil é o maior consumidor mundial desses produtos (INCA, 2017)

O uso irrestrito de agrotóxicos ainda pode promover a resistência de vetores de doenças. Dessa forma elevando a incidência de algumas doenças transmitidas por agentes biológicos que já atingem a população mundial desde muito tempo atrás. Tais como malária, dengue e febre amarela.

A malária é tipicamente uma doença do mundo subdesenvolvido e está presente em mais de 90 países. Atualmente, pelo menos 300 milhões de pessoas contraem malária por ano em todo o mundo. Destas, 1,5 a 2 milhões morrem. Quase 3 mil crianças morrem por dia de malária na África. Os custos diretos e indiretos da malária para a África são da ordem de US\$2 bilhões por ano. A doença mata, anualmente, duas vezes mais que a AIDS e muito mais que qualquer outra doença infecciosa (Camargo, 2003).

A dengue é considerada a doença de transmissão vetorial com o maior crescimento no mundo. Estimam-se 80 a 100 milhões de infecções anuais, destas, cerca de 400.000 casos alcançam um nível mais grave (febre hemorrágica da dengue) que ocasiona aproximadamente 22.000 mortes, principalmente de crianças (Gubler, 2002; OMS, 2006).

Em relação a Febre Amarela 47 países no total ou são endêmicos ou têm zonas de febre amarela endêmica, 34 na África e 13 distribuídos na América Central e do Sul. Nessas regiões, estimou-se durante o ano de 2013 que essa doença acarretou por volta de 84.000 a 170.000 casos graves e de 29.000 a 60.000 mortes (OMS, 2016).

Todo esse sofrimento exposto é oriundo do contato e união de diferentes organismos biológicos (mosquitos, vírus e protozoários), que se tornaram inimigos e afligem a espécie humana desde muito tempo.

Atualmente, as mudanças climáticas, que podem ser entendidas como qualquer mudança no clima ao longo dos anos, devido à variabilidade natural ou como resultado da atividade humana, reflete o impacto de processos socioeconômicos e culturais, como a industrialização, o aumento do consumo de recursos naturais e da demanda sobre os ciclos biogeoquímicos, da urbanização, do crescimento populacional e da incidência de doenças (Mcmichael, 1999).

Neste mundo globalizado e com alterações climáticas propícias à dispersão de vetores e suas doenças, a melhoria da infraestrutura de viagens internacionais, o aumento da migração e urbanização acelerada se tornam tendências globais que aumentam o risco de doenças circularem em várias partes do mundo (Vasconcelos, 2015; Saad; Barata, 2016).

As alterações climáticas dos dois últimos séculos, tanto naturais quanto por ações antrópicas, fundamentam um fato incontestável na atualidade. Uma elevação da ordem de 3°C a 6°C na temperatura média da troposfera nos próximos cem anos constitui uma previsão aceita de maneira geral. As repercussões positivas e negativas deste aquecimento sobre a natureza e a sociedade são, sobretudo, ainda especulativas, mas as segundas são bastante preocupantes. A incidência de algumas enfermidades tenderá a se intensificar em condições de maior calor, principalmente as transmissíveis e infecciosas (cólera, malária, dengue, febre amarela etc.). O crescimento da área geográfica destas doenças acompanhará expansão das áreas mais aquecidas, ou seja, essas doenças poderão alcançar latitudes e altitudes mais elevadas (Mendonça, 2015).

Com isso, epidemiologistas e entomologistas começaram a dar uma atenção especial aos impactos das ações humanas e dos grandes fenômenos climáticos sobre a saúde no mundo. Desde então, Epidemias importantes de malária foram registradas em vários lugares do mundo, como no Paquistão, Sri Lanca, Vietnã e em diversos países da África e da América Latina (Barcellos, 2009).

Como já mencionado anteriormente, a espécie humana é responsável por boa parte das alterações do planeta. Os resíduos gerados pelo homem, polui o meio ambiente gerando problemas de saúde para toda a população, principalmente aquela de baixo poder aquisitivo. As doenças geradas pela

urbanização comprometem seu estado psíquico normal, causando estresse devido a engarrafamentos, a poluição visual, sonora e doenças respiratórias associadas a poluição emitida por indústrias e os meios de transportes. Ônibus, caminhões e automóveis são os principais causadores da poluição atmosférica nos centros urbanos. A ausência de rede coletora e de estações de tratamento de esgoto contamina a água dos rios, mares, lagoas, até mesmo de poços construídos próximos das fossas, gerando várias doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarréicas, etc. Essas doenças podem se agravar com as enchentes ou secas que afetam a qualidade e o acesso à água (Masullo, 2016).

A espécie humana dominou o planeta de tal modo que está influenciando em alguns componentes essenciais para o funcionamento básico do sistema terrestre. Entre eles, o clima e a composição da atmosfera. Além disso, com sua atitude decorrente da necessidade de moldar a natureza para seu uso e benefício imediato, está gerando modificações no espaço geográfico e biológico em que vive (Artaxo, 2014; Cavalheiro et al., 2014)

Dentre os temas ambientais atualmente objeto de regulações globais, destaca-se a perda acelerada de biodiversidade, a qual mobilizou esforços em torno do estabelecimento da convenção sobre diversidade biológica, que é elemento essencial para o equilíbrio ambiental do planeta, capacitando os ecossistemas a melhor reagirem às alterações sobre o meio ambiente causadas por fatores naturais e sociais, considerando que, sob a perspectiva ecológica, quanto maior a simplificação de um ecossistema, maior a sua fragilidade. A biodiversidade oferece também condições para que a própria humanidade esteja apta às mudanças operadas em seus meios físico e social e disponha de recursos que atendam a suas novas demandas e necessidades (Albagli, 2010).

Diante disso, é inquestionável o fato de que o ser humano não sobrevive sem os recursos que a biodiversidade disponibiliza. Neste contexto, se torna evidente a importância de se perpetuar ao máximo a conservação do meio ambiente, tendo em vista que fornece serviços fundamentais para o funcionamento do sistema socioeconômico, ambiental e na sobrevivência e bem-estar do ser humano.

Um exemplo disso é a Amazônia, que possui a maior floresta tropical do planeta e em função disso vem exercendo significativo papel na contenção das variações de temperatura devido à grande quantidade de água circulante e da evapotranspiração caracterizando um importante serviço ambiental. A diminuição da sua cobertura vegetal nativa produziria efeitos de difícil

previsão sobre todo o planeta, já que haveria um excedente de água e calor a ser redistribuído por todo o planeta. Alterações nos padrões de temperatura e precipitação acarretam necessariamente em mudanças de composição e localização de biomas, além de causar mudanças nas práticas agrícolas.

Além de tudo, os serviços ambientais ou ecossistêmicos também referem-se aos benefícios palpáveis (alimentos e madeira, por exemplo) e não-palpáveis (beleza cênica e regulação do clima, por exemplo) obtidos pelo homem através das dinâmicas e complexas interações entre os diversos componentes da biodiversidade. Através disso, historicamente, as áreas de aproveitamento de recursos genéticos e biológicos têm sido inúmeras, destacando-se a alimentação, a agricultura e a medicina, dentre outras aplicações, dessa maneira, ter um ambiente bem preservado com seus processos em bom funcionamento irá fornecer equilíbrio e controle biológico em relação aos possíveis vetores de doenças e pragas que potencialmente venham a atingir a população humana e os sistemas agrícolas. (Barcellos, 2009).

Desse modo, o homem precisa ter conscientização ambiental e promover em si a transformação e a criação de senso crítico em relação aos prejuízos causados à própria humanidade e sofridos pelo meio ambiente devido à sua exploração sem cuidados.

Conservar, reduzir o desperdício, reciclar e respeitar são atitudes essenciais para a preservação e utilização sustentável dos recursos naturais do planeta. Sem isso, o equilíbrio entre o homem e o planeta pode deixar de existir, trazendo assim, a extinção de sua própria espécie.

## • Referências •

- ADAMS, K. F. Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. **The New England Journal of medicine**, v.355, n.8, p. 763-778, 2006.
- ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias estratégicas**, v.6, n.12, p. 05-19, 2010.
- ARAÚJO, J. S.; XAVIER, M. P., O conceito de saúde e os modelos de assistência: considerações e perspectivas em mudança. **Saúde em Foco**, v.1, n.1, p.117-149, jul. 2014.
- ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. **Revista USP**, n.103, p.13-24, 2014.
- BARCELLOS, C., Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epid. Serv. Saúde**, v.18, n.3, p.285-304, 2009 .

BARROS, A. C. Acidente vascular encefálico: relato de caso e revisão da abordagem inicial. **Rev. méd.** Minas Gerais, v.19, n.4, p.107-110, 2009.

BATISTELLA, C. Abordagens Contemporâneas do Conceito de Saúde. **Fiocruz**, 2010. Disponível em: <[http://www.epsjv.fiocruz.br/pdtsip/includes/header\\_pdf.php?id=505&ext=.pdf&titulo=Cap.](http://www.epsjv.fiocruz.br/pdtsip/includes/header_pdf.php?id=505&ext=.pdf&titulo=Cap.)> Acesso em: 08 ago. 2017.

CAMARGO, E. P. Malária, maleita, paludismo. **Ciência e cultura**, v.55, n.1, p.26-29, 2003.

CAMPBELL-LENDRUM, D; CORVALÁN, C. Climate change and developing-country cities: implications for environmental health and equity. **Journal of Urban Health**, v. 84, n.1 p.109-117, 2007.

CARABAJAL, M. **Principais Causas: Fome No Mundo**. 204 f. Tese, UAA, Asunción, 2010.

CAVALHEIRO, L. N.; ARAUJO, L. E. B.; TYBUSCH, J S. A influência da sustentabilidade no contexto geopolítico em decorrência dos recursos naturais para além o aspecto econômico. **Derecho y Cambio Social**, n.35, p.1-19, 2014.

GUBLER, D. J. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic 12. problem in the 21st century. **Trends Microbiol.**, v.10, p. 100-103, 2002

HOSSAIN, P.; KAWAR, B. & NAHAS, M.E. Obesity and diabetes in the developing world - a growing challenge. **The New England Journal of medicine**, v.356, n.3, p. 213-215, 2007.

HUANG, I.C.; FRANGAKIS, C. & WU, A.W. The relationship of excess body weight and health-related quality of life: evidence from a population study in Taiwan. **International Journal of Obesity**, v.30, n.8, p.1250-1259, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, Alimentação: Agrotóxicos e Câncer. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/prevencaofatores-de-risco/alimentacao/agrotoxicos>>. Acesso em: 23 Out 2017.

KACHAR, V. Envelhecimento e perspectivas de inclusão digital. **Kairós. Revista da Faculdade de Ciências Humanas e Saúde**, v.13, n.2, p.131-147,2011.

MASULLO, Y. A. G. Evolução do processo de urbanização e alterações ambientais na praia de são marcos, São Luís. **Revista Espaço e Geografia**, v.19, n.2, 2016.

MCMICHAEL, A. J. From hazard to habitat: rethinking environment and health. **Epidemiology**, v.10, n.4, p.460-464, 1999.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica–notas introdutórias. **Terra Livre**, v.1, n.20, p.205-221, 2015.

MORATOYA, E.; CARVALHAES, G.; WANDER, A.; ALMEIDA, L. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo. **Revista de Política Agrícola**, 22, mai. 2013. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/283>>. Acesso em: 22 Out. 2017.

OGDEN, C.L. The epidemiology of obesity. **Gastroenterology**, v.132, n.6, p. 2087-2102, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. A Projeção da População Mundial. **Centro Regional de Informação das Nações Unidas**, 2012. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/31160-relatorio-das-nacoes-unidas-estima-que-apopulacao-mundial-alcance-os-96-mil-milhoes-em-2050->>. Acesso em: 09 ago. 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Constitution of the World Health Organization. **WHO Library Cataloguing in Publication Data**, mai. 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/governance/>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Febre Amarela: Ficha descritiva. 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/pt/>>. Acessado em: 11 ago. 2017.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Report on Dengue. 2006. Disponível em:<[http://www.who.int/tdr/73.publications/publications/swg\\_dengue\\_2.htm](http://www.who.int/tdr/73.publications/publications/swg_dengue_2.htm)>. Acessado em: 11 ago. 2017.
- PEREIRA, P. L.; NUNES, A. L. S.; DUARTE, S. F. P., Qualidade de Vida e Consumo Alimentar de Pacientes Oncológicos. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.61, n.3, p. 243-251, 2015.
- PERES, F. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.10, p. 27-37, 2005.
- PORTAL DO MEC. Saúde. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro092.pdf>> Acesso em: 08 ago. 2017.
- RAUTER, C. Oficinas para quê? Uma proposta ético-estético-política para oficinas terapêuticas. In: AMARANTE, P. **Ensaios: subjetividade, saúde mental, sociedade**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000. P. 271.
- SAAD, L. D. C.; BARATA, R. B. Surtos de febre amarela no estado de São Paulo, 2000-2010. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.25, n.3, p.531-540, 2016.
- SCLIAR, M. História do Conceito de Saúde. **Saúde Coletiva**, v.17, n.1, p.29-41, 2007.
- SOUZA, M. D. C. A.; HARDT, P. P. Evolução dos hábitos alimentares no Brasil. **Brasil alimentos**, 2002.
- VASCONCELOS, P. F. C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas?. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v.6, n.2, p.9-10, 2015.
- VELLOSO, L.A. O controle hipotalâmico da fome e da termogênese: implicações no desenvolvimento da obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n.2, p.165-176, 2006.



# Educação ambiental e cidadania

Mayra Piloni Maestri

As questões ambientais ganharam destaque no cenário mundial, a partir da segunda metade do século XX, com a intensificação dos impactos causados pelo desequilíbrio dos ecossistemas do planeta, muitos deles atribuídos a causas antrópicas: poluição dos mananciais de água potável, perda de áreas verdes, extinção de espécies, mudanças climáticas, por exemplo. Conforme os problemas ambientais aconteciam, as nações se reuniam (Estocolmo, em 1972; Eco-92 ou Rio-92; Rio+10, em 2002; Rio+20, em 2012) com o propósito de discutir soluções para frear o impacto das ações humanas sobre o meio ambiente.

A degradação dos ambientes naturais trouxe à tona a necessidade de formação da consciência crítica nos cidadãos, através de ações e práticas educativas, sobre a utilização dos recursos naturais, através da sensibilização, conscientização e mobilização da sociedade na defesa da qualidade do meio ambiente. Originando um novo modelo de educação. A educação ambiental tem se mostrado a forma mais sustentável na formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, identificação e solução de problemas ambientais.

No decorrer dos anos foram realizados diversos eventos ligados a Educação Ambiental como a Conferência da Educação (1965), Estocolmo (1972), Belgrado (1975), Tbilisi (1977), Moscou (1987), do Rio de Janeiro (1992), nas quais surgiram tratados importantes, e vigentes até os dias atuais, enfatizando a importância da redefinição da educação ambiental, conduzindo os diversos profissionais, de diferentes áreas, a interagirem, centralizando as discussões sobre educação dentro de uma perspectiva interdisciplinar (Bomfim et al., 2013).

Na Conferência de Educação, na Grã-Bretanha, foi utilizada pela primeira vez a expressão Educação Ambiental. O Plano de Ação da Conferência de Estocolmo recomendou a capacitação de professores e o desenvolvimento de novos métodos e recurso instrucionais para a Educação Ambiental, além

da definição do termo Ecodesenvolvimento. O encontro de Belgrado reuniu especialistas de 65 países e gerou a Carta de Belgrado, objetivando uma nova ética planetária para a erradicação da pobreza, analfabetismo, fome, poluição, exploração e dominação humana e sugeriu também a criação de um Programa Mundial de Educação Ambiental.

A conferência de Tbilisi, na Geórgia, estabeleceu os princípios orientadores da Educação Ambiental e remarca seu caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador. Dez anos passados, em Moscou, foi realizada uma avaliação dos avanços desde Tbilisi, reafirmando os princípios de Educação Ambiental e assinalando a importância e necessidade da pesquisa, e da formação em Educação Ambiental. No Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, teve a criação da Agenda 21 e estabelecimento dos compromissos da sociedade civil com a Educação Ambiental e o Meio Ambiente (MMA, 2017). Foi, principalmente, nas décadas de 80 e 90, com o avanço da consciência ambiental, que a educação ambiental cresceu e se tornou mais conhecida (Carvalho, 2006).

Estes acontecimentos internacionais foram essenciais para o amadurecimento da formação de uma consciência ambiental brasileira, agrupando um conjunto de informações sobre os ecossistemas nacionais e problemas ambientais que o país enfrentava, contribuindo para a formulação das políticas públicas de meio ambiente.

De acordo com a Constituição Federal do Brasil, Art. 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. E, para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público o dever de promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Na Política Nacional de Educação Ambiental, Art. 1º e 2º: Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Sendo um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

Portanto, a educação ambiental como prevista na Constituição Federal deve ser inserida e realizada em todos os níveis e modalidades de ensino, afim de que consigamos promover o desenvolvimento econômico atrelado à utilização sustentável dos recursos naturais. Mas, se durante todo aprendizado escolar estudam-se disciplinas pelo qual engloba meio ambiente, porque estamos passando por esses problemas ambientais tão críticos?

A preocupação com o meio ambiente soa bem, o discurso ecológico expandiu e seu alcance atingiu a sociedade, a ciência, a mídia, as populações e claro, a escola. No entanto, há ainda um desequilíbrio significativo entre as palavras e as ações, pois o modelo atual de desenvolvimento econômico se configura de forma contraditória ao discurso ambiental, como se os aspectos ambientais estivessem desarticulados da economia, das relações sociais e do progresso.

Com isso, uma nova relação entre o ser humano e a natureza precisa ser estabelecida, a educação ambiental é compreendida como uma das mais eficientes estratégias de reflexão para a sociedade acerca do meio ambiente por perpassar por diversos ramos científicos, englobando aspectos éticos, sociais, econômicos, políticos e culturais (Layargues, 2012). Dessa forma, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e não apenas cumpridores de ordens e regras. Sobretudo, permitindo que eles façam parte do problema, o que os dá possibilidade de se enxergarem como uma das chaves para a solução dos problemas ambientais existentes na atualidade.

Deve-se investir na educação ambiental no ensino fundamental e até mesmo dentro de casa, pois é onde está à base da aprendizagem, assim se tem cidadãos conscientes de que se deve sim utilizar os recursos naturais, para suprir as necessidades de desenvolvimento, mas também dispendo para as gerações futuras o direito de suprir suas próprias necessidades, ou seja, manejar a utilização dos recursos naturais de forma sustentável.

A legislação estabelece que a família também deve desempenhar papel educacional e não incumbir apenas à escola a função de educar. O artigo 205 da Constituição Federal afirma: a educação direito de todos e dever do Estado e da família será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Brasil, 1988).

Como exposto, conclui-se que a tarefa de educar é da família em primeiro lugar e do poder público de forma secundária. Não é a família que ajuda a escola na formação de cidadãos, é a escola que ajuda a família na formação dos filhos fazendo sua escolarização. Valores religiosos, morais, comportamentais são funções da família em repassar ao indivíduo e a escola lhe proporcionar saber científico (Kreppner, 2000). É preciso ter parceria entre esses dois agentes para garantir a formação de indivíduos conscientes dos seus direitos e deveres e, com isso, formação de uma sociedade moralizada e justa (Fantuzzo et al., 2000).

Portanto, a família e a escola emergem como duas instituições fundamentais na transmissão e construção do conhecimento, compartilhando funções sociais, políticas e educacionais, na medida em que contribuem e influenciam na formação do cidadão (Rego, 2003). É fundamental que ambas sigam os mesmos princípios e critérios, bem como a mesma direção em relação aos objetivos que desejam atingir e que cada uma faça sua parte para que atinjam o caminho do sucesso, que visa conduzir a formação de uma sociedade mais pensante nas suas relações interpessoais e com a natureza. É fundamental que sejam implementadas políticas que assegurem a aproximação entre família e escola. A primeira buscando atribuir valores éticos, auxiliando nas tarefas escolares, incentivando a leitura, participando dos eventos escolares dos filhos e, a segunda, esclarecendo seu planejamento pedagógico e buscando valorizar as práticas educativas familiares e utilizando-as como recurso importante no processo de aprendizagem dos alunos.

Entretanto, a geração passada não teve o mesmo acesso à educação e a informação como a atual, os pais também precisam aprender para poder contribuir na formação dos seus filhos; um dos motivos para provar que a troca de experiências entre gerações e instituições se faz tão necessário. Principalmente no que concerne aos impactos das ações antrópicas no meio ambiente em longo prazo, uma vez que, a preocupação com a natureza é mais notória dos anos 80 em diante.

É importante haver um processo participativo e com respeito a natureza cada um fazendo a sua parte e respeitando o ciclo de cada ser existente no planeta. As técnicas adquiridas pelo homem devem servir para proteger o planeta, cuidar dos resíduos gerados, para se proteger de algumas transformações naturais, e não para destruir a vida. Deve haver respeito à grandeza da natureza, reverência à Terra. Enquanto não se aprender a celebrar a Terra, não será possível curá-la.

## • Considerações finais •

A educação em seu sentido amplo torna-se um instrumento para enfrentar os desafios do mundo globalizado e tecnológico. A família e a escola devem formar uma equipe forte e atuante como propulsoras ou inibidoras do crescimento físico, intelectual, emocional, ético e social do indivíduo. O conhecimento dos valores e práticas educativas que são adotadas pelas instituições para formar cidadãos conscientes de seu papel em sociedade e com a natureza. As escolas devem investir no fortalecimento das associações de pais e mestres, no conselho escolar, dentre outros espaços de participação, de modo a propiciar a articulação entre família e comunidade, estabelecendo relações mais próximas.

## • Referências •

BOMFIM, A.M. et al. Parâmetros curriculares nacionais: uma revisita aos temas transversais meio ambiente e saúde. **Trabalho, Educação e Saúde**, v.11, n.1, p.2752, 2013.

Brasil, Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999 que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm) Acesso em 16/07/2017.

Brasil, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/) Acesso em: 16/07/2017.

Brasil, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.senado.gov.br/atividade/const/con1988/CON1988\\_05.10.1988/art\\_205\\_a\\_sp](http://www.senado.gov.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_205_a_sp) Acesso em: 24/07/2017.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação Ambiental: formação do sujeito ecológico**. 2º ed. São Paulo Cortez, 2006.

FANTUZZO, J.; TIGHE, E.; CHILDS, S. Family involvement questionnaire: a multivariate assessment of family participation in early childhood education. **Journal of educational psychology**, v.92, n.2, p, 367-376. 2000.

KREPPNER, K. The child and the family: Interdependence in developmental pathways. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v.16, n.1, p.11-22. 2000.

LAYARGUES, P.P. Educação para gestão ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. In. LOUREIRO, C. F. B; LAYRARGUES, P.P; CASTRO, R.S. (Org.). **Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate**. 7ª Ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacaoambiental/historico-mundial> Acesso em: 16/07/2017.

REGO, T. C. **Memórias de escola: cultura escolar e constituição de singularidades**. Petrópolis, RJ: Vozes. 2003.

# Lista de Autores

**Amanda de Azevedo Silva**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
amanda.a.silva16@gmail.com

**Ana Marta Andrade Costa**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
ana.andrade.marta@gmail.com

**Ana Paula Simões Castro**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
biopaularamos22@gmail.com

**Cintia Oliveira Carvalho**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
cintiaoliveiracarvalho@yahoo.com

**Cláudio de Jesus Silva Junior**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
claudiojr.uepa@gmail.com

**Ewertton Souza Gadelha**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
ewerttonsouza@museu-goeldi.br

**Heitor Antunes de Castro**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
heitorcastro@museu-goeldi.br

**Jaqueline Portal da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
jaqueportal@ufpa.br / jaqueportal@gmail.com

**Jessica Conceição Nascimento Dergan**

Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental - PPBA - UFPA  
jessicadergan@hotmail.com

**Joyce Ananda Paixão Duarte**

Programa de Pós-Graduação de Ciências Florestais - UFRA  
joyceananda@yahoo.com.br

**Lilian Fernanda Belo Serrão**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
liliufpa@gmail.com

**Lucas dos Anjos Rodrigues**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
la.rodrigues@hotmail.com.br

**Maria Elisa Ferreira de Queiroz**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
queirozluna@gmail.com

**Maurício do Nascimento Moura**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
mauriciomoura90@gmail.com

**Mayra Piloni Maestri**

Programa de Pós-Graduação de Ciências Florestais - UFRA  
mayrapmaestri@hotmail.com

**Priscila Castro de Barros**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
pbarros83@gmail.com

**Raissa Tancredi Cerveira**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
rrtancredi@gmail.com

**Renata Sousa Tenório**

Programa de Pós-Graduação de Ciências Florestais - UFRA  
renatatenorio@outlook.com

**Rodrigo da Silva Maia**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
rodrigomaia@gmail.com

**Rodrigo de Souza Barbosa**

Programa de Pós-Graduação de Ciências Florestais - UFRA  
rodrigo.barbosa.engflorestal@gmail.com

**Romário Gemaque de Sousa**

Programa de Pós-Graduação de Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
profromariogemaque@gmail.com

**Römmel Benicio Costa da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA  
rbcsilva@yahoo.com.br

**Talita Cristina Moraes de Carvalho**

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução - PPGBE  
talita-1703@hotmail.com





MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

