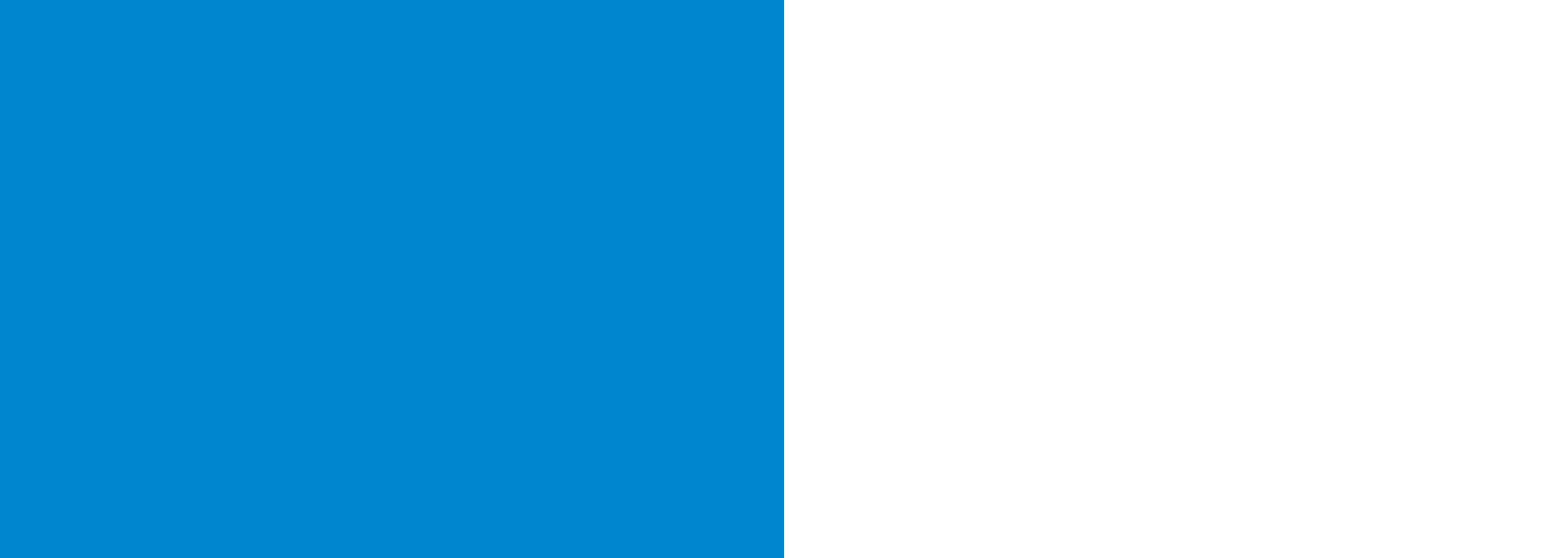


# Monitoramento *in situ* da biodiversidade

Uma proposta para a composição de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade

---





**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Presidenta**

Dilma Rousseff

**Vice-Presidente**

Michel Temer

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

**Ministra**

Izabella Mônica Teixeira

**Secretário de Biodiversidade e Florestas**

Roberto Brandão Cavalcanti

**INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**Presidente**

Roberto Ricardo Vizentin

**Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade**

Marcelo Marcelino de Oliveira

**Coordenadora Geral de Pesquisa e Monitoramento**

Marília Marques Guimarães Marini

**Coordenador de Monitoramento da Conservação da Biodiversidade**

Arthur Brant Pereira



**INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade  
Coordenação Geral de Pesquisa e Monitoramento

EQSW 103/104 – Centro Administrativo Setor Sudoeste – bloco D – 2º andar  
CEP: 70670-350 – Brasília/DF – Tel: 61 3341-9090 – fax: 61 3341-9068

[www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br)

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Arthur Brant Pereira, Marcio Uehara-Prado

**AUTORES**

Raul Costa Pereira, Fabio de Oliveira Roque, Pedro de Araujo Lima Constantino, José Sabino, Marcio Uehara-Prado.

**COLABORAÇÃO NOS TEXTOS E ACOMPANHAMENTO DO ESTUDO**

Arthur Brant Pereira, Felix Steinmeyer, Jan Kleine Büning, Onildo João Marini Filho, Rafael Luís Fonseca, Rosemary de Jesus Oliveira.

MXXX

Monitoramento *in situ* da biodiversidade: Proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade / Raul Costa Pereira, Fabio de Oliveira Roque, Pedro de Araujo Lima Constantino, José Sabino, Marcio Uehara-Prado. – Campo Grande: MMA, ICMBio, IKI, BMU, GIZ, 2013.  
60 p.

ISBN XXX-XX-XXX-XXXX-X

1. XXXXXXXXXXXX. 2. XXXXXXXXXXXX. 3. XXXXXXXXXXXX. 4. XXXXXXXXXXXX.  
5. XXXXXXXXXXXX. 6. XXXXXXXXXXXX.

CDU XXX





## Monitoramento *in situ* da biodiversidade

Uma proposta para a composição de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade





O atual momento do Brasil impõe um grande desafio para a conservação biodiversidade. O País cresce e, mesmo com a volatilidade momentânea no seu ritmo de desenvolvimento, expande os projetos de empreendimentos que não raro representam severas intervenções a ambientes naturais até então pouco ou nada alterados. Intervenções que podem tornar-se verdadeiros desastres se associadas às mudanças climáticas sobre as quais pouco se sabe.

O desafio imposto não é abrir trincheiras em torno das áreas naturais, mas buscar uma difícil compatibilização entre o avanço das atividades econômicas e a manutenção do patrimônio de biodiversidade. Não há outro meio de obter esta compatibilização que não pela busca sistemática do conhecimento qualificado que reduza as incertezas e aponte os caminhos para a viabilidade ambiental do desenvolvimento do País.

O mundo vive a era do conhecimento em que conceitos – como a gestão de informações e de conhecimentos – norteiam a estruturação do trabalho nas grandes organizações para a geração e o uso competente da informação. Prolifera uma grande diversidade de

registros do estado da natureza, dados, assim como poderosas ferramentas tecnológicas que possibilitam seu ordenamento, acessibilidade e aplicabilidade. Neste mundo não há mais como fazer a conservação sem recorrer às ferramentas de geração e aplicação do conhecimento e com elas enfrentar a tomada de decisões estratégicas que podem tanto representar a conservação de ambientes naturais quanto o seu uso irrestrito.

Em geral, tais decisões são carentes de respostas a questões nada simples e o conhecimento necessário ou não existe ou não está acessível, o que na prática representa a mesma coisa, a indisponibilidade. Esta publicação tem a audaciosa ambição de entender o monitoramento como parte integrante do protótipo de uma nova ferramenta para a geração, o ordenamento e o acesso à informação altamente qualificada sobre as unidades de conservação e a biodiversidade. Um instrumento de força que não apenas traga à tona o conhecimento necessário para lidar com este novo mundo, este novo Brasil, e os seus desafios, mas também proporcione a inovação na forma de fazer conservação.

**Marcelo Marcelino de Oliveira**

*Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio*





A **biodiversidade** tem papel central para a espécie humana. Animais, plantas e microrganismos fornecem alimentos, medicamentos e matérias-primas, e são nossa conexão mais evidente com a natureza. Os recursos genéticos contidos nas espécies prometem desempenhar um papel crescente no desenvolvimento e, cada vez mais, nos conferem bem-estar. Dependemos diretamente desses **serviços ambientais** fornecidos pela biodiversidade. Embora outros serviços não sejam tão perceptíveis, ainda assim são essenciais ao nosso modo de vida, principalmente a polinização, ciclagem de nutrientes, armazenamento de carbono e regulação das condições climáticas.

A conservação e o uso sustentável da biodiversidade deixaram de ser um tema restrito ao meio acadêmico e ao governo. Em meio à destruição vertiginosa de recursos naturais, o mundo reage e se organiza para conter o processo de perda de biodiversidade global. Ao promover relações mais harmônicas com os recursos vivos da Terra, o uso sustentável da biodiversidade forma a base de uma poderosa racionalidade econômica e reforça nossos vínculos éticos, culturais e científicos com o mundo natural.



**O que é biodiversidade?**

Diversidade biológica ou de maneira sintética biodiversidade é a variedade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo animais, plantas e microrganismos. O termo surgiu no final dos anos 1980 e é resultado da contração das expressões *bio* (= vida) e *diversidade* (= variedade). Além da variedade de espécies, a definição inclui a diversidade genética e o papel que cada organismo tem nos ecossistemas, e a própria diversidade de ecossistemas, sejam eles terrestres, aquáticos ou marinhos.<sup>1</sup>





## O que são serviços ambientais?

Serviços ambientais ou ecossistêmicos são benefícios que as pessoas obtêm da biodiversidade. Incluem várias categorias de benefícios em diversos setores.

Os serviços ambientais podem ser divididos em quatro tipos principais: i) Serviços de provisão (alimentos, madeira, fibras, óleos essenciais, recursos genéticos); ii) Serviços de regulação (purificação da água, controle do clima, polinização); iii) Serviços culturais (recreação, crenças religiosas, atividades sociais); e iv) Serviços de suporte (ciclagem de nutrientes, produção primária).<sup>2</sup>

Alterações ambientais podem influenciar negativamente nos serviços ecossistêmicos e comprometer o bem-estar humano, a saúde, as relações sociais e a cultura.





## Pressões Antrópicas

A atividade humana tem degradado diferentes ecossistemas naturais da Terra. Como resultado dessas ações, um crescente consenso científico aponta que nos confrontamos com uma perda de espécies em taxas nunca registradas no planeta. Pior: estamos perdendo justamente as espécies sobre as quais pouco ou nada sabemos. Pode parecer alarmista em um primeiro momento, mas a extinção de uma espécie é um evento irreversível, que apaga definitivamente uma história evolutiva única e que pode colapsar as redes de interação que mantêm o funcionamento saudável dos ecossistemas.

A perda de habitats e extinção de espécies não são as únicas ameaças à biodiversidade. Os serviços ambientais – vitais para a manutenção da natureza – também estão ameaçados. **Pressões antrópicas** sobre os ecossistemas alteram o balanço das interações biológicas do mundo natural, muitas vezes levando à perda de processos como polinização, estabilização do clima, proteção do solo ou purificação da água.

Assim, igualmente importante à redução da perda de biodiversidade, preservar os processos naturais é vital para o bem-estar humano. Claramente, a gestão de espécies e de ecossistemas em conjunto é a forma mais eficaz e racional de abordar o problema.

Essa complexa questão tornou-se um dos grandes desafios do milênio e tem justificado os vigorosos esforços para a proteção da biodiversidade em escala planetária. Nas últimas décadas, o tema gerou grande mobilização política, social e econômica em diferentes nações do mundo. O Brasil é um país protagonista nessa área. Somos signatários de diversos acordos internacionais – como a Convenção de Diversidade Biológica da ONU. Temos, ainda, uma Política Nacional voltada para a biodiversidade que promove ações conjuntas entre o Poder Público e a sociedade civil, por meio do Programa Nacional de Biodiversidade-PRONABIO.

## O que são pressões antrópicas?

São atividades humanas potencialmente impactantes a ecossistemas naturais, que pode levar à perda de biodiversidade. Alguns dos exemplos mais claros de pressões antrópicas para os ecossistemas brasileiros são o desmatamento, queimadas e poluição de corpos d'água. Outras pressões são menos marcantes, mas podem ser igualmente alarmantes à biodiversidade, como a caça, a exploração excessiva de recursos naturais e a introdução de espécies exóticas.<sup>3</sup>



## Mudanças climáticas afetam a biodiversidade

As conexões entre o clima e os organismos são evidentes e bem estabelecidas pela ciência. Interações complexas entre o sol, os oceanos, os continentes, o eixo de inclinação da Terra, as grandes áreas florestais e a atmosfera modulam o clima e criam condições para o estabelecimento – ou ausência – da vida. Assim, de acordo com a temperatura, a luminosidade, a umidade e o regime de chuvas, entre outros fatores, plantas e animais se distribuem de maneira a produzir padrões biogeográficos.

Informações da Geologia e da Paleontologia mostram, ainda, que ao longo da história da vida no planeta o clima sempre mudou e afetou a ocorrência das espécies. Nos últimos 150 anos, a composição da atmosfera está mudando drasticamente, com aumento dos chamados gases do efeito estufa. Mudanças de concentração de certos gases, como o expressivo aumento de CO<sub>2</sub>, aquecem a atmosfera e causam alterações em escala planetária. A rápida alteração climática afeta os ecossistemas e as

espécies. Incapazes de adaptar-se às novas condições, têm suas populações reduzidas ou mesmo se extinguem, o que implica na perda de biodiversidade<sup>4</sup>.

Como o clima está mudando, são previstas alterações na composição e distribuição dos organismos, que podem ser detectadas por meio de monitoramento da biodiversidade. O Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC) desenhou as consequências das mudanças climáticas na diversidade biológica: Com um aumento da temperatura média global de 1,5 a 2,5°C, é previsto que de 20 a 30% das espécies de animais e plantas entrem em estado de ameaça de extinção. Com um aumento da temperatura de mais de 4°C poderiam desaparecer bem mais do que 40% de todas as espécies conhecidas.<sup>5</sup> Algumas espécies são mais sensíveis às alterações climáticas. No último século, animais e plantas responderam de diferentes maneiras às variações do clima: plantas perderam folhas mais cedo, aves migraram em períodos distintos aos







padrões anteriores e espécies se moveram para mais perto dos polos ou para maiores altitudes. Alguns ecossistemas, como as florestas pluviais, a tundra e os recifes de corais, são mais sensíveis ao aquecimento e as espécies desses ambientes são mais suscetíveis.<sup>6</sup>

A um só tempo frágil e fascinante, o urso polar tornou-se a espécie-bandeira das mudanças climáticas globais. Entretanto, há muitos outros grupos ameaçados pelas mudanças climáticas, como os primatas e os anfíbios (sapos, rãs, pererecas e salamandras). O 3º Panorama Global da

Biodiversidade da ONU indica que já existe perda de diversidade derivada das mudanças climáticas. O texto assinala que as ameaças serão cada vez mais expressivas nas próximas décadas. O documento aponta, ainda, como as mudanças climáticas globais afetarão os ecossistemas e alerta que as tendências atuais nos levarão para uma série de pontos de ruptura, ao reduzir de maneira alarmante a capacidade dos ambientes de prestarem os serviços ecossistêmicos.

Mudanças em cadeias alimentares das quais dependemos, impactos nos processos de purificação da água, diminuição ou mesmo desaparecimento de organismos provedores de medicamentos, e aumento de populações de pragas ou vetores de doenças sintetizam algumas das pressões que as alterações climáticas nos causarão. Além de temperaturas mais quentes, eventos climáticos extremos mais frequentes e alterações nos padrões de chuva e de seca podem vir a ter impactos marcantes, tanto para a biodiversidade como para o

homem. De acordo com o quarto relatório do IPCC, a partir de 2050 as mudanças climáticas e os seus efeitos serão o fator global mais importante da perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.<sup>7</sup>

Portanto, monitorar a biodiversidade é fundamental para entender e moderar a extensão das mudanças climáticas e reduzir seus impactos negativos. Com ações balizadas pelo monitoramento, é possível criar estratégias para atenuar as pressões sobre os ecossistemas. Tais mecanismos podem ajudar a reduzir também as ameaças à espécie humana.



## Acordos internacionais para manutenção da biodiversidade

Reduzir consideravelmente a perda da biodiversidade é um dos maiores desafios da humanidade e promove grande mobilização política e social em diferentes nações. Representantes de governos, cientistas e lideranças sociais têm se reunido regularmente em fóruns multilaterais para discutir estratégias planetárias para conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas.

O primeiro grande encontro mundial para debater a conservação da natureza foi a Conferência de Estocolmo em 1972. Desde então, a partir da crescente preocupação com a biodiversidade, muitos outros encontros mundiais vieram, incluindo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992, também conhecida como Rio-92. Atualmente, o Brasil é signatário de diversas convenções internacionais (por exemplo: Convenção de Diversidade Biológica da ONU, Convenção do Clima) e de ações decorrentes (como Protocolo de Nagoya, Metas de Aichi), e tem se destacado por assumir um papel de liderança em várias dessas iniciativas.

Para o Secretário Geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon, é essencial que os desafios relacionados à biodiversidade e às mudanças climáticas sejam abordados de forma coordenada e com a mesma prioridade.





## Como proteger a biodiversidade – Áreas protegidas como estratégia de conservação

Muitos ecossistemas do mundo estão expostos a grandes ameaças. É consenso que nenhum sistema natural – dos vastos oceanos às geladas áreas polares, passando pelas florestas tropicais e zonas áridas – encontra-se a salvo das pressões humanas, inclusive de mudanças climáticas. Para opor-se a essa ampla crise ambiental, forças políticas e lideranças científicas têm se aliado para implantar programas de conservação.

Desse esforço, surgem alianças dedicadas ao aprimoramento de estratégias para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Políticas de desenvolvimento sustentável, fomento à economia verde e ajustes ao padrão de consumo parecem nos dar alguma esperança de que a vida no planeta não entrará em colapso.

A implantação de áreas protegidas é uma das estratégias mais eficientes para a conservação da

biodiversidade. Quando se trata de proteção de áreas naturais e defesa de vida silvestre, o Brasil tem posição de destaque no cenário mundial. Perto de 17% do território continental brasileiro está protegido em Unidades de Conservação (UCs) e cerca de 13% em Terras Indígenas (TIs). Essa rede de áreas protegidas totaliza 312 unidades federais, 623 estaduais, 148 municipais, 681 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e 688 Terras Indígenas.<sup>8</sup>

Contudo, além dos esforços para que as UCs funcionem verdadeiramente para a conservação da biodiversidade em escala nacional, a gestão local dessas áreas deve garantir a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos naturais em escala regional. Nesse sentido, monitorar a integridade da biodiversidade local (*in situ*) em Unidades de Conservação (UCs) ao longo do tempo é essencial para a tomada de decisão em uma gestão em nível local, regional e nacional.



## Monitoramento da biodiversidade

Existem várias definições de monitoramento da biodiversidade. Algumas são estritamente ecológicas, outras têm forte componente aplicado à gestão. Se bem projetado e aplicado, o monitoramento é uma poderosa ferramenta para a gestão da área protegida. Seus dados e informações ajudam a detectar problemas e permitem reações em fase precoce, quando soluções ainda podem ser relativamente baratas. Detectar, antecipar e reagir são palavras-chave para nortear o processo de monitoramento.

A proposta aqui apresentada, para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade, adota o conceito-chave de **monitoramento adaptativo**. Tal conceito busca conciliar a vertente ecológica com o flanco

da gestão. Basicamente, o monitoramento adaptativo é definido como um sistema de monitoramento dinâmico e adaptável a distintas situações ou propostas, de modo a não comprometer a integridade da série temporal de dados. Essa abordagem se estrutura, ainda, na crença de que os gestores locais e sua rede de colaboradores são capazes de aplicar o monitoramento com precisão e eficácia.





## Gestão por meio do monitoramento adaptativo da biodiversidade

O monitoramento adaptativo da biodiversidade é um sistema de gestão no qual o desenvolvimento das etapas – desde a elaboração de um modelo conceitual até a tomada de decisões – está conectado por passos interativos. O sistema de monitoramento adaptativo evolui em resposta a novas informações e desenvolvimento de novos protocolos. Contudo, isso não deve distorcer ou quebrar a continuidade e integridade da série temporal do monitoramento. Além do aspecto técnico, o sistema de monitoramento adaptativo envolve o componente político de gestão da biodiversidade, destacando a participação democrática com responsabilidades entre

as esferas públicas e sociedade civil. Um sistema de monitoramento bem arquitetado e implantado deve: (i) produzir informações sobre tendências de aspectos-chave da biodiversidade; (ii) alertar antecipadamente sobre problemas que depois de estabelecidos podem ser difíceis ou muito caros de reverter; (iii) gerar evidência quantificável sobre sucesso (por exemplo, recuperação de espécies após manejo) e insucesso de conservação; (iv) destacar maneiras de tornar o manejo mais efetivo; e (v) oferecer informação sobre o retorno do investimento em conservação.<sup>9</sup>

## Aplicações do monitoramento adaptativo

O monitoramento adaptativo da biodiversidade gera uma robusta base de dados sobre os **indicadores biológicos**. Com avaliações periódicas, há o acúmulo de informações do monitoramento, e é possível observar tendências de variação desses indicadores ao longo do tempo. Essa resposta cronológica dos indicadores a partir de dados biológicos é o que permite inferências sobre o estado da biodiversidade nas áreas protegidas.

Impactos das pressões antrópicas na biodiversidade também são detectados pelo monitoramento, que pode ter uma face voltada para a percepção e alerta dessas perturbações. Por exemplo, os efeitos de muitas das pressões potenciais sobre a biodiversidade em áreas protegidas brasileiras – como o desmatamento, a caça, a introdução

de espécies exóticas e as mudanças climáticas – podem ser de difícil percepção, às vezes notadas apenas quando atingem níveis preocupantes de ameaça. A detecção tardia dos problemas dificulta as ações de mitigação, tornando-os irreversíveis em alguns casos. De outro lado, tendo o conhecimento da resposta dos indicadores, a série de dados fornecida por monitoramentos da biodiversidade permite captar os efeitos progressivos das pressões antrópicas sobre a biota antes que estas atinjam níveis alarmantes. Esse alerta rápido dos efeitos negativos sobre a biodiversidade é um forte aliado da gestão. Tal alerta permite a tomada de decisão precisa para mitigar o problema de maneira ágil e a implantação de medidas de adaptação em diferentes escalas (local, regional, nacional).

## Como monitorar a biodiversidade?

Como monitorar a biodiversidade de maneira viável e exequível em áreas protegidas de um país megadiverso como o Brasil? Nosso território comporta de 15 a 20% das espécies de todo o planeta. Nesse contexto é impossível, em termos logísticos, monitorar todas as espécies que ocorrem em uma determinada área protegida. Há décadas, esse tema é um desafio para cientistas, conservacionistas e gestores na área ambiental.

Um caminho comum que vem surgindo como solução mais racional e viável em reservas ao redor de toda a terra é monitorar grupos específicos de animais e plantas (taxonômicos ou ecológicos) que respondam de modo previsível a alterações ambientais. Grupos com tais características são chamados de indicadores biológicos.<sup>10</sup>

Ainda mais interessantes são aqueles **indicadores biológicos** que quando monitorados têm a capacidade de representar outros grupos ou táxons. Grupos de animais ou plantas com esse potencial são chamados de “grupos substitutos” (ou *surrogates*, em inglês). Nesse sentido, a partir do monitoramento de um determinado grupo substituto é possível inferir o estado de outros grupos da biota em um determinado local, ou da biodiversidade como um todo, se outros grupos substitutos complementares forem monitorados.

## Indicador biológico

Um indicador biológico é um componente (taxonômico ou ecológico) ou uma medida de pressões, estados e/ou respostas da biodiversidade, usado para descrever ou avaliar condições e mudanças ambientais ou um conjunto de objetivos. (Definição adaptada de Heink U, Kowarik I.<sup>11</sup>)





Monitorar apenas determinados grupos de organismos com potencial de bioindicação e de substituição torna, sem dúvida, o monitoramento da biodiversidade mais prático e viável em termos logísticos. Entretanto, ainda há barreiras à implantação de monitoramentos ambientais em larga escala.

Para muitos animais e plantas consagrados como indicadores em estudos ambientais, o monitoramento eficaz depende de identificação taxonômica das espécies, o que demanda por especialistas em taxonomia desses grupos. Por exemplo, determinados grupos de insetos são muito sensíveis a alterações ambientais além de ser simples e baratos de se amostrar, o que justificaria seu uso como indicadores biológicos. Entretanto, para que esses insetos funcionem verdadeiramente como indicadores, geralmente há a necessidade de identificação taxonômica ao nível de espécie, o que certamente exigiria o trabalho de especialistas. Para contornar essa barreira, uma estratégia é selecionar indicadores que sejam de fácil e rápida

identificação, sem depender integralmente do trabalho de especialistas.

### **Monitoramento participativo: envolvendo a comunidade**

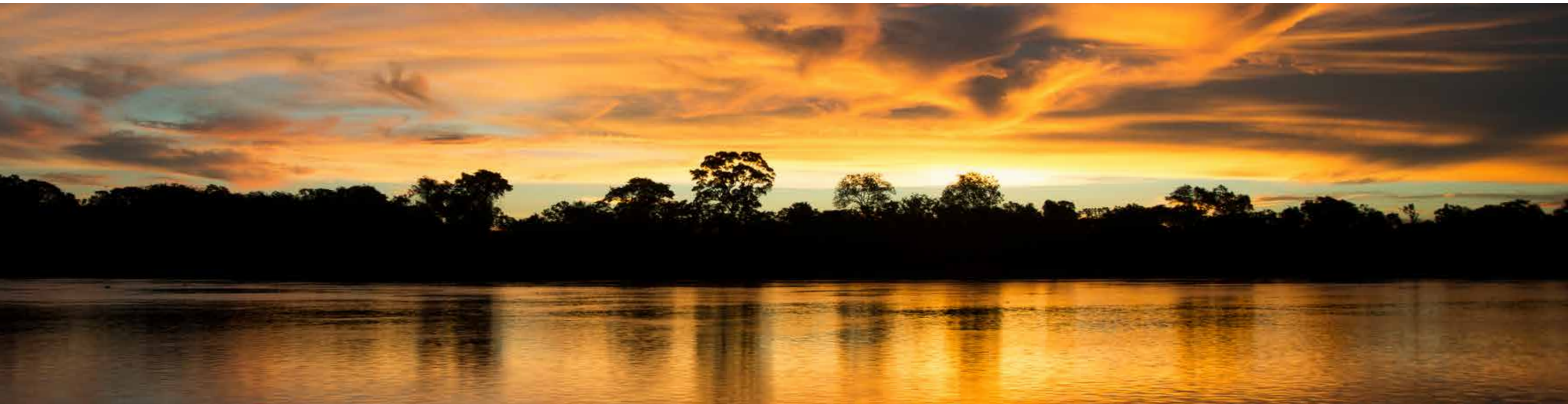
Envolver pessoas nas atividades de monitoramento é um mecanismo que pode fortalecer a gestão das UCs e promover a conservação da biodiversidade tanto por sensibilizá-las sobre a importância da conservação, quanto por aperfeiçoar a amostragem de dados do monitoramento. Ao selecionar indicadores biológicos de fácil identificação taxonômica e que façam parte do cotidiano daqueles que vivem ou usam as UCs, o envolvimento da comunidade no monitoramento da biodiversidade é facilitado.

Iniciativas de **monitoramento participativo** em diversos países obtiveram resultados expressivos para a conservação da biodiversidade. Por exemplo, em países da Europa e América do Norte, há uma extensa série de dados

sobre presença e localização de aves e borboletas coletadas por cidadãos não-especialistas, e que alimentam sólidas bases de dados para a tomada de decisão sobre a conservação desses grupos. Na América do Sul, África e Ásia, o envolvimento de comunidades rurais no monitoramento gera o empoderamento local, além de promover tomada de decisões mais eficientes para a conservação.

### **Integrando pessoas e biodiversidade: monitoramento participativo**

A maior fonte de ameaças à biodiversidade vem do conflito entre o homem e a natureza. Nesse sentido, conciliar o desenvolvimento humano com a conservação dos ecossistemas naturais é fundamental. Uma maneira eficaz de sensibilizar as pessoas sobre a importância da biodiversidade é envolvê-las em programas de monitoramento. A participação no monitoramento promove a inserção da comunidade local no processo de gestão das áreas protegidas. Quanto maior o envolvimento das pessoas que moram perto ou dentro das unidades de conservação, maior o potencial de conservação da biodiversidade. Além disso, a participação da comunidade local em monitoramentos aperfeiçoa as amostragens, aumentando consideravelmente o esforço amostral e a obtenção de dados sobre a biodiversidade.<sup>10</sup>





## O que são bons indicadores biológicos?

Grupos considerados bons indicadores em um sistema de monitoramento da biodiversidade devem apresentar as seguintes características: **i) alta racionalidade** – o grupo deve ser sensível a alterações ecológicas do ambiente, além de ser bom representante de outros grupos também sensíveis a essas alterações; **ii) alto desempenho** – ter potencial de aplicação como indicador em diferentes situações, p. ex. em diferentes biomas, ou seja, estar bem representado em ampla escala, além de fornecer indicação confiável e segura; e **iii) alta possibilidade de implantação** – ser de fácil mensuração e acompanhamento, ou seja, ser viável econômica e logisticamente. Assim, os conceitos de **racionalidade**, **desempenho** e **implantação** são os três pilares que sustentam um bom indicador biológico (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Três características de um bom indicador biológico para monitoramento da biodiversidade.

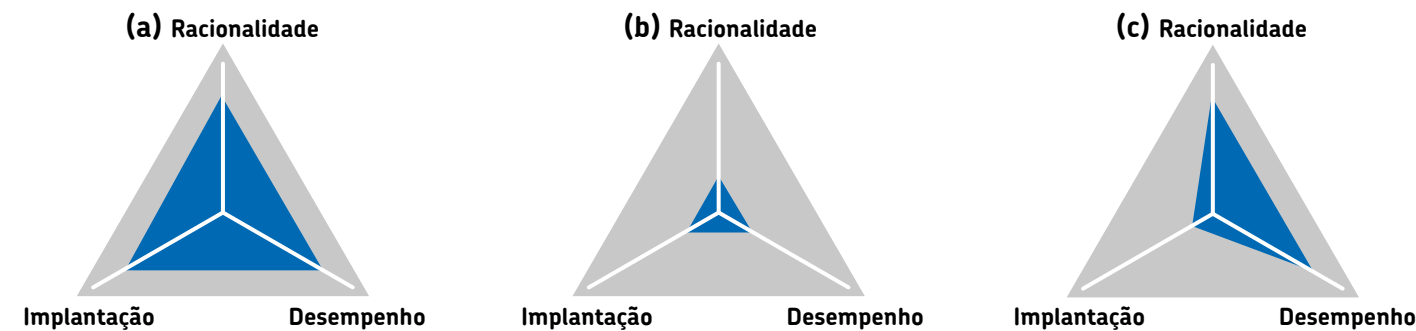


Figura 2. Esquemas ilustrando a interação entre as três características que sustentam um bom indicador biológico para monitoramento da biodiversidade. Um indicador ideal para o monitoramento da biodiversidade deve ter alta racionalidade, desempenho e implantação (a), enquanto indicadores inviáveis são fracos nesses três quesitos (b), uma situação comum na prática são indicadores

com alta racionalidade e desempenho, mas com baixa implantação (c). Exemplos comuns dessa situação são aqueles indicadores biológicos que fornecem resultados precisos e úteis à gestão durante o monitoramento da biodiversidade, mas que demandam por equipamentos com alto custo de aquisição e manutenção para sua amostragem, o que muitas vezes inviabiliza sua implantação.

Com o propósito de trazer o monitoramento da biodiversidade para a realidade das áreas protegidas do Brasil, apresentamos a seguir o conjunto mínimo de indicadores biológicos selecionados para a

composição de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. Trata-se de uma proposta de indicadores com perfis mais abrangentes em termos de escalas, que não exclui a possibilidade de

incluir outros indicadores biológicos, selecionados de acordo com a necessidade e possibilidade de cada área protegida.

### Como escolher indicadores biológicos para avaliar a efetividade de conservação?

A seleção de indicadores é um passo essencial à funcionalidade do monitoramento. Para compor um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade – seguindo os princípios de racionalidade, desempenho e implantação – os indicadores foram listados por três vias: i) consulta a especialistas em diferentes grupos taxonômicos em oficinas realizadas para três biomas (Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica); ii) levantamento de quais grupos são os mais consagrados em iniciativas internacionais de monitoramento da biodiversidade; iii) levantamento de quais grupos de indicadores são os mais

relatados na literatura científica sobre monitoramento, com ênfase em grupos substitutos (*surrogates*). Em todas as fases foi considerada a sensibilidade dos grupos à mudanças climáticas.

Como resultado desse processo, uma extensa lista de potenciais indicadores foi compilada. Considerando as características de racionalidade, desempenho e implantação, essa lista foi refinada por meio de um processo criterioso de seleção, até a obtenção de um conjunto mínimo de indicadores biológicos praticáveis em monitoramentos, viáveis e úteis à gestão (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema ilustrando o método de seleção dos indicadores biológicos. Os potenciais indicadores foram eleitos por três fontes distintas: i) oficinas com especialistas em diferentes grupos taxonômicos; ii) revisão das iniciativas globais de biomonitoramento; e iii) revisão de literatura científica sobre monitoramento da biodiversidade, indicadores ecológicos e substitutos. Então, essa lista de potenciais indicadores passou por um criterioso processo de seleção baseado em suas características de racionalidade, desempenho e implantação. Os indicadores melhores colocados foram selecionados para a proposta de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade.



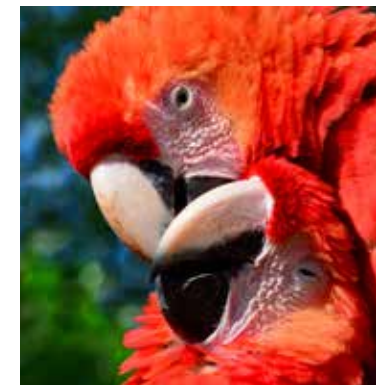
## Como mensurar os indicadores biológicos para o monitoramento?

Tão complexo quanto selecionar quais indicadores biológicos são eficazes e viáveis em monitoramentos de biodiversidade, é selecionar quais medidas tomar desses indicadores para que reflitam as tendências da biodiversidade. Por exemplo, podemos usar métricas simples como a presença de uma espécie focal em uma dada localidade, o que demanda a identificação apenas dessa determinada espécie. Outras métricas são mais difíceis de se obter, como aquelas que demandam a identificação e contagem de todas as espécies de um determinado grupo taxonômico. Além disso, ainda há empecilhos metodológicos. Alguns grupos são visualmente conspícuos e podem ser amostrados simplesmente por contagem do número de indivíduos avistados, como mutuns, araras, tamanduás e antas. Por outro lado, alguns grupos de animais demandam armadilhas específicas para sua amostragem, que podem ser caras e difíceis de manter por longo tempo. Portanto, além da seleção de indicadores

biológicos, a seleção de métricas também é um processo essencial para o monitoramento da biodiversidade.

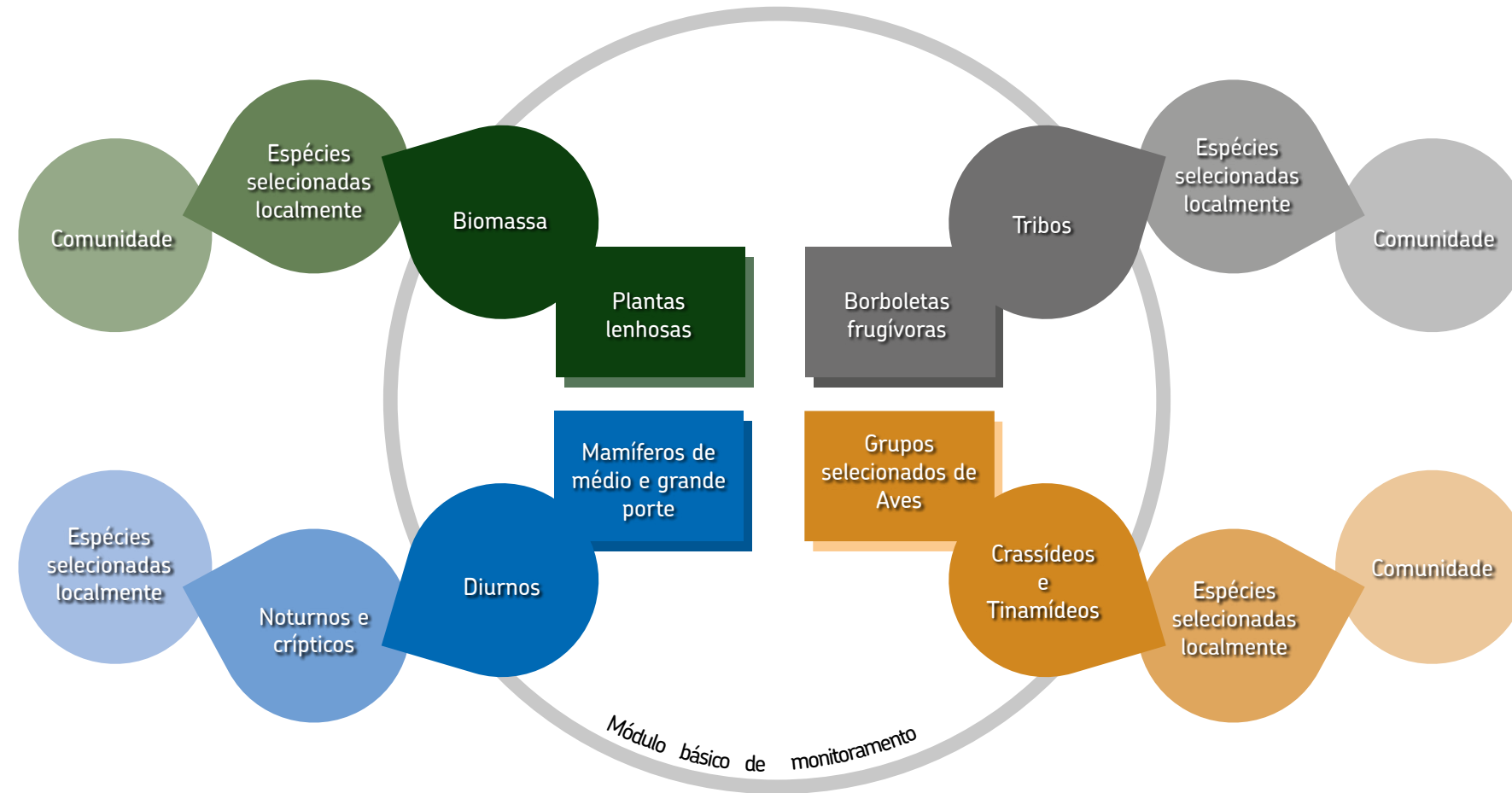
É evidente que entre as muitas unidades de conservação no Brasil temos cenários distintos, tanto em termos da biodiversidade quanto de gestão. Por exemplo, há realidades distintas na captação de recursos, na categoria da UC e nos recursos humanos envolvidos. Assim, o processo de seleção das métricas considerou o potencial de aplicabilidade do monitoramento para realidades distintas, mesmo as mais precárias, buscando resultados acurados e úteis à gestão. Nesse contexto, a proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade deve ter o caráter de modularidade. Esse princípio garante um protocolo mínimo para monitoramento de grupos focais de indicadores biológicos, mas que pode ser ampliado para outras mais específicas de acordo com a realidade de cada área protegida. Além do módulo mínimo de monitoramento, diferentes unidades podem ter outros módulos de

monitoramento (Figura 4), ou seja, outros indicadores ou métricas de acordo com o seu contexto local e propósitos específicos de monitoramento.



### Mas afinal, quais são os indicadores selecionados?

O processo de seleção de indicadores e suas respectivas métricas para o monitoramento resultou em quatro principais grupos de indicadores biológicos: **plantas arbóreas, grupos selecionados de aves, mamíferos de médio e grande porte e borboletas frugívoras**. A seguir, apresentamos as características que esses grupos têm que os tornam vantajosos na implantação de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade com base nos princípios que nortearam o processo de seleção.



**Figura 4** Modularidade na implantação do monitoramento da biodiversidade para os quatro grupos de indicadores biológicos selecionados. Os círculos mais próximos ao indicador (cor mais forte) compõem o módulo mínimo para o monitoramento, o mais exequível e viável do ponto de vista logístico. Os demais círculos (indicados por cores mais claras) são módulos adicionais que podem complementar o monitoramento da biodiversidade e fornecer dados mais refinados ao monitoramento.



## Plantas lenhosas

*Porque são bons indicadores?*

As plantas lenhosas constituem um ótimo indicador biológico considerando os três critérios norteadores: racionalidade, desempenho e implantação. Geralmente, o monitoramento da vegetação não envolve grandes esforços metodológicos e pode fornecer dados úteis à gestão, visto que refletem pressões em diversas escalas. Por exemplo, uma das métricas amplamente empregadas em monitoramentos da biodiversidade de plantas é a biomassa vegetal lenhosa. Essa métrica pode refletir indiretamente a complexidade do ambiente, de modo que ambientes naturais mais complexos teriam maior biomassa e poderiam ter condições adequadas para maior diversidade de espécies. Além disso, a biomassa vegetal também é um indicativo da quantidade de carbono fixado em uma determinada área – importante para o sequestro e armazenamento de carbono atmosférico no contexto de mudanças climáticas

globais. O método selecionado para mensurar a biomassa vegetal envolve apenas a medição do diâmetro e altura das plantas lenhosas em um determinado tamanho de parcela, independente da taxonomia das espécies. Dessa maneira, a amostragem não demanda grandes esforços em campo e em capacitação, ressaltando o alto potencial de implantação desse grupo de indicador.

Além do módulo mínimo – biomassa vegetal –, módulos adicionais podem ser bem-vindos, como o monitoramento de espécies-alvo ou mesmo da comunidade (ou seja, o conjunto das diferentes espécies de plantas lenhosas) (Figura 4). Um bom exemplo para a implantação do módulo adicional de monitoramento de espécies selecionadas são as UCs de uso sustentável, nas quais espécies vegetais são exploradas como recursos naturais por populações humanas locais. Aqui o monitoramento







da dinâmica de populações dessas espécies pode ser uma ferramenta importante para a gestão, visto que pode subsidiar a manutenção sustentável das atividades de exploração pela comunidade local.

Outra característica que torna as plantas importantes como indicadores biológicos é o seu elevado potencial como grupo substituto (*surrogate*). Como são componentes estruturantes do ambiente, espécies vegetais fornecem micro-habitats e alimentos para muitas espécies. Dessa maneira, a vegetação está diretamente associada com muitos outros grupos da biota. Esse potencial de “substituição” foi confirmado por meio de revisão da literatura científica, que evidenciou que o monitoramento de plantas permite inferências sobre uma expressiva parcela da biodiversidade.



## Aves – grupos selecionados

*Porque são bons indicadores?*

Segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção cerca de 10% das aves brasileiras estão ameaçadas, o que faz do Brasil o país com maior número de espécies de aves em risco de extinção. As principais pressões que afetam negativamente as aves são o desmatamento e a fragmentação de habitats. Essa sensibilidade às alterações no habitat credencia as aves como um grupo de grande valor para indicação biológica. Para a proposta de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade, o módulo básico de amostragem inclui dois grupos importantes da ornitofauna: os cracídeos (mutuns) e tinamídeos (macucos), ambos são aves cinegéticas (alvo de atividades de caça). Aves localmente selecionadas e a comunidade de aves podem ser incluídos nos módulos adicionais.

Muitos grupos de aves são popularmente conhecidos e, em geral, facilmente identificáveis. Além disso,

existem guias ilustrados e com fotos de diversos biomas brasileiros, que facilitam a identificação das aves avistadas em campo, e diminui a dependência de especialistas em taxonomia para o monitoramento. Outra vantagem é que a amostragem em campo para alguns grupos pode ser realizada por avistamento, independente da aquisição de equipamentos, armadilhas ou manuseio dos animais.

Aves cinegéticas compõem um grupo utilizado em monitoramentos, especialmente em locais onde há uso de recursos naturais por populações humanas locais. Em geral, espécies cinegéticas pertencem às famílias Tinamidae, Cracidae, Columbidae e Anatidae. Muitas delas, são aves grandes, com voo limitado e que nidificam no chão. Essas características biológicas as tornam alvo fácil para caçadores, e em geral as aves cinegéticas são rapidamente eliminadas de localidades sujeitas à pressão de caça. Muitas dessas estão ameaçadas de extinção no





Brasil, como os macucos (gênero *Tinamus*) e mutuns (gênero *Crax*). Por esses motivos, monitorar a ocorrência e abundância de aves cinegéticas pode fornecer informações importantes sobre potenciais pressões de caça dentro dos limites de áreas protegidas.

Um exemplo de aves que podem ser selecionadas localmente são os psitacídeos. Araras, papagaios e periquitos são bons indicadores biológicos porque dependem de grande oferta de frutos para alimentação e de sítios específicos para reprodução, como ocos de determinadas espécies de árvores. Além disso, são de fácil amostragem, porque têm cores vistosas e vocalização característica. O monitoramento de psitacídeos se torna ainda mais importante quando consideramos que 16 espécies desse grupo estão ameaçadas de extinção no Brasil.

Outro grupo de aves que pode ser selecionado para o monitoramento é o das espécies localmente comuns. Monitorar espécies comuns e abundantes em habitats pode fornecer informações importantes. Espécies comuns contribuem com a maior parcela da biomassa de

teias tróficas, sendo fundamentais para o funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas. Além disso, a inclusão de aves comuns atribui um caráter regional ao monitoramento de cada UC, permitindo inferências específicas à gestão e manejo local.

Além das vantagens específicas de cada um dos grupos de aves selecionados, um facilitador comum a esses três grupos é que todos são bem conhecidos popularmente. Isso possibilita a implantação de um modelo participativo no monitoramento de aves com o auxílio de comunidades locais envolvidas nas atividades da UC.

Métricas adicionais podem ser incorporadas ao monitoramento de aves, de acordo com o contexto de cada área protegida. Por exemplo, incluir módulos adicionais como a abundância de espécies selecionadas (tais como espécies endêmicas ou ameaçadas), subsidiando dados importantes à gestão.



## Mamíferos de médio e grande porte

*Por que são bons indicadores?*

O Brasil tem a maior riqueza de mamíferos do mundo, com mais de 530 espécies descritas e grande número de endemismos. Cerca de 15% dessas espécies encontram-se ameaçadas. As pressões antrópicas mais associadas a essa ameaça são a perda e fragmentação de habitats, mas a caça e os atropelamentos também causam diminuições expressivas em populações de mamíferos.

No monitoramento *in situ* da biodiversidade, muitos mamíferos de médio e grande porte são considerados bons indicadores de qualidade de habitat em ampla escala, uma vez que necessitam manter extensos territórios de áreas naturais contínuas para alimentação e reprodução. Por exemplo, a área de vida de onças-pintadas no Cerrado do Brasil Central pode chegar a 265 km<sup>2</sup> ([www.jaguar.org.br](http://www.jaguar.org.br)). Muitas vezes, pressão antrópica de fragmentação em áreas contínuas divide o habitat em unidades menores que as

necessárias para a sobrevivência de mamíferos médios e grandes. Além disso, algumas espécies de mamíferos servem como reservatório de agentes infecciosos, ressaltando a importância desse grupo em questões de interação com a comunidade local e saúde pública. Mamíferos têm, ainda, grande variabilidade alimentar – com espécies estritamente herbívoras até outras carnívoras e predadores de topo – participando assim do fluxo de energia em vários níveis da cadeia trófica e do equilíbrio dinâmico das teias alimentares.

Além disso, muitas espécies de mamíferos são consideradas espécies bandeira, carismáticas e contam com a simpatia popular. Esse caráter ajuda na sensibilização sobre a importância dos monitoramentos e na captação de recursos para a conservação da biodiversidade.

Quanto à implantação, o módulo básico de amostragem é simples e bastante viável. Em geral,





mamíferos de médio e grande porte são bem conhecidos popularmente e muitos deles são de fácil identificação visual ou por pegadas. Guias e fotos podem auxiliar na identificação dos indivíduos avistados, diminuindo a dependência de especialistas no processo de amostragem. Um exemplo aplicável a isso é o caso dos mamíferos cinegéticos, que são um grupo ameaçado em vários biomas brasileiros. O monitoramento das populações de espécies cinegéticas é importante para sua conservação em UCs que enfrentam pressões de caça. Esse conhecimento das populações locais sugere a possibilidade de implantação de um modelo participativo no monitoramento de mamíferos de médio e grande porte, especialmente aqueles cinegéticos.

Além do módulo básico de monitoramento de mamíferos por avistamento, o caráter modular da

proposta de um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade permitiria a inclusão de métricas adicionais que podem complementar a base de dados biológicos, de acordo com os propósitos de gestão de cada unidade de conservação. Adicionalmente, métricas de comunidade podem fornecer importantes resultados sobre o funcionamento e diversidade de mamíferos nos ecossistemas da UC.



## Borboletas frugívoras

*Porque são bons indicadores?*

Especificamente para a região tropical, o grupo das borboletas frugívoras é considerado um ótimo bioindicador de alterações ambientais. Borboletas são sensíveis a alterações do ambiente, porque dependem de micro-habitats específicos e de recursos adequados para sua sobrevivência. Muitas espécies são estritamente associadas a determinadas condições presentes em habitats mais conservados, enquanto outras são associadas a áreas perturbadas. Assim, alterações na qualidade de habitat – causadas, por exemplo, por desmatamento, queimadas e mudanças climáticas – atuam nas populações de borboletas e podem ser captadas pela série de dados do monitoramento ambiental.

Outra característica biológica que as tornam úteis em biomonitoramentos, é que borboletas frugívoras

têm ciclo de vida curto. Dessa maneira, alterações ambientais causam, em curto intervalo de tempo, mudanças nas populações de borboletas que podem ser percebidas rapidamente ao longo do monitoramento. Essa possibilidade de rápida percepção de mudanças por meio do monitoramento in situ de borboletas frugívoras possibilita a definição de medidas mitigadoras do problema, antes que outros componentes da biota sejam afetados.

Em questão de implantação, borboletas frugívoras compõem um dos grupos com maior potencial. A amostragem em campo depende de armadilhas simples e de fácil confecção e manutenção. O uso de armadilhas tem a vantagem adicional de minimizar o efeito do coletor nos dados. Outra grande vantagem é que a métrica selecionada no monitoramento de borboletas frugívoras é a proporção





de tribos. Isso se torna uma vantagem na prática, pois diminui a dependência de especialistas do grupo, uma vez que não há a necessidade da identificação taxonômica mais refinada até o nível de espécie.

Além do módulo básico que utiliza a métrica da proporção de tribos, módulos adicionais têm a capacidade de potencializar a utilização de borboletas frugívoras como indicadores biológicos, de acordo com a possibilidade de aplicação em cada área protegida. Por exemplo, incluir o acompanhamento de populações de espécies selecionadas ou da comunidade de borboletas frugívoras como níveis adicionais no monitoramento, pode fornecer informações mais específicas e, conseqüentemente, importantes à tomada de decisão.

Borboletas são insetos bioindicadores consagrados em vários países. Na Europa, onde 9% das espécies

de borboletas estão em declínio, várias iniciativas de monitoramento participativo e de ciência cidadã utilizam borboletas como bioindicador para subsidiar ações de gestão e conservação do grupo.<sup>6</sup> A principal motivação para isso é que borboletas são carismáticas e visualmente atraentes, o que desperta o interesse popular e estimula a conservação desses insetos. Essa ideia tem potencial para ser aplicada à realidade da grande diversidade de borboletas brasileiras, uma vez que a variedade de cores e formas certamente atrai a simpatia popular.



## O que esse conjunto de indicadores nos diz?

**Plantas lenhosas, grupos selecionados de aves, mamíferos de médio e grande porte e borboletas frugívoras** são grupos importantíssimos para o funcionamento de ecossistemas, correspondendo a uma importante parcela da enorme biodiversidade brasileira. O desempenho desses grupos como indicadores biológicos faz com que eles tenham um papel chave para o monitoramento *in situ* e a conservação da biodiversidade. Entre esses grupos selecionados, encontramos indicadores biológicos para impactos em múltiplas escalas e de distintas fontes. Desde a ameaça global das mudanças climáticas, até impactos locais e de caráter pontual e regional – como caça e utilização de agrotóxicos – podem ter seus efeitos negativos à biodiversidade percebidos com o subsídio dos dados biológicos do monitoramento da biodiversidade. A percepção dos problemas que afligem as áreas protegidas brasileiras, com base em seu maior

patrimônio, a biodiversidade, permite a tomada de decisão e gestão efetivas para conservação.

Quanto ao potencial de substituição (*surrogacy*) dos grupos de indicadores selecionados, a revisão da literatura científica durante o processo de seleção mostrou que os grupos escolhidos têm amplo potencial de representar outros componentes da biodiversidade. Por exemplo, plantas e mamíferos de médio e grande porte são ótimos representantes da biodiversidade de outros grandes grupos taxonômicos, como plantas não vasculares, insetos, anfíbios, entre outros. Dessa forma, ao monitorar os quatro grupos selecionados de indicadores biológicos, conseguimos monitorar indiretamente outros tantos componentes da biodiversidade.

Além dos quatro indicadores biológicos selecionados, é importante ressaltar que outros componentes da biodiversidade também têm grande







potencial de indicação e substituição, e podem ser aplicados efetivamente em monitoramentos da biodiversidade. Por exemplo, anfíbios e répteis também podem ser adicionados como indicadores locais em monitoramentos da biodiversidade em UCs. Indicadores de importância local, como espécies endêmicas, ameaçadas ou espécies que são exploradas por comunidades locais em UCs de uso sustentável, podem também ser ótimos indicadores complementares. Portanto, é recomendável que, de acordo com o contexto e as necessidades de cada UC, espécies ou grupos adicionais sejam inseridos ao conjunto de indicadores biológicos selecionados, conferindo um caráter de gestão local ao monitoramento.

Em síntese, partindo de uma extensa lista compilada de fontes especializadas e conceituadas em monitoramento da biodiversidade, o criterioso processo

de seleção de indicadores resultou nos quatro grupos apresentados. Plantas lenhosas, grupos selecionados de aves, mamíferos de médio e grande porte, e borboletas frugívoras, além de serem componentes fundamentais da biodiversidade, estão diretamente associados a serviços ambientais, respondem a impactos antrópicos, indicando a saúde e integridade do sistema, além de representar bem outros componentes da biota. Adicionalmente, a preocupação com a viabilidade prática e econômica dos monitoramentos de biodiversidade frente à realidade das áreas brasileiras protegidas norteou todo o processo de seleção dos indicadores, de modo a torná-lo praticável e útil à tomada de decisão e gestão.<sup>12</sup>





#### Referências

1. <http://www.cbd.int/>
2. Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios' ([http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoes\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf)), World Resources Institute ([wri.org/project/mainstreaming-ecosystem-services/about](http://wri.org/project/mainstreaming-ecosystem-services/about)), Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment ([millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf](http://millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf)).
3. <http://www.conservation.org/learn/health/pages/threats.aspx>
4. SHAH, A. 2012. Climate change affects biodiversity. <http://www.globalissues.org/article/172/climate-change-affects-biodiversity>.
5. IPCC, AR4, Synthesis Report (2007): 48ff
6. CHEVIAN, E. & BERNSTEIN, A. 2008. Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity. Oxford: Oxford University Press.
7. IPCC, AR4 WG II (2007): 241
8. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação/MMA (dados consolidados em 05/02/2013). FUNAI/DTI
9. LINDENMAYER D B, LIKENS G E, HAYWOOD A & MIEZIS L. 2011. Adaptive monitoring in the real world: proof of concept. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 641-646.
10. EVANS, K., and GUARIGUATA, M. 2008. Participatory monitoring in tropical forest management: A review of tools, concepts and lessons learned. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR)
11. HEINK U, KOWARIK I. 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators* 10: 584-593.
12. [www.icmbio.gov.br/monitoramento](http://www.icmbio.gov.br/monitoramento)

#### Referências adicionais:

Guedes, F. B. & Seehusen, S. E. Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011.

World Resources Institute. What Are Ecosystem Services? disponível em: <http://www.wri.org/project/mainstreaming-ecosystem-services/about>

Ecosystems and human well-being: A framework for assessment (2003) Alcamo, J.; Ash, N. J.; Butler, C. D.; Callicott, J. B.; Capistrano, D.; Carpenter, S.; Castilla, J. C.; Chambers, R.; Chopra, K.; Cropper, A.; Daily, G. C.; Dasgupta, P.; de Groot, R.; Deitz, T.; Duraiappah, A. K.; Gadgil, M.; Hamilton, K.; Hassan, R.; Lambin, E. F.; Lebel, L.; Leemans, R.; Jiyuan, L.; Malingreau, J. P.; May, R. M.; McCalla, A. F.; McMichael, A. J.; Moldan, B.; Mooney, H. A.; Naeem, S.; Nelson, G. C.; Wen-Yuan, N.; Noble, I.; Zhiyun, O.; Pagiola, S.; Pauly, D.; Percy, S.; Pingali, P.; Prescott-Allen, R.; Reid, W. V.; Ricketts, T. H.; Samper, C.; Scholes, R.; Simons, H.; Toth, F. L.; Turpie, J. K.; Watson, R. T.; Wilbanks, T. J.; Williams, M.; Wood, S.; Shidong, Z. & Zurek, M. B. disponível em: [millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf](http://millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf)

## REALIZAÇÃO

Esta publicação foi realizada pelo Projeto “Monitoramento da Biodiversidade com Relevância para o Clima em nível de UC, considerando medidas de adaptação e mitigação”. É um projeto do governo brasileiro, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), no contexto da Cooperação Brasil-Alemanha, no âmbito da Iniciativa Internacional de Proteção ao Clima (IKI), do Ministério Federal do Meio Ambiente, da Proteção da Natureza e da Segurança Nuclear da Alemanha (BMU). Prevê apoio técnico através da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

**Edição:** José Sabino

**Projeto Gráfico:** André Morato

**Produção Editorial:** Luciana Paes de Andrade

**Fotografias:** José Sabino - Natureza em Foco, Jean Philippe Boubli, Werner Rudhart - GIZ

**Revisão:** Maria Alice Pavan Sabino



**Projeto Editorial:** Natureza em Foco  
www.naturezaemfoco.com.br

A reprodução desta obra é permitida desde que citada a fonte. Esta permissão não se aplica às fotos, que foram cedidas exclusivamente para esta publicação. Esta obra não pode ser comercializada.

**Para saber mais, acesse:**

www.icmbio.gov.br/monitoramento

## AGRADECEMOS A VALIOSA CONTRIBUIÇÃO

- Adriana Assis Arantes “ICMBio”  
- Adriani Hass “UnB”  
- Adriele K. C. de Oliveira “UFPR”  
- André A. Cunha “UnB”  
- André Victor Lucci Freitas “Unicamp”  
- Arthur Ângelo Bispo de Oliveira “UFG”  
- Caren Dalmolin “ICMBio”  
- Carla N. M. Polaz “ICMBio”  
- Carlos Eduardo Conte “UFPR / INPCON”  
- Christoph Knogge “IPÊ”  
- Claudio Szlafsztein “UFPA”  
- Cleber Salimon “UFAC”  
- Cristiano Agra Iserhard “UFPEL”  
- Daniel Piotto “SFB”  
- Davi Lima Pantoja “UnB”  
- Emerson M. Vieira “UnB”  
- Esther Carone Blumenfeld “MMA”  
- Fabiana Ganem “MMA”  
- Flávio C. T. Lima “Unicamp”  
- Francisco Valente “UFMS”  
- Giovana Palazzi “ICMBio”  
- Glória Ramos Soares “ICMBio”  
- Helio Jorge Cunha “MMA/ ProBio”  
- Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes “LBA/ PPGCF, UFRA”

- Hugo Bonfim de A. Pinto “ICMBio”  
- Ingrid Prem “GIZ”  
- Iona'i Ossami de Moura “MMA”  
- Isabel Belloni Schmidt “IBAMA”  
- Jean P. Boubli “GIZ”  
- Jorge Saraiva “UFMS”  
- José Fragoso “Stanford University, UFRR”  
- José Henrique Cattanio “UFPA”  
- José Luis Camargo “PDBFF (INPA/STRI)”  
- José Sávio C. de Melo “ICMBio”  
- Keila Juarez “MMA”  
- Konstantin König “ICRAF”  
- Leoncio Pedrosa Lima “ICMBio”  
- Liliam Patricia Pinto “ICMBio”  
- Luciano Koji Shimizu “MMA”  
- Luiza Brasileiro R. Pereira “MMA”  
- Magno Reis “LBA/ UFRA”  
- Marcelo Stabile “IPAM”  
- Marcus Vinicius Cianciaruso “UFG”  
- Marília Marques G. Marini “ICMBio”  
- Mario Almeida Neto “UFG”  
- Mario Barroso “WWF”  
- Marlúcia B. Martins “MPEG”  
- Mirco Solé “UESC”  
- Nubia E. de Santana e Silva “MMA”

- Oliver Thie “GIZ”  
- Pedro Develey “Save Brasil”  
- Rafael Loyola “UFG”  
- Renata Alves da Mata “UnB”  
- Renata M. Rossato “ICMBio”  
- Reuber Brandão “UnB”  
- Rita Silvana Santana dos Santos “Consultora GIZ”  
- Roberto Rodriguez Suarez “MMA”  
- Robson Luiz Capretz “Fundação Grupo Boticário”  
- Rodrigo de Almeida Nobre “Consultor PNUD”  
- Ronaldo G. Morato “ICMBio”  
- Rosiane Pinto “MMA/ ARPA”  
- Sérgio Borges “FVA”  
- Sinomar F. Fonseca Jr. “CEUC/ SDS (Amazonas)”  
- Stefanie Elena Preuss “GIZ”  
- Tadeu Siqueira “UNESP Rio Claro”  
- Vanesca Korasaki “UFLA”





As áreas protegidas são a espinha dorsal da conservação da natureza. Para assegurar que essa conservação seja eficaz, o monitoramento da biodiversidade é ferramenta fundamental porque fornece informações para a tomada de decisão consistente e contribui para a gestão apropriada da área protegida. O monitoramento funciona, assim, como termômetro da condição de um ambiente, orientando iniciativas e estratégias de conservação.

Apresentamos aqui a proposta de monitoramento *in situ* da biodiversidade em áreas protegidas brasileiras, resultado da parceria entre o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) com apoio técnico da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*.

Essa proposta é marcada pela viabilidade econômica e prática para implantação nas unidades de conservação brasileiras. Um criterioso processo de seleção elegeu quatro grupos de indicadores biológicos terrestres: plantas lenhosas, grupos selecionados de aves, mamíferos de médio e grande porte e borboletas frugívoras. Esses organismos são sensíveis a impactos gerados pelo homem e pelo clima, representam bem outros grupos da biodiversidade e seus protocolos de monitoramento são de implantação fácil e viável.

Nesse contexto, o sucesso desse tipo de iniciativa depende do engajamento e da boa receptividade dos gestores e de outros parceiros envolvidos com as unidades de conservação.