

Aprimoramento de áreas protegidas para conservar a biodiversidade selvagem

Robert M. Pringle^{1,2,3}

Os acordos internacionais determinam a expansão da rede de área protegida da Terra como um baluarte contra a constante extinção de populações, espécies e ecossistemas selvagens. No entanto, muitas áreas protegidas estão subfinanciadas, mal geridas e ecologicamente danificadas; o dilema é como aumentar a sua cobertura e eficácia simultaneamente. Os programas inovadores de recuperação e renaturalização na Área de Conservación Guanacaste na Costa Rica e do Parque Nacional da Gorongosa em Moçambique realçam a forma como os ecossistemas degradados podem ser reabilitados, expandidos e entrelaçados no tecido cultural das sociedades humanas. Em todo o mundo, um enorme potencial de conservação da biodiversidade pode ser realizado através do aprimoramento das reservas naturais existentes, harmonizando-as com as necessidades e aspirações das suas circunscrições.

Tanto as populações como as espécies selvagens estão a desaparecer rapidamente, anunciando uma sexta extinção antropogénica em massa^{1,6}. Áreas protegidas, terras e águas que são legalmente designadas e geridas para a conservação da natureza a longo prazo, são a espinha dorsal dos esforços para estancar esta hemorragia⁷. No entanto, a pesquisa demonstra que a rede global existente de áreas protegidas apesar de mais de triplicar em tamanho nos últimos 40 anos^{7,8}, é insuficiente para impedir a incessante redução de biodiversidade⁹⁻¹¹. Há, assim, uma necessidade urgente de ampliar a área de propriedade protegida, para aumentar a sua sobreposição com os ecossistemas ameaçados e as espécies em risco, e para conciliar esses objectivos com as mudanças projectadas de uso da Terra com a população humana do planeta a suplantar os 11 mil milhões¹².

Esta urgência reflecte-se tanto no direito internacional como em pesquisa na ciência de conservação. A Convenção sobre a Diversidade Biológica, que é ratificada por quase todas as Nações, determinou na sua Meta 11 de Biodiversidade de Aichi que “até 2020, pelo menos 17% das zonas aquáticas terrestres e de águas interiores e 10% das zonas costeiras e marítimas [deverão ser] conservadas através de sistemas de áreas protegidas bem interligados, ecologicamente representativos, geridos de uma forma eficaz e equitativa assim como outras medidas eficazes de conservação adaptadas a cada área”. Entretanto, os cientistas da conservação desenvolveram ferramentas sofisticadas para o planeamento sistemático da conservação, que procura priorizar locais novos de protecção de acordo com a distribuição das espécies, dos ecossistemas, das ameaças e dos custos^{10, 11, 15-23}. Estes esforços proporcionam uma fundação científica, embora não acompanhada por todos os meios económicos e políticos necessários, para orientar a expansão continuada da rede global de área protegida para as metas acordadas.

A ciência não é tão clara no que diz respeito ao critério, ditado pelo senso comum e pela Meta 11 da Biodiversidade de Aichi em que as áreas protegidas devem ser eficazmente e equitativamente geridas. Estas qualidades não são facilmente medidas²⁴ e os dados relevantes são escassos, apesar de um impulso crescente para dimensionar os impactos das medidas de conservação²⁵⁻³³. De acordo com um estudo de 2013, “continua a haver uma base de evidências limitada e pouca compreensão das condições, sob as quais as áreas protegidas alcançam ou não resultados de conservação”³⁴.

Não há dúvida de que as áreas protegidas podem efectivamente proteger as populações e os habitats³⁵⁻³⁸ sendo cada vez mais claro que, na maioria das vezes, elas fazem a diferença. Análises globais demonstram que a biodiversidade local é maior³⁹, as taxas de conversão de paisagem são mais baixas⁴⁰, e as tendências das populações de vida selvagem são geralmente estáveis ou crescentes⁴¹ nas áreas

protegidas. Da mesma forma, há indícios crescentes que as áreas protegidas reduzem frequentemente a pobreza e aumentam o bem-estar das populações rurais^{26,27,42}. Como o número de visitantes a áreas protegidas aumentou em muitos países tropicais em desenvolvimento, o turismo baseado na natureza surgiu como uma fonte dominante de divisas, fortalecendo as economias nacionais e moldando a tomada de decisão dos líderes políticos^{7,44}. No entanto, há também uma heterogeneidade marcada na medida em que as áreas protegidas individualmente estão a alcançar estes objectivos biológicos e de desenvolvimento humano. Áreas protegidas tanto em países ricos como pobres são cronicamente subfinanciadas e ameaçadas por inúmeros desafios políticos, logísticos, e as populações de muitas espécies estão em declínio tanto em áreas individualmente protegidas⁴⁵ como em diferentes países⁴⁶ e continentes⁴⁷.

De acordo com uma estimativa, cerca de metade das áreas protegidas em todo o mundo sofreram uma deterioração drástica e perda de biodiversidade durante os últimos 20 a 30 anos, com muitas funcionando em pouco mais do que “parques de papel”, protegidas na lei e nos mapas, mas não na prática”. E mesmo as áreas protegidas bem sucedidas estão ameaçadas por uma erosão do apoio político e uma aparente tendência global de “desvalorização, redução e revogação”⁴⁸.

Os cientistas, os decisores políticos e os investidores de conservação têm, assim, de confrontar uma pergunta complicada: como devemos dividir o esforço e os recursos entre os dois imperativos de estabelecer novas áreas protegidas e aprimorar as que estão estabelecidas para que sejam bem geridas, socialmente apoiadas e ecologicamente coerentes? Esta pergunta não tem resposta simples ou única, mas se a ignorarmos arriscamo-nos a ter um resultado sombrio: uma corrida intensiva em recursos para satisfazer as Metas da Biodiversidade de Aichi através da criação de novas áreas protegidas que carecem de capital financeiro, social e político para terem sucesso na perpetuidade, desprovendo, ainda mais, as áreas protegidas pré-existent de fundos e atenção. A criação de uma vasta, mas disfuncional propriedade global de áreas protegidas danificaria a letra e o espírito da Convenção sobre a Diversidade Biológica tão certamente como a falha de expandir a propriedade.

Eu faço três observações. Primeiro, um enorme potencial de conservação da biodiversidade pode ser concretizado reanimando áreas protegidas estabelecidas mas degradadas e usando-as como núcleos para a expansão periférica — um programa estratégico de aprimoramento e crescimento para contrariar as tendências recentes na direcção oposta. Em segundo lugar, para ilustrar a plausibilidade e poder desta abordagem, analiso a evolução convergente de duas áreas protegidas em contextos socioecológicos radicalmente diferentes: a Área de Conservación Guanacaste (ACG) no noroeste da Costa Rica e o Parque Nacional da Gorongosa (PNG) na província de Sofala em Moçambique. Embora as acções específicas que tenham sido empreendidas para reabilitar estas áreas protegidas sejam necessariamente baseadas no local, dependentes de contexto e

Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Princeton University, Princeton, New Jersey 08544, EUA. 'Conselho de Administração, Projecto da Gorongosa, Parque Nacional da Gorongosa, Província de Sofala, Moçambique. 'Conselho de Administração, Fundo de Conservação da Floresta Seca de Guanacaste, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

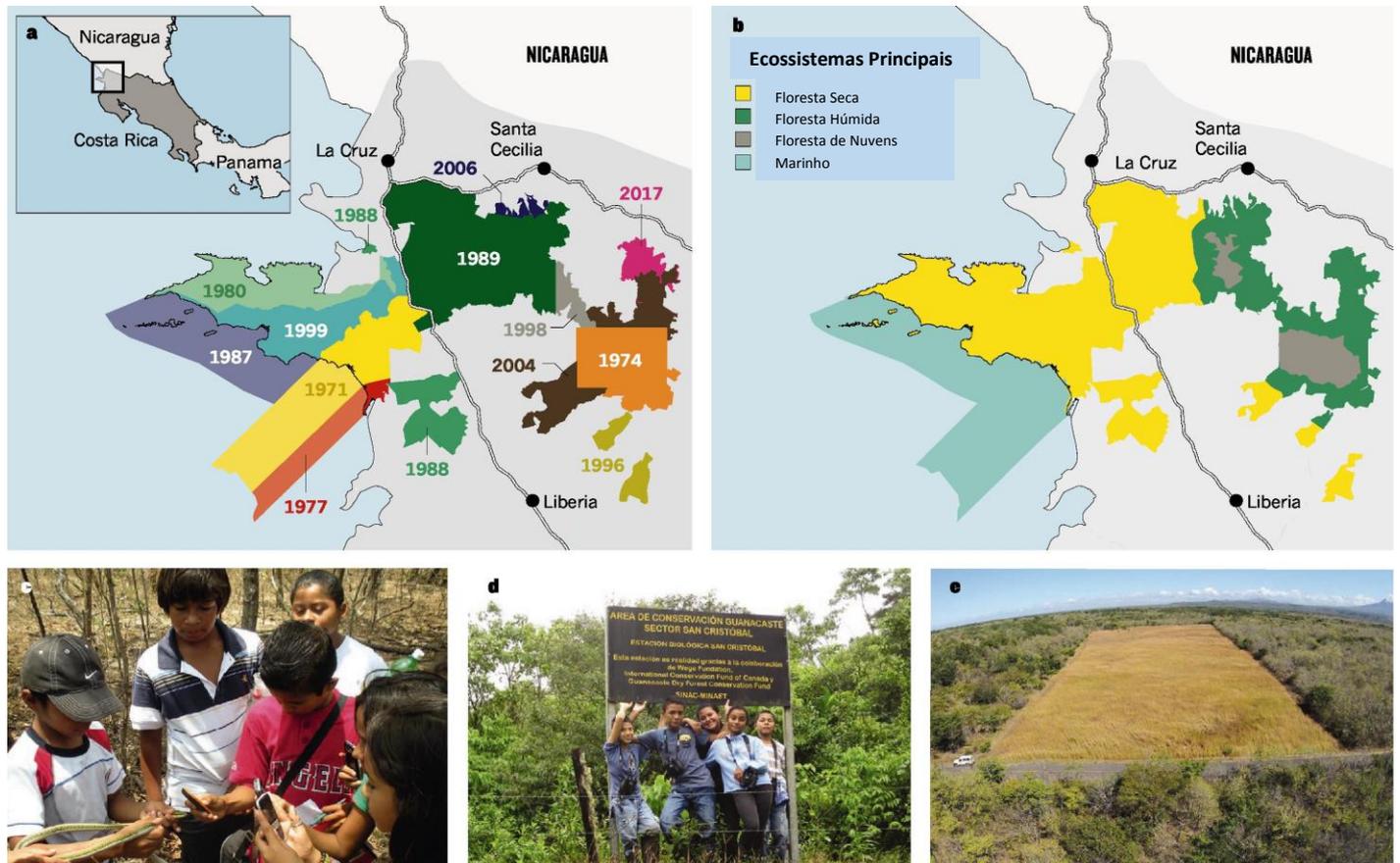


Figura 1 | Área de Conservación Guanacaste na Costa Rica. a, Expansão da Área de Conservación Guanacaste (ACG) desde 1971 a 2017. Cada região é identificada com o ano aproximado em que a terra foi adquirida. **b,** Ecossistemas principais da ACG. **c,** Estudantes de escolas rurais participam no Programa Biológico Educacional. Eles estão a entrevistar uma inofensiva cobra papagaio (*Leptophis mexicanus*) e a demonstrar como os dispositivos electrónicos como os telemóveis podem facilitar a bioliteracia moderna. Crédito de imagem: A. Jimenez

continuamente em evolução, as suas filosofias e abordagens subjacentes podem ser generalizadas e aplicadas em todo o mundo. Em terceiro lugar, precisamos de uma agenda de pesquisa que avalie explicitamente o livro-razão de custos, benefícios e compensações tanto biológicos quanto socioeconómicos, associados à criação de novas áreas protegidas contra o aprimoramento das antigas.

Aprimoramento e crescimento de áreas protegidas

O que é que pode ser feito com áreas protegidas que são severamente degradadas, subfinanciadas, ou muito pequenas e isoladas para conservar populações e ecossistemas viáveis? Já foi sugerido que o dinheiro economizado no abandono de áreas de desempenho fraco poderia ser usado para criar novas e melhores, uma estratégia apelidada de 'trade-in to trade-up'. Embora tais esquemas possam, em teoria, aumentar a eficiência, os obstáculos práticos à sua implementação muitas vezes serão proibitivos (ou proibitivamente dispendiosos para os superar).

Isto sugere que não devemos ser demasiado rápidos a abandonar áreas protegidas de fraco desempenho. O termo 'parque de papel' é usado como uma classificação pejorativa para descrever áreas protegidas ineficazes, mas a mera existência de uma área protegida no papel é um activo não-trivial⁵². A degradação ecológica pode ser interrompida e revertida, e as estruturas de gestão revistas, definindo ecossistemas em trajetórias para a recuperação. A recuperação completa pode levar séculos, e mesmo assim o estado recuperado pode ou não assemelhar-se ao estado da pre-perturbação; no entanto, a recuperação de sistemas rapidamente produz muitos dos frutos que buscamos para colher de áreas protegidas, incluindo populações de vida selvagem viáveis, o

d, Crianças da vila piscatória de Cuajiniquil, noroeste da Costa Rica, participam na Contagem de Aves do Natal da ACG de 2012, equipados com binóculos e máquinas fotográficas fornecidas com fundos do Fundo de Conservação da Floresta Seca de Guanacaste. Crédito de imagem: M. M. Chavarria Diaz. **e,** Trinta anos de restauração da floresta tropical seca ao redor de um terreno experimental que ainda é queimado anualmente servindo para mostrar a proporção do ecossistema que assomou quando a restauração teve início em 1985.

valor estético e recreativo, e utilidades como a água potável⁵³⁻⁵⁵. Além disso, mesmo as áreas protegidas mais pequenas podem ser expandidas para fora e ligadas a outras, aumentando assim a quantidade e a ligação da área conservada e consolidando-a em unidades de gestão mais tratáveis. É provável que a expansão de uma entidade jurídica estabelecida seja mais politicamente aceitável, tenha custos de transacção mais baixos, e seja menos perturbadora para as comunidades humanas do que a criação de uma nova entidade a partir do nada.

Dois estudos de casos destacam os ganhos de conservação profundos que podem ser feitos ao reanimar ecossistemas danificados e aumentando estrategicamente áreas protegidas de alto funcionamento ao seu redor. Embora estes esforços estejam evoluindo independentemente em resposta a pressões relativas ao tempo e lugar, eles têm convergido sobre os princípios norteadores semelhantes que colectivamente entrelaçam diversas vertentes do pensamento contemporâneo (e daquele que por ora não é contemporâneo) sobre conservação.

A Área de Conservación Guanacaste

A ACG da Costa Rica é composta por 1 260 quilómetros quadrados de floresta tropical seca, floresta húmida e floresta de nuvens, juntamente com 430 quilómetros quadrados de área protegida marítima adjacente (Fig. 1). Nela residem mais de 375 000 espécies macroscópicas, que representam cerca de 65% da biodiversidade terrestre da Costa Rica e 2,4% da Terra.

Em 1966, a Costa Rica decidiu criar um lugar histórico nacional e área recreativa na Hacienda Santa Rosa, um rancho de mulas e gado com 400 anos de onde as forças armadas da Costa Rica repeliram várias tentativas de invasões da Nicarágua. Sob recomendação dos biólogos, este campo de batalha de

outrora tornou-se o núcleo de um novo parque nacional, Parque Nacional Santa Rosa, em 1971 (refs. 56 e 57). Este parque consistia em cerca de 100 quilómetros quadrados de pastos antigos com despejos dispersos e tiras de floresta seca neotropical relictual – desde logo um ecossistema em extinção devido à facilidade com que pode ser eliminado para utilização agro-pastoral⁵⁸ – juntamente com uma faixa de 230 quilómetros quadrados de área marinha protegida.

As pastagens entre os fragmentos remanescentes da floresta seca foram dominadas pelo capim exótico africano *Hyparrhenia rufa* da savana, que foi importado originalmente para a Costa Rica para ser usado como forragem⁵⁶ para gado. Este mosaico de pasto e floresta foi criado por incêndios provocados por madeireiros e criadores de gado na estação seca, e depois mantida e expandida por uma mistura de queima regular, a supressão competitiva de mudas de árvores por gramíneas e consumo e atropelamento de algumas mudas por vacas⁵⁹. Quando as restantes 2.000 cabeças de gado foram retiradas do parque em 1977, numa tentativa de aumentar a sua naturalidade, a biomassa do capim acumulou e os incêndios propagaram-se sem controlo. Em meados dos anos 1980, os biólogos Daniel Janzen e Winnie Hallwachs perceberam que esses incêndios iriam eliminar os poucos fragmentos restantes de floresta intacta e procuraram a permissão do governo da Costa Rica para implementar um programa de recuperação da floresta seca. Isso envolveu o recrutamento de uma força de bombeiros residente dedicada e a permissão da dispersão de sementes naturais por vento e animais para plantar vários milhares de espécies de árvores florestais, arbustos e lianas através de centenas de quilómetros quadrados de pastos abandonados e campos antigos⁵⁷. O estabelecimento de plantas lenhosas excluiu cada vez mais as gramíneas que tinham alimentado os incêndios, dando início a um processo de recuperação sucessória (Fig. 1).

As terras circundantes de Santa Rosa foram adquiridas através de compras em mercado aberto feitas a proprietários privados e foram inseridas no que emergiu como uma nova entidade jurídica e administrativa: o ACG^{56,57,60}. Janzen e Hallwachs asseguraram fundos para estas aquisições de uma vasta gama de fontes, incluindo dois terços dos seus próprios salários universitários. Em 1997, Janzen foi premiado com o Prémio Kyoto em Ciências Básicas e utilizou o prémio de 50 milhões de yens (US\$430 000) para incorporar o Fundo de Conservação da Floresta Seca de Guanacaste (GDFCF), uma organização americana sem fins lucrativos que visa promover a sobrevivência a longo prazo do ACG. O GDFCF agora serve como o braço de apoio de caridade do ACG, possui e co supervisiona 135 quilómetros quadrados dentro do ACG, e gere uma doação crescente cuja intenção é conferir sustentabilidade financeira em perpetuidade. As doações e pagamentos para serviços ecológicos que fluem através do GDFCF apoiam inventários de biodiversidade, custos de manutenção e compras de equipamentos, somando \$1.500.000 à alocação anual para a ACG de \$3,5 milhões por parte do governo.

Quando a Costa Rica decretou dois outros parques nacionais nas encostas vulcânicas que jazem a leste de Santa Rosa — Parque Nacional Rincón de la Vieja em 1977 e Parque Nacional Guanacaste em 1989 — a mesma abordagem de compra de terras foi usada para comprar as quintas tanto dentro como entre os três parques. A restauração da floresta tropical nestas áreas mais molhadas foi iniciada através do plantio da árvore de pasta do papel, *Gmelina arborea*, de rápido crescimento para oferecer sombra aos capins e para proporcionar cobertura para os animais que dispersam as sementes e às mudas de árvores que são avessas às condições quentes e secas^{56,57}. Desta forma fragmentada, a ACG começou por crescer da mistura dos 100 metros quadrados iniciais de floresta e pastagem degradadas até ao seu tamanho actual (Fig. 1). Em 1999, a área foi designada Património da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO); recebe 125.000 turistas internacionais por ano e fornece água para mais de 200 000 pessoas.

Este crescimento e interligação progressivos também vincaram a coerência ecológica da ACG, que agora engloba os ecossistemas marinhos, insulares, costeiros, de água doce, floresta seca, floresta tropical e florestas de nuvem, bem como muitos intermédios (Fig. 1). Tal amplitude é crucial. Milhares de espécies da área migram sazonal ou intergeracionalmente entre vários ecossistemas e requerem todos eles para persistência. Outras "espécies", anteriormente pensadas como migrantes de ecossistemas transversais, são agora conhecidas por abranger populações de florestas secas e húmidas geneticamente diferenciadas em trajetórias⁶¹ evolutivas distintas, uma forma enigmática de biodiversidade, cuja conservação requer vários tipos de floresta. Como a mudança climática aumenta a temperatura inexoravelmente, elimina a floresta de nuvens, e perturba a sazonalidade em toda a ACG, espécies de refugiados da planície estão cada vez mais a deslocar-se em curva ascendente^{56,62}.

Um objetivo explícito desde o seu início foi a integração da ACG no tecido local, regional, nacional e global da sociedade^{63,64}. Tornou-se de *rigueur* nas discussões sobre a conservação internacional da biodiversidade para afirmar a importância de envolver e de servir as pessoas⁶⁵ locais, mas este imperativo é expressado frequentemente em termos do bem estar material, a conservação não deve obstruir a mitigação da pobreza⁶⁶. A 'restauração

biocultural'⁶³ da ACG é distinguida pelo esforço não somente da criação de emprego (todos os 150 empregados são cidadãos de Costa Rica) e para salvaguardar serviços do ecossistema (por exemplo, o abastecimento de água para a cidade da Libéria), mas também para restabelecer as ligações intelectuais e emocionais entre uma sociedade em urbanização e a biodiversidade com a qual tem cada vez mais perdido o contacto^{64,67}.

Para promover a bioliteracia⁶⁸, a ACG é estendida como uma sala de aula para cerca de 2.000 alunos locais a cada ano (Fig. 1), com a esperança de que as crianças que ganham essa exposição têm mais possibilidade de sustentar a existência de áreas selvagens conservadas quando crescerem e se tornarem eleitores e contribuintes⁶⁵. Os inventários de biodiversidade são feitos levando em consideração que as pessoas vão procurar manter o que podem usar (ou o que as diverte), e que a capacidade de utilização sustentável da biodiversidade selvagem (ou para ser entretida por seus dramas, comédias e thrillers) requer, pelo menos, a capacidade de encontrar o teatro e identificar os personagens. Os espécimes destes inventários são preservados e catalogados com códigos de barras de ADN (curtas, sequências de diagnósticos de ADN), com um olho para um futuro em que os dispositivos portáteis permitem a identificação da espécie *in situ* e o acesso sem fio às informações da história natural e, assim, a democratização do conhecimento que é confinada actualmente a um pequeno número, com tendência para diminuir, de biólogos e de aficionados⁶⁹. Estes espécimes são depois recolhidos e classificados por taxonomistas, providenciando pessoas recrutadas localmente com meios de subsistência intelectualmente ricos, criando e fortalecendo guardiões orgulhosos de e defensores da biodiversidade⁷⁰⁻⁷³.

Parque Nacional da Gorongosa

Criado pelos administradores coloniais portugueses em 1960, o PNG de 3.700 quilómetros quadrados foi em tempos apontado como um dos parques nacionais mais espetaculares de África, devido às suas savanas e florestas pitorescas e às enormes manadas de fauna selvagem que vagueavam pelas suas pradarias do vale do Rift. Durante a guerra civil pós-colonial de Moçambique (1977-1992), em que centenas de milhares de pessoas foram mortas, sucederam confrontos violentos dentro e em torno do parque⁷⁴; Este conflito, e a pobreza esmagadora que persistiu após a guerra terminar, exterminou mais de 90% dos grandes mamíferos⁷⁵ do parque. Desde 2004, o Projecto de Restauração da Gorongosa (actualmente o Projecto da Gorongosa) tem procurado reabilitar o PNG e transformá-lo num motor de desenvolvimento humano e económico⁷⁶ (Fig. 2).

Mesmo antes de a paz ser negociada em Moçambique em 1992, o seu presidente na época, Joaquim Chissano, pensava em como revitalizar as áreas protegidas do país e usar o turismo baseado na natureza para alavancar a recuperação económica pós-guerra. Com o seu contemporâneo, Nelson Mandela, Chissano ajudou a estabelecer o fundamento para a criação de áreas de conservação transfronteiriça (também conhecidas como parques da paz), grandes áreas protegidas que abrangem mais de um país. Chissano pensou que o PNG poderia servir como uma espécie de parque da paz doméstico, dada a sua centralidade para o conflito civil e o seu potencial para atrair turistas internacionais. No entanto, a vida selvagem do parque tinha sido devastada pela guerra^{77,78} e a década de 1994 a 2004 assistiu a uma recuperação mínima: as populações estimadas da maioria das espécies permaneceram nas dezenas ou centenas (descendo dos milhares no início dos anos 1970⁷⁹), e algumas espécies, incluindo o búfalo (*Syncerus caffer*) e a zebra (*Equus quagga*), não foram detectados de todo⁸⁰. Além disso, as estradas e as infraestruturas do parque tinham sido reduzidas a entulho.

Em 2002, Chissano conheceu o empresário e filantropo Gregory Carr, fundador do Carr Center para a Política de Direitos Humanos na Universidade de Harvard, e convidou-o a participar na restauração do PNG. Um acordo de co gestão de 20 anos entre a Fundação Gregory C. Carr e o governo de Moçambique foi assinado em 2008 (ref. 81), exigindo uma abordagem de gestão baseada na ciência e a criação de uma indústria de turismo sustentável. A educação, a subsistência e a vizinhança figuraram proeminentemente neste acordo: um departamento de relações comunitárias foi fundado para estabelecer contratos com representantes comunitários, supervisionar a partilha de 20% das receitas do parque, recrutar funcionários locais e garantir o acesso local (por exemplo, arranjando para que os estudantes de aldeias vizinhas tenham excursões de campo educativas ao parque (Fig. 3)).

A recuperação da vida selvagem acelerou desde 2004, com a biomassa total de grandes mamíferos em 2016 a aproximar-se dos 80% das estimativas anteriores à guerra; no entanto, a composição das espécies mudou acentuadamente. Várias espécies de antílopes de médio porte agora excedem as suas densidades populacionais de antes da guerra, enquanto outras permanecem suprimidas (Fig. 2). O leão (*Panthera leo*) é agora a única população residente de grandes carnívoros, com pelo menos 65 indivíduos em 2017 (em comparação com cerca de 200 antes da guerra). Outros predadores superiores que são cruciais para o funcionamento do ecossistema⁸², incluindo o leopardo (*P. pardus*), a hiena (*Crocuta crocuta*) e o cão selvagem (*Lycan pictus*), permanecem extintos localmente. No entanto,

as trajetórias populacionais estão a aumentar para quase todas as espécies existentes de mamíferos grandes, principalmente devido ao crescimento natural das populações restantes; reintroduções suplementares de búfalos, gnus (*Connochaetes taurinus*), elandes (*Taurotragus oryx*), elefantes (*Loxodonta africana*), e hipopótamos (*hipopótamo amphibius*) aumentaram marginalmente os números globais e podem ter acrescentado uma importante diversidade genética. Cientistas e parataxonomistas afiliados com o PNG estão a acompanhar a dinâmica de recuperação e a compilar inventários de espécies através de contagens da fauna bravia⁸³ e pesquisas de biodiversidade e outros pesquisadores estão a investigar os legados de guerra e a recuperação das interações de espécies e processos ecológicos^{75, 84, 85}.

À medida que as suas comunidades de fauna bravia reagrupam, o PNG tem-se concentrado em estabelecer ligações e interdependências com as comunidades locais de pessoas, especialmente os 175.000 residentes da zona tampão de 5.400 quilómetros quadrados que rodeia o parque. Mais de 85% dos 500 funcionários permanentes do parque (e todos os seus 60 a 100 funcionários temporários) são recrutados localmente. Os transportes e as refeições são fornecidos para mais de 2.500 crianças locais em visitas educativas de dia inteiro (Fig. 3). Equipas móveis de profissionais de saúde moçambicanos, que são organizados e financiados pelo Projecto da Gorongosa, mas empregados pelo Ministério da Saúde de Moçambique, implementam a estratégia nacional de saúde rural do país na zona tampão; em 2016, essas equipas vacinaram mais de 4.900 crianças, forneceram mais de 2.400 redes mosquiteiras para camas, trataram mais de 1.700 casos de malária e realizaram mais de 1.700 consultas pré-natais. Sessenta e cinco trabalhadores de saúde comunitária das aldeias locais fornecem informações sobre o planeamento familiar, contraceptivos e aconselhamento sobre nutrição infantil a milhares de agregados familiares, de acordo com a política nacional de Moçambique. Quatro escolas foram construídas. O Projecto da Gorongosa proporcionou assistência agrícola e agroflorestal a cerca de 4.000 pequenos proprietários em 2016, e paga os preços de mercado para comprar milho e feijões excedentários, que poderá posteriormente vender aos agricultores, se necessário, para mitigar os impactos dos choques climáticos e da escassez. O projecto concedeu bolsas de estudo a pelo menos 12 jovens mulheres e homens, permitindo que eles persigam diplomas universitários em campos como a agricultura, gestão de fauna bravia, história ambiental e jornalismo. Os cientistas do projecto também estão a fazer parcerias com universidades moçambicanas para desenvolver um programa de pós-graduação em biologia de conservação.

O sucesso relativo e muitas falhas das tentativas anteriores de integrar a conservação e o desenvolvimento humano, especialmente em África, estão bem documentadas^{86, 87}. As críticas frequentes de tais intervenções incluem: que as elites locais tendem a encurralar recursos e oportunidades; que o envolvimento comunitário genuinamente participativo é elusivo; que programas de assistência social verticais são muitas vezes concebidos e implementados com falta de compreensão (por vezes grosseiramente distorcida) de meios de subsistência existentes e estratégias de gestão de recursos; que as medidas de conservação foram ocasionalmente de exclusão ou penalizantes, provocando ressentimento e resistência locais; e que as iniciativas muitas vezes carecem de mecanismos construídos para a sustentabilidade e são, portanto, de curta duração^{86, 87}. Estes problemas são fáceis de apontar, mas difíceis de resolver. A duração excepcionalmente longa do Projecto da Gorongosa (o acordo inicial de 20 anos foi prorrogado por mais 25 anos em 2016 (Ref. 88)) e o compromisso de permitir que as pessoas estimadas em 7.500 que residem no interior do parque continuem a viver lá (de acordo com o direito moçambicano e internacional) podem ajudar a evitar tomar estes passos históricos em falso. Além disso, o Projecto da Gorongosa colabora com o governo de Moçambique, cientistas sociais e profissionais de saúde pública para realizarem um levantamento abrangente dos agregados familiares na zona tampão, que visa informar a política de gestão e fornecer uma linha de base para aferir o progresso futuro no sentido dos objectivos de desenvolvimento humano²⁸.

Levantamentos ecológicos na década de 1960 destacaram a importância biológica e hidrológica do Monte Gorongosa, um maciço de 1.800 metros isolado que é o suporte de florestas de montanha e prados antigos, que gera chuvas orográficas que alimentam fluxos que fluem para o PNG⁷⁹. Estes

fluxos tanto servem para abastecer pessoas com água potável como para conduzir a inundação sazonal do Lago Urema do parque que, por sua vez, cria prados ricos que sustentam a fauna bravia do parque. Em 2010 o parque foi expandido para incluir todas as partes do Monte Gorongosa acima de uma elevação de 700 metros; simultaneamente, um pedaço de terra densamente povoado de 14 quilómetros quadrados de terreno na parte noroeste do parque foi excisado. Esta troca, efectivamente, uma aplicação do "trade-in to trade-up" strategy^{20, 51}, rendeu uma expansão líquida de 353 quilómetros quadrados, proporcionando protecção legal para os ecossistemas regionais raros e espécies endémicas de plantas, lagartos e crustáceos (e, provavelmente, também para espécies migrantes, como na ACG). Existe um potencial considerável para o crescimento continuado do PNG, que poderia liga-lo em última análise com a Reserva Nacional de Marromeu com 1.500 quilómetros quadrados no litoral e o rio Zambeze, valorizando o estado de conservação de diversas concessões escassamente povoadas, arrendadas a privados e ligando as áreas com corredores (Fig. 2). O planeamento já está em vias de aprimorar a Coutada 12, uma reserva de caça privada de 2.000 quilómetros quadrados, que ampliaria o parque em 50%⁸⁹.

Embora o orçamento anual de \$9 milhões do PNG ainda seja fornecido por um consórcio de doadores, o acordo de co-gestão do parque prevê uma transição para um modelo financeiro auto-sustentável que assenta no turismo baseado na natureza. A concretização desta visão exigirá a continuação da recuperação das populações de mamíferos grandes, o repatriamento das espécies carnívoras principais ainda ausentes, a estabilidade política, o desenvolvimento económico e infraestrutural continuado e, acima de tudo, a solidificação de uma verdadeira simbiose de acção recíproca entre o parque e seus vizinhos humanos. Estes objectivos são postos em causa por uma série de ameaças, incluindo: armadilhas ilegais que ameaçam populações da vida selvagem; actuais e futuros conflitos entre a vida humana e a fauna selvagem, entre os agricultores locais e os elefantes que invadem as culturas; e altas taxas de mortalidade infantil, desnutrição infantil, analfabetismo, malária e outras sequelas da pobreza. Para estes fins, o Projecto da Gorongosa aproveita as contribuições financeiras e intelectuais de uma variedade diversificada de colaboradores, o mais importante, o governo de Moçambique, que reconheceu as ligações cruciais entre a conservação e o bem-estar rural, transferindo a supervisão dos parques nacionais do Ministério do Turismo para o Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural em 2015. A ajuda internacional dos Estados Unidos, Portugal, Noruega e Irlanda apoiou a agricultura, os cuidados de saúde, a formação técnica e os programas pós-lectivos que visam sustentar o comparecimento das meninas. Pesquisadores de 36 instituições em 13 países têm canalizado diversas fontes de financiamento para a compreensão da ecologia do PNG, e o Howard Hughes Medical Institute americano investiu \$2,4 milhões em educação científica para impulsionar a capacidade local. Além disso, a Rizwan Adatia Foundation da Índia iniciou um programa de microfinanciamento para 200 lojas em comunidades da zona tampão.

Os oito pilares de aprimoramento de áreas protegidas

Apesar dos contextos socioecológicos e desafios desiguais, os arquitectos da restauração na ACG e no PNG convergiram em filosofias e abordagens comuns. Destas semelhanças emergem oito princípios gerais que podem ser usados para orientar esforços futuros da conservação em outros lugares.

Proteger os restantes refúgios e aproveitar a resistência da natureza

A natureza consegue curar as suas feridas notavelmente depressa uma vez que a agressão tenha parado, se sobrar o suficiente do original para proporcionar uma fonte de propágulos⁵⁴. A convalescença completa pode levar séculos, algumas cicatrizes indeléveis permanecerão e algumas funções podem ficar permanentemente prejudicadas. No entanto, assim como uma pessoa que se recuperou de um ferimento quase fatal não deixou de ser a mesma, um ecossistema reabilitado não fica aquém do mesmo ecossistema. A recuperação sistémica torna-se mais lenta e menos provável, quanto mais peças estiverem perdidas e a perda de certos

organismos vitais condenará o sistema. No entanto e em geral, a recuperação será possível, apesar da extinção de uma certa quantidade da população anterior, e técnicas para a transplantação de organismos vitais são cada vez mais bem desenvolvidas⁹⁰. Em qualquer caso, a ausência de algumas espécies historicamente presentes não mancha em demasia o valor de um ecossistema recuperado, assim como a Vênus de Milo, uma antiga estátua grega que foi reconstruída a partir dos seus fragmentos, mantendo uma beleza desconcertante, apesar da perda da maçã que ela originalmente segurava.

Significativamente, a iniciação da recuperação ecológica tanto na ACG como no PNG não exigiu nem microgestão agressiva nem capacidade técnica profunda, devido à persistência das fontes populacionais que restaram na matriz degradada. Grande parte das ferramentas para a ecologia de recuperação envolvem técnicas intensivas de tempo, trabalho e custo que se tornam proibitivas ao longo de milhares de quilómetros quadrados. Em tais escalas, os gestores devem actuar como facilitadores para os processos naturais fazerem 99% do trabalho. Os recursos podem, assim, ser conservados para implantações cruciais e cirúrgicas. Na floresta seca da ACG, a visão que permitiu a restauração foi a necessidade de suprimir fogos antropogénicos e de reduzir cargas de combustível, após o que a dispersão da semente pelo vento e pelos animais foi suficiente para lançar a sucessão. Isto, por sua vez, reduziu a

cobertura de capim e atraiu mais animais dispersores de sementes, gerando um ciclo de recuperação de retorno positivo. Depois de 30 anos, as áreas parecem, soam e cheiram a floresta porque são floresta-ainda não madura, mas encaminhada⁹¹. Abordagens mais laboriosas podem acelerar o processo de restauração⁵³; um projecto experimental envolveu despejar o desperdício de casca de laranja de uma fábrica de sumo próxima em pastos abandonados, que sufocaram capins e decompuseram-se em fertilizante orgânico, apressando a sucessão⁵⁷.

Da mesma forma, o acto que iniciou a restauração do PNG foi o restabelecimento de uma presença humana protectora e a supressão da caça ilegal. O ressurgimento subsequente da vida selvagem foi impulsionado pelo crescimento natural das restantes populações. Os fundos consideráveis necessários para a reintrodução de grandes animais de longa distância podem, por conseguinte, ser reservados para as espécies que podem não ser capazes de restabelecer-se de outra forma, como as zebras (Fig. 2) e as espécies carnívoras extirpadas, ou para acelerar a recuperação de funções particulares (por exemplo, o controlo vertical decrescente das populações de herbívoros). Quando resta pouco ou nenhuma unidade residual, a reflorestação em massa pode ser bem sucedida: na reserva de caça de Madikwe da África do Sul, 23 espécies de grandes herbívoros e carnívoros foram introduzidas em meados da década de 1990 a um custo de \$3 milhões de dólares americanos (ref. 92).

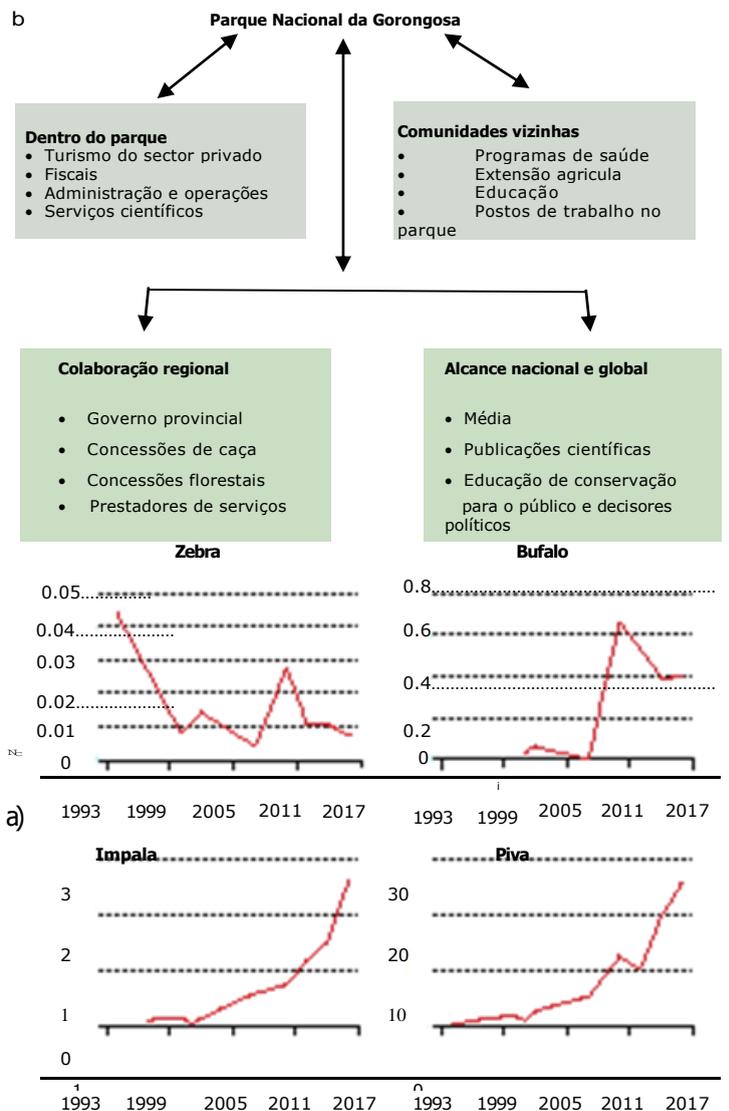
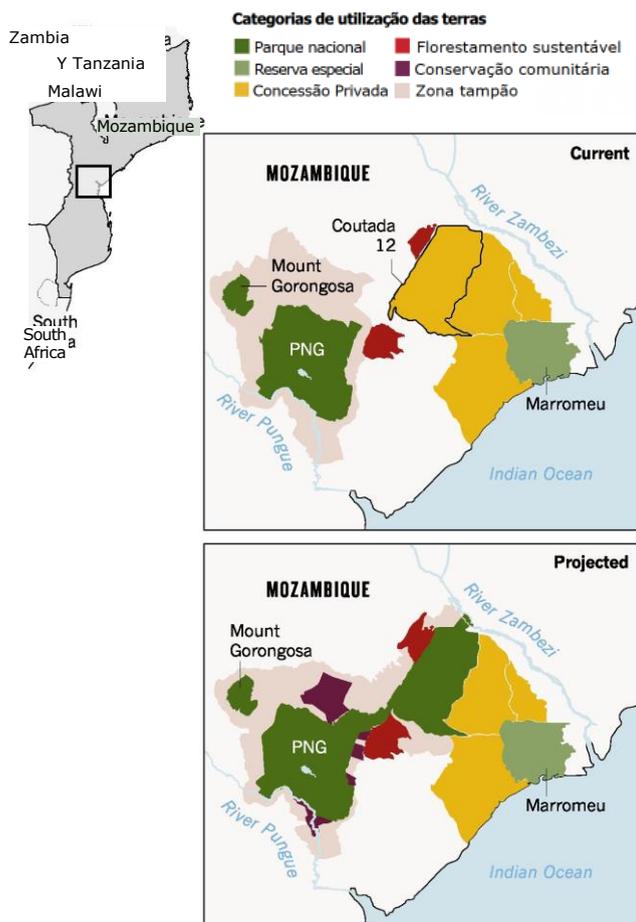


Figura 2 | Parque Nacional da Gorongosa em Moçambique. a, Cenário de utilização da terra actual (em cima) e futuro previstos (em baixo) na província de Sofala em Moçambique, que mostram a expansão planeada e as ligações melhoradas do Parque Nacional da Gorongosa (PNG) e várias actividades periféricas de conservação e desenvolvimento. O cenário futuro liga e incorpora as principais características ecológicas (a costa, rios Zambeze e Pungue, vale do Rift e Monte Gorongosa) num grande mosaico de utilizações da terra respeitando a biodiversidade que será mais robusta perante o crescimento da densidade da população humana no próximo século. **b,** Modelo do PNG como um motor que junta a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento humano e

económico sustentável através de escalas. Na escala local (caixa em cima), o PNG emprega pessoas para gerirem o parque e a sua infraestrutura, para receber e guiar os seus visitantes e para proteger e estudar a sua vida selvagem. A maioria destas pessoas são recrutadas nas comunidades vizinhas na zona tampão, onde o PNG também presta serviços às circunscrições locais através de programas agrícolas, de saúde e educacionais. À escala regional, o PNG colabora com diversas circunscrições públicas e privadas na província de Sofala. À escala nacional e internacional, o PNG gera produtos mediáticos que ajudam a informar e inspirar os seus círculos globais. As setas bidireccionais indicam que todas estas actividades têm um retorno positivo reforçando o PNG e as suas

missões de desenvolvimento humano e de conservação. c, As trajectórias de densidade populacional de várias espécies de fauna bravia desde o fim da Guerra civil em Moçambique em 1992, estimadas num pedaço de terra de 183 quilómetros quadrados ao redor do Lago Urema no PNG. A zebra é a única



Figura 3 | Educação biológica no Parque Nacional da Gorongosa. Membros do Clube Ambiental de Nhamatanda encontram um leão como parte do programa de conservação do Projecto dos leões da Gorongosa. Crédito de imagem: P. Bouley.

Aumento da área e interligação

A ACG e o PNG destacam como as áreas protegidas podem aumentar estrategicamente enquanto são recuperadas para alcançar maior integridade ecológica e ligação, assim como os limites podem ser selectivamente redesenhados para tornar tal expansão mais politicamente e socialmente aceitável. Na ACG, parcelas de terra adquiridas pelo GDFCF ligaram lacunas chave entre três parques nacionais. O resultado é um conjunto grande e ecologicamente coerente que estende-se da zona pelágica do Oceano Pacífico para as encostas vulcânicas que se encontram 50 quilómetros para o interior (Fig. 1). No PNG, a incorporação antecipada da Coutada 12 representa um passo gigantesco para ligar o parque à Reserva Nacional de Marrumeu, abrindo a porta para uma área protegida que se estende mais de 200 km desde os mangais do Oceano Índico às encostas ocidentais do Monte Gorongosa (Fig. 2). Dada a importância de subsídios e fluxos entre ecossistemas⁹³ e de ecossistemas costeiros como meios de subsistência do povo⁹⁴, vale a pena prosseguir a expansão de áreas protegidas terrestres no sentido dos oceanos e vice-versa.

Esta abordagem é incremental e oportunista; abandona o que é ideal pelo que é possível. Tais esforços de base para aumentar e interligar as áreas protegidas existentes não eliminam os métodos de priorização global vertical de cima para baixo, e não podem mesmo competir com eles. Uma área protegida em crescimento pode confrontar rotas alternativas para a expansão, em que as ferramentas geoespaciais do planeamento sistemático de conservação convencional poderão ajudar a revelar a melhor opção disponível. O facto frequentemente invocado que o financiamento de conservação é finito não implica que o manancial de recursos seja fixo; tanto a ACG como o PNG mostram como os fundos podem ser reunidos a partir de fontes que não têm conservação da biodiversidade como a sua *raison d'être*.

No entanto, é razoável supor que os obstáculos políticos e custos de transacção associados com o aumento por partes de áreas protegidas serão geralmente inferiores aos da criação de áreas protegidas *de novo*. As áreas protegidas existentes beneficiarão dos seus direitos jurídicos estabelecidos (de tal forma que a expansão pode exigir apenas a alteração das leis ao invés da criação de outras novas), reconhecimento de nome, legitimidade social e política, infraestrutura administrativa e bens materiais. Também, a expansão das áreas requer menos novas delimitações a serem estabelecidas. Todos estes factores sugerem que as possibilidades de expansão das áreas protegidas devem ser explicitamente avaliadas juntamente com oportunidades para a criação de novas reservas num esforço para dar prioridade aos investimentos de conservação¹⁷.

Ser de longo prazo e local

Os esforços na ACG e no PNG representam compromissos multidecadais para lugares únicos. Tais casamentos monogâmicos de longo prazo são necessários porque a reabilitação ecológica significativa em grande escala leva décadas, assim como a transição para a auto-suficiência institucional e financeira. Além disso, o aprimoramento e o aumento das áreas protegidas requerem persistência cívica e envolvimento político, que por sua vez requerem o desenvolvimento de redes sociais robustas e confiança nas relações pessoais. Isto representa um problema para grandes organizações não-governamentais que se envolvem em muitos projectos em muitos lugares com listas transitórias de funcionários. Este problema é agravado em ecossistemas de caridade complexos, em que a aptidão é medida na arrecadação de fundos e

espécie dos grandes herbívoros com uma tendência descendente de densidade neste intervalo. O Búfalo era a espécie mais abundante de grandes herbívoros antes da guerra, enquanto a piva (*Kobus ellipsiprymnus*) tem vindo a dominar cada vez mais na era do pós-guerra.

organizações com sobreposição de competências, tendo continuamente de inventar novas formas de diferenciar-se de seus concorrentes. Nesses casos, a sobrevivência e o crescimento das organizações torna-se um fim em si mesmo, inflacionando custos gerais e criando incentivos que se alinham mal com a missão organizacional ostensiva. A fadiga dos doadores e o tédio político são ameaças constantes, e a maneira mais certa de evitá-los é a de não permanecer num lugar por muito tempo (o que pode sugerir estagnação ou, pior, um fracasso) e ao invés disso projectar dinamismo e inovação desenrolando novas iniciativas brilhantes que redefinem a vanguarda. Infelizmente, a maioria dos problemas de conservação não pode ser resolvido em cinco anos e até mesmo projectos de longo prazo terão dificuldade na ausência de indivíduos de longo prazo. No cume dos esforços para restaurar a ACG e o PNG está um pequeno número de pessoas que estabeleceram compromissos de uma vida em relação a projectos que vão durar para além deles, pois o sucesso de tais projectos é definido como perpetuidade e perpetuidade nunca está garantida.

O facto de ser local é um corolário para ser de longo prazo. O director e todos os funcionários da ACG são costa riquinhos, e o director e a maioria dos funcionários do Projecto da Gorongosa são moçambicanos. Participantes estrangeiros têm de alcançar legitimidade local através de uma presença física prolongada, familiaridade com costumes e línguas locais, bondade, humildade, cumprimento de promessas e receptivos a serem eventualmente despedidos. Tudo isto leva o seu tempo.

Pagamento dos custos de oportunidade

É agora um axioma que a conservação não pode ter sucesso sem a cooperação, participação e envolvimento de comunidades vizinhas e das partes interessadas locais, embora o significado preciso destas frases nem sempre seja claro de acordo com a forma como são invocadas na literatura. As áreas protegidas devem tentar negociar um lugar respeitado na sociedade, e os seus círculos mais importantes são: pessoas que vivem ou desenvolvem os seus meios de subsistência a partir da área protegida ou de quaisquer áreas adjacentes sobre as quais a área protegida exerce influência (por exemplo, a zona tampão do PNG); sociedade regional (pessoas que vivem no mesmo distrito ou jurisdição provincial da área protegida); e a sociedade nacional. A sociedade global também tem uma participação na sobrevivência de áreas protegidas e na biodiversidade⁹⁵ delas e tem de contribuir com recursos e perícia para esses objectivos, mas não é o estrato a que uma área protegida deve, em última análise, justificar a sua existência.

Os custos de oportunidade de conservação devem ser pagos a cada um desses círculos em moedas diferentes e a moeda adequada para cada um depende do contexto. Assim, o PNG trata as suas relações locais com as pessoas que vivem na zona tampão, proporcionando-lhes acesso ao parque, oferecendo extensão agrícola e cuidados de saúde, compartilhando receitas e tentando promover um sentido de propriedade colectiva e responsabilidade. A nível regional da província de Sofala, o parque obtém apoio na Vila da Gorongosa (a vila mais próxima) e Beira (a cidade mais próxima), através do seu abastecimento e encaminhamento de turistas com empresas locais. A nível nacional, o parque paga os seus custos de oportunidade, sendo um símbolo internacionalmente visível do esplendor de Moçambique e a abordagem de pensamento futuro do seu governo para com a gestão ambiental; os políticos são incentivados a ver o sucesso do parque como deles próprios, que, de facto é. A ACG realiza muitas actividades parecidas com e para os seus círculos na Costa Rica.

Nenhuma destas considerações implica que uma área protegida pode agradar sempre a todos os seus constituintes. Este truismo merece ser repetido porque muitas críticas às iniciativas de conservação por parte das ciências humanas e sociais têm usado entrevistas com um punhado de informadores como base para a conclusão de que as áreas protegidas subvertem os direitos e o bem-estar

dos pobres rurais⁹⁶. Um corpo crescente de pesquisa mais sistemática e quantitativa sugere que as áreas protegidas geralmente distribuem mais felicidade que infelicidade às populações vizinhas^{96, 27, 42, 94}.

Desenvolvimento de estratégias financeiras criativas

Embora as áreas protegidas paguem os seus custos de oportunidade em diversas moedas, eles têm de pagar os funcionários com dinheiro e qualquer expansão requer fundos para compra de terras e honorários jurídicos. A ACG e o PNG mostram como o financiamento heterogéneo e engenhoso pode impulsionar o aprimoramento das áreas protegidas. Embora os mecanismos específicos sejam diferentes entre estes esforços, assim como através do tempo dentro de cada um, ambos foram construídos em torno de parcerias público-privadas — mutualismos facultativos entre governos e organizações sem fins lucrativos organizações que canalizam o capital intelectual e financeiro para a revitalização e o crescimento das áreas protegidas.

Em meados da década de 1980, a ACG emergente reuniu o seu primeiro \$1 milhão em doações para compra de terras, gestão e educação biológica de fundações de caridade baseadas nos EUA e particulares de seis países. Também aceitou doações de terras de ranchos locais, ganhou fundos correspondentes do governo da Costa Rica do Presidente Óscar Arias, e aproveitou uma concessão de \$3,5 milhões da Suécia convertidos em \$17 milhões em moeda local através de uma troca de uma 'dívida para com a natureza', parte da qual foi usada para estabelecer a doação pioneira da área⁶⁰. Desde então, fontes de financiamento incluíram pagamentos por mitigação de alterações climáticas através da redução da desflorestação e de outros serviços do ecossistema, bem como um fluxo constante de presentes da maioria dos doadores repetentes. Apoio também veio da Agência Internacional de Cooperação do Japão para o monitoramento biológico de um desenvolvimento geotérmico adjacente à ACG. De 1985 a 2017, a ACG angariou um total de \$105 milhões, incluindo uma doação ainda em crescimento de \$14 milhões que é central para a auto-suficiência a longo prazo dos programas essenciais que não são abrangidos pela alocação anual do governo.

No PNG, a apropriação do governo de Moçambique é designada para equipar fiscais; o resto do orçamento é fornecido pelo Projecto da Gorongosa, que é apoiado por dez grandes doadores e dezenas que fizeram contribuições menores. Alguns destes apoiantes fornecem apoio para o orçamento geral, enquanto outros fornecem fundos restritos para a conservação, ciência, programas de educação, agricultura ou saúde. Desta forma, o contributo filantrópico do maior doador (a Fundação Carr, \$3 milhões em 2017) é alavancado três vezes. Com o tempo, espera-se que as taxas do sector privado do turismo venham a constituir uma parte cada vez maior do orçamento do parque, contribuindo para a suficiência fiscal a longo prazo.

Parcerias público-privadas para a co-gestão de áreas protegidas são um instrumento poderoso com aplicabilidade generalizada, como atestado pelos sucessos alcançados em outros lugares. Por exemplo, em Madikwe Game Reserve na África do Sul, que foi estabelecida mais por razões socioeconómicas do que para a conservação da biodiversidade *per se*, o turismo do sector privado pagou a despesa de gestão de financiamento e programas de desenvolvimento comunitário⁹². No entanto, como todos os outros mecanismos utilizados para a conservação, a parceria público-privada é uma bala normal, não uma de prata - e pode ser perigosa se for usada erradamente. Nos países em desenvolvimento, tais parcerias introduzem o risco de soberania privatizada e abusos extraleais; em países desenvolvidos, elas poderiam fornecer uma desculpa para os governos renunciarem à responsabilidade pela conservação. Portfólios baseados em turismo resultam em défices orçamentais quando as projecções iniciais provam ser demasiado optimistas (como ocorreu em Madikwe) ou quando choques financeiros ou geopolíticos amortecem a demanda.

Conhece a tua biodiversidade

Uma área protegida sem um inventário das suas espécies residentes é como uma biblioteca sem um catálogo, um supermercado de latas não rotuladas, e um Museu com todas as suas obras empilhadas na cave. Esta condição mancha não só a capacidade de áreas protegidas para prestar serviços intelectuais, recreativos e materiais, mas também qualquer pretensão de gestão baseada na ciência. Nenhuma das grandes áreas protegidas da terra tem uma lista abrangente de suas espécies macroscópicas, mas este é um objectivo a longo prazo tanto da ACG como do PNG. Em toda a ACG, parataxonomistas em regime integral recolhem e catalogam insectos, plantas, invertebrados marinhos e outros táxones. Estes esforços renderam avanços científicos transformadores: o inventário de 35 anos de plantas-lagartas-redes de alimentos de parasitoides, coordenado por Janzen e Hallwachs, foi fundamental para o desenvolvimento e adopção generalizada de códigos de barras de ADN para identificação de espécies e análises ecológicas. Ao incorporar o código de barras de ADN neste inventário foram reveladas milhares de espécies enigmáticas e foi demonstrado que o grau de especialização nestas redes de alimentos supera tudo o que tenha sido anteriormente sugerido⁹⁷⁻¹⁰¹.

Ser adaptável

Não há nenhuma receita de abordagem única para aprimorar áreas protegidas. O que é exportável é o plano de jogo e a cartilha (com uma abundância de páginas em branco no final para novas adições), mas não a sequência de jogadas que devem ser efectuadas, a movimentação inteligente depende do contexto. Qual é a pontuação? Quem ou o que é a "oposição"? Quanto tempo resta?

Este tipo de pensamento dependente do contexto é quase instintivo para os treinadores desportivos, mas corre contra a corrente da ciência académica, em que generalizações com uma larga amplitude são altamente valorizadas e boas ideias sofrem, por isso, muitas vezes um grande desgaste. No processo de adaptação às circunstâncias e oportunidades continuamente em evolução, os arquitectos da restauração da ACG e do PNG têm combinado linhagens diversas do pensamento contemporâneo sobre conservação (tendo também dado início a outras novas). Ambos os projectos exemplificam a conservação inclusiva que os comentadores têm solicitado¹⁰². Deveriam as áreas protegidas ser conservadas pelo seu valor intrínseco ou pelo seu valor instrumental? Isso deve ser decidido pelo utilizador. O facto das áreas protegidas distribuírem água potável limpa a grandes populações⁷ a jusante não reduz a experiência dos observadores de pássaros. Será que os parques devem ser mantidos para beneficiar as pessoas ou para beneficiar a biodiversidade? A resposta é sim. A diminuição da pobreza é tanto uma motivação para reanimar áreas protegidas como uma necessidade prática para qualquer sonho de conservação em perpetuidade.

Envolvimento de gente jovem

Os programas de educação na ACG e no PNG reconhecem que a única forma de criar uma população bioliterada⁶⁸ e despertar uma biofilia¹⁰³ adormecida é estimular o interesse das crianças na natureza tão cedo e tão frequentemente quanto possível⁶⁷ - (Figs. 1 e 3). A necessidade de aplicar uma estratégia de longo prazo que só se torna mais difícil enquanto a realidade é cada vez mais virtual, é mais uma razão pela qual os projectos para aprimorar áreas protegidas requerem escalas temporais multidecadais e inventários robustos de biodiversidade.

Uma agenda de investigação e acção

Dada a necessidade tanto de expandir a cobertura de áreas protegidas e de melhorar o desempenho de áreas protegidas existentes, onde e como deverão os conservacionistas dar prioridade ao investimento? A resposta a esta questão irá precisar de investigação a vários níveis.

Primeiro, como descrito anteriormente, as candidatas mais fortes para o aprimoramento serão áreas protegidas que estão: ecologicamente danificadas, mas que ainda têm um lote residual para tornar a semear a matriz degradada; situadas em paisagens terrestres ou marinhas que têm espaço para o crescimento para umas redondezas relativamente subdesenvolvidas e escassamente povoadas através da aquisição de terrenos privados ou ligação com outras áreas protegidas; subfinanciadas ou ineficientemente geridas, mas associadas com governos que têm o incentivo para investir em áreas protegidas. A codificação e quantificação destes critérios contribuirá para oportunidades para o aprimoramento de áreas protegidas. Para tal ser alcançado são necessários dados abrangentes sobre o desempenho de áreas protegidas, um índice periodicamente actualizado de parques que existem apenas no papel que inclui avaliações da severidade da degradação ecológica, capacidade administrativa e entradas de financiamento em relação às necessidades. Iniciativas como a Gestão Efectiva da Base de Dados Global da Área Protegida³⁰ podem finalmente servir para este fim. Indicadores confiáveis de resistência ecológica também ajudariam, como sugerido para orientarem a incorporação de recifes de coral degradados em áreas marinhas protegidas¹⁰⁴. Uma vez aceite esta informação, enquadramentos modelares existentes e conjuntos de dados utilizados no estabelecimento de prioridades de conservação^{11,16,20} podem ser adaptados para classificar áreas protegidas existentes de acordo com o seu potencial para intervenções bem sucedidas. Tecnologias emergentes tal como a monitorização da biodiversidade através de sondagem remota¹⁰⁵ e ADN ambiental¹⁰⁶ irá possibilitar a apreciação cada vez mais em tempo real da integridade ecológica para que as prioridades possam ser estabelecidas de acordo com a informação corrente.

Em segundo lugar, precisamos saber mais sobre as dimensões socioeconómicas associadas com o estabelecimento e manutenção de áreas protegidas de sucesso que são difíceis de quantificar em grandes escalas²⁴. É verdade, como eu propus nesta perspectiva, que os custos de transacção e os obstáculos políticos associados à expansão das áreas protegidas serão geralmente inferiores aos da criação de novas áreas protegidas? Em que medida é que estas considerações compensam o facto de que áreas protegidas já estabelecidas normalmente terão menos liberdade através da qual para otimizar o seu crescimento em relação à distribuição da biodiversidade?

Por último, como pode o aprimoramento de áreas protegidas ser implementada numa escala que é suficiente para colmatar as lacunas entre as Metas da Biodiversidade de Aichi e as previsões do constante declínio da biodiversidade²⁷? Em última instância, o ingrediente mais importante é a

existência de parceiros governamentais interessados, querendo isto dizer que a implementação destes pilares será fortemente impulsionada pela oportunidade. No entanto, existe o potencial de estabelecer um ciclo positivo de retorno: à medida que um maior número de estudos de casos de sucesso são lançados, vamos tendo mais pontos de referência para aquilo que de facto funciona em vários contextos socioecológicos, tais projectos irão parecer mais atractivos para os decisores políticos avessos ao risco e mais oportunidades irão emergir. Para este efeito, temos de realizar experiências mais inovadoras na reabilitação de áreas protegidas. Numa era de acumulação sem precedentes de riqueza privada, há também uma oportunidade sem precedentes para uma parceria criativa entre sectores público e privado para garantir um futuro para os ecossistemas e biodiversidade da Terra. ■

Recebido a 24 de Fevereiro; aceite a 9 de Abril de 2017.

- 1 Barnosky, A. D. *et al.* Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* **470**, 51–57 (2012).
- 2 Ceballos, G. *et al.* Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* **1**, e1400253 (2015).
- 3 Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R. & Brooks, T. M. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* **344**, 1246752 (2014).
- 4 Newbold, T. *et al.* Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* **520**, 45–50 (2015).
- 5 Tittensor, D. P. *et al.* A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* **346**, 241–244 (2014).
- 6 Hoffmann, M. *et al.* The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* **330**, 1503–1509 (2010).
- 7 Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B. & Hockings, M. The performance and potential of protected areas. *Nature* **515**, 67–73 (2014).
- Esta revisão da história e da eficácia das áreas protegidas propõe que os conservacionistas voltem a centrar-se no estabelecimento de áreas protegidas vastas, ligadas, bem financiadas e bem geridas.**
- 8 Naughton-Treves, L., Holland, M. B. & Brandon, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annu. Rev. Env. Resour.* **30**, 219–252 (2005).
- 9 Ricketts, T. H. *et al.* Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102**, 18497–18501 (2005).
- 10 Runge, C. A. *et al.* Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science* **350**, 1255–1258 (2015).
- 11 Jenkins, C. N., Van Houtan, K. S., Pimm, S. L. & Sexton, J. O. US protected lands mismatch biodiversity priorities. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **112**, 5081–5086 (2015).
- 12 Pouzols, F. M. *et al.* Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature* **516**, 383–386 (2014).
- 13 Convention on Biological Diversity (CBD). *COP 10 Decision X/2: Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020* (CBD, 2011).
- 14 Margules, C. R. & Pressey, R. L. Systematic conservation planning. *Nature* **405**, 243–253 (2000).
- Esta revisão de referência gerou uma matéria de investigação que utiliza ferramentas geoespaciais, conjuntos de dados globais e programas algorítmicos para dar prioridade às acções de conservação.**
- 15 Rodrigues, A. S. L. *et al.* Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* **428**, 640–643 (2004).
- 16 Wilson, K. A., McBride, M. F., Bode, M. & Possingham, H. P. Prioritizing global conservation efforts. *Nature* **440**, 337–340 (2006).
- 17 Venter, O. *et al.* Targeting global protected area expansion for imperiled biodiversity. *PLoS Biol.* **12**, e1001891 (2014).
- 18 Joppa, L. N., Visconti, P., Jenkins, C. N. & Pimm, S. L. Achieving the convention on biological diversity's goals for plant conservation. *Science* **341**, 1100–1103 (2013).
- 19 Wilson, K. A. *et al.* Conserving biodiversity efficiently: what to do, where, and when. *PLoS Biol.* **5**, e223 (2007).
- 20 Fuller, R. A. *et al.* Replacing underperforming protected areas achieves better conservation outcomes. *Nature* **466**, 365–367 (2010).
- Demolição de áreas protegidas com custos ineficientes e realocação dos fundos pode aumentar a eficiência e o valor ecológico das terras conservadas sem aumentar os gastos globais.**
- 21 McCarthy, D. P. *et al.* Financial costs of meeting global biodiversity conservation targets: current spending and unmet needs. *Science* **338**, 946–949 (2012).
- 22 Conde, D. A. *et al.* Opportunities and costs for preventing vertebrate extinctions. *Curr. Biol.* **25**, R219–R221 (2015).
- 23 Moilanen, A., Wilson, K. A. & Possingham, H. P. *Spatial Conservation Prioritization* (Oxford Univ. Press, 2009).
- 24 Watson, J. E. M. *et al.* Bolter science needed now for protected areas. *Conserv. Biol.* **30**, 243–248 (2016).
- 25 Ferraro, P. J. & Pattanayak, S. K. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. *PLoS Biol.* **4**, e105 (2006).
- 26 Naughton-Treves, L., Alix-Garcia, J. & Chapman, C. A. Lessons about parks and poverty from a decade of forest loss and economic growth around Kibale National Park, Uganda. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108**, 13919–13924 (2011).
- 27 Ferraro, P. J., Hanauer, M. M. & Sims, K. R. E. Conditions associated with protected area success in conservation and poverty reduction. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108**, 13913–13918 (2011).
- 28 Ferraro, P. J. & Pressey, R. L. Measuring the difference made by conservation initiatives: protected areas and their environmental and social impacts. *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 20140270 (2015).
- 29 Craigie, I. D., Barnes, M. D., Geldmann, J. & Woodley, S. International funding agencies: potential leaders of impact evaluation in protected areas? *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 20140283 (2015).
- 30 Coad, L. *et al.* Measuring impact of protected area management interventions: current and future use of the Global Database of Protected Area Management Effectiveness. *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 20140281 (2015).
- Este documento descreve o progresso no sentido de uma avaliação global sobre o desempenho de áreas protegidas.**
- 31 Visconti, P., Bakkenes, M., Smith, R. J., Joppa, L. & Sykes, R. E. Socio-economic and ecological impacts of global protected area expansion plans. *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 20140284 (2015).
- 32 Leverington, F., Costa, K. L., Pavese, H., Lisle, A. & Hockings, M. A global analysis of protected area management effectiveness. *Environ. Manage.* **46**, 685–698 (2010).
- 33 Geldmann, J. *et al.* Changes in protected area management effectiveness over time: a global analysis. *Biol. Conserv.* **191**, 692–699 (2015).
- 34 Geldmann, J. *et al.* Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biol. Conserv.* **161**, 230–238 (2013).
- 35 Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E. & da Fonseca, G. A. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* **291**, 125–128 (2001).
- 36 Hilborn, R. *et al.* Effective enforcement in a conservation area. *Science* **314**, 1266 (2006).
- 37 Joppa, L. N., Loarie, S. R. & Pimm, S. L. On the protection of "protected areas". *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 6673–6678 (2008).
- 38 Laurance, W. F. *et al.* Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature* **489**, 290–294 (2012).
- 39 Gray, C. L. *et al.* Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Commun.* **7**, 12306 (2016).
- 40 Joppa, L. N. & Pfaff, A. Global protected area impacts. *Proc. R. Soc. B* **278**, 1633–1638 (2011).
- A análise de correspondência de áreas protegidas e não protegidas mostra que a protecção jurídica reduziu a conversão da paisagem em 75% de 147 países.**
- 41 Barnes, M. D. *et al.* Wildlife population trends in protected areas predicted by national socio-economic metrics and body size. *Nature Commun.* **7**, 12747 (2016).
- 42 Andam, K. S., Ferraro, P. J., Sims, K. R. E., Healy, A. & Holland, M. B. Protected areas reduced poverty in Costa Rica and Thailand. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107**, 9996–10001 (2010).
- Métodos de correspondência controlados revelam que áreas protegidas em dois países completamente diferentes tiveram efeitos líquidos positivos nos meios de subsistência das pessoas locais.**
- 43 Balmford, A. *et al.* A global perspective on trends in nature-based tourism. *PLoS Biol.* **7**, e1000144 (2009).
- Apesar do declínio no nível de recreação ao ar livre em alguns países desenvolvidos ter levantado preocupação, este estudo apurou um crescimento nas visitas a áreas protegidas na maior parte dos países, especialmente os mais pobres.**
- 44 Maekawa, M., Lanjouw, A., Rutagarama, E. & Sharp, D. Mountain gorilla tourism generating wealth and peace in post-conflict Rwanda. *Nat. Resour. Forum* **37**, 127–137 (2013).
- 45 Ogutu, J. O. & Owen-Smith, N. ENSO rainfall and temperature influences on extreme population declines among African savanna ungulates. *Ecol. Lett.* **6**, 412–419 (2003).
- 46 Western, D., Russell, S. & Cuthill, I. The status of wildlife in protected areas compared to non-protected areas of Kenya. *PLoS ONE* **4**, e6140 (2009).
- 47 Craigie, I. D. *et al.* Large mammal population declines in Africa's protected areas. *Biol. Conserv.* **143**, 2221–2228 (2010).
- Esta análise em escala continental mostra que populações de 69 espécies de animais selvagens em 78 áreas protegidas diminuíram a uma média de 59% entre 1970 e 2005.**
- 48 Di Minin, E. & Toivonen, T. Global protected area expansion: creating more than paper parks. *Bioscience* **65**, 637–638 (2015).
- 49 Mascia, M. B. & Pailler, S. Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) and its conservation implications. *Conserv. Lett.* **4**, 9–20 (2010).
- 50 Mascia, M. B. *et al.* Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in Africa, Asia, and Latin America and the Caribbean, 1900–2010. *Biol. Conserv.* **169**, 355–361 (2014).
- Este estudo sobre as regiões da Terra mais ricas em biodiversidade apura 543 situações em que áreas protegidas foram reduzidas ou debilitadas, na maioria das vezes para facilitar o sector extractivo a uma escala industrial e o desenvolvimento.**
- 51 Kareiva, P. Conservation science: trade-in to trade-up. *Nature* **466**, 322–323 (2010).
- 52 Rodríguez, J. & Rodríguez-Clark, K. M. Even 'paper parks' are important. *Trends Ecol. Evol.* **16**, 17 (2001).
- 53 Chazdon, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* **320**, 1458–1460 (2008).

- 54 Lamb, D., Erskine, P. D. & Parrotta, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* **310**, 1628–1632 (2005).
- 55 McAlpine, C. *et al.* Integrating plant- and animal-based perspectives for more effective restoration of biodiversity. *Front. Ecol. Environ.* **14**, 37–45 (2016).
- 56 Janzen, D. H. & Hallwachs, W. in *Costa Rican Ecosystems* (ed. Kappelle, M.) Ch. 10, 290–341 (Univ. Chicago Press, 2016).
- Um relato oficial de história da conservação na ACG na Costa Rica.**
- 57 Janzen, D. H. Costa Rica's Área de Conservación Guanacaste: a long march to survival through non-damaging biodevelopment. *Biodiversity* **1**, 7–20 (2000).
- 58 Janzen, D. H. in *Biodiversity* (ed. Wilson, E. O.) 130–137 (National Academy, 1988).
- 59 Janzen, D. H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Mo. Bot. Gard.* **75**, 105–116 (1988).
- 60 Allen, W. *Green Phoenix: Restoring the Tropical Forests of Guanacaste, Costa Rica* (Oxford Univ. Press, 2001).
- 61 Janzen, D. H. & Hallwachs, W. DNA barcoding the Lepidoptera inventory of a large complex tropical conserved wildland, Área de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica. *Genome* **59**, 641–660 (2016).
- 62 Smith, M. A., Hallwachs, W. & Janzen, D. H. Diversity and phylogenetic community structure of ants along a Costa Rican elevational gradient. *Ecography* **37**, 720–731 (2014).
- 63 Janzen, D. H. Tropical ecological and biocultural restoration. *Science* **239**, 243–244 (1988).
- 64 Janzen, D. H. & Hallwachs, W. in *Man and his Environment: Tropical Forests and the Conservation of Species* (ed. Marini-Bettolo, G. B.) 227–255 (Pontificae Academiae Scientiarum, 1993).
- 65 Ehrlich, P. R. & Pringle, R. M. Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 11579–11586 (2008).
- 66 Adams, W. M. *et al.* Biodiversity conservation and the eradication of poverty. *Science* **306**, 1146–1149 (2004).
- 67 Soga, M. & Gaston, K. J. Extinction of experience: the loss of human–nature interactions. *Front. Ecol. Environ.* **14**, 94–101 (2016).
- 68 Janzen, D. H. Hope for tropical biodiversity through true bioliteracy. *Biotropica* **42**, 540–542 (2010).
- 69 Janzen, D. H. Now is the time. *Phil. Trans. R. Soc. B* **359**, 731–732 (2004).
- 70 Janzen, D. H. Setting up tropical biodiversity for conservation through nondamaging use: participation by parataxonomists. *J. Appl. Ecol.* **41**, 181–187 (2004).
- 71 Schmedel, U. *et al.* Contributions of paraecologists and parataxonomists to research, conservation, and social development. *Conserv. Biol.* **30**, 506–519 (2016).
- 72 Janzen, D. H. & Hallwachs, W. Joining inventory by parataxonomists with DNA barcoding of a large complex tropical conserved wildland in northwestern Costa Rica. *PLoS ONE* **6**, e18123 (2011).
- 73 Basurto, X. Bureaucratic barriers limit local participatory governance in protected areas in Costa Rica. *Conserv. Soc.* **11**, 16–28 (2013).
- 74 Finnegan, W. *A Complicated War: the Harrowing of Mozambique* (Univ. California Press, 1993).
- 75 Daskin, J. H., Stalmans, M. & Pringle, R. M. Ecological legacies of civil war: 35-year increase in savanna tree cover following wholesale large-mammal declines. *J. Ecol.* **104**, 79–89 (2016).
- 76 Pringle, R. M. How to be manipulative: intelligent tinkering is key to understanding ecology and rehabilitating ecosystems. *Am. Sci.* **100**, 30–37 (2012).
- 77 Cumming, D. H. M., Mackie, C. S., Magane, S. & Taylor, R. D. *Aerial Census of Large Herbivores in the Gorongosa National Park and the Marromeu Area of the Zambezi Delta in Mozambique* (Direcção Nacional de Florestas e Fauna Bravia, 1994).
- 78 Dutton, P. A dream becomes a nightmare: Mozambique's ferocious 15-year bush war has devastated a once rich and abundant wildlife. *Afr. Wildlife* **48**, 6–14 (1994).
- 79 Tinley, K. L. *Framework of the Gorongosa Ecosystem, Mozambique*. PhD thesis, Univ. Pretoria (1977).
- Este notável estudo de 320 páginas documenta a ecologia do PNG de 1968 a 1972, fornecendo um índice de referência para os esforços de restauração pós-guerra.**
- 80 Dunham, K. M. *Aerial Survey of Large Herbivores in Gorongosa National Park, Mozambique: 2004* (Carr Foundation, 2004).
- 81 81. Governo da República de Moçambique & Parque Nacional da Gorongosa. *Acordo de Gestão Conjunta do Parque Nacional da Gorongosa. Entre O Governo da República de Moçambique, Representado Pelo Ministério do Turismo E A Gregory C. Carr Foundation.* http://www.gorongosa.org/sites/default/files/research/acordo_gestao_conjunta_do_parque_nacional_da_gorongosa.pdf (2008).
- O contrato legal que estabelece a parceria público-privada para a gestão do PNG (em português).**
- 82 Ford, A. T. *et al.* Large carnivores make savanna tree communities less thorny. *Science* **346**, 346–349 (2014).
- 83 Stalmans, M. *Monitoring the Recovery of Wildlife in the Parque Nacional da Gorongosa through Aerial Surveys* http://www.gorongosa.org/sites/default/files/research/053/wildlife_count_report_2000_2012_july2012.pdf (2012).
- 84 Rodríguez-Echeverría, S. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi communities from tropical Africa reveal strong ecological structure. *New Phytol.* **213**, 380–390 (2017).
- 85 Correia, M., Timóteo, S., Rodríguez-Echeverría, S., Mazars-Simon, A. & Heleno, R. Refaunation and the reinstatement of the seed-dispersal function in Gorongosa National Park. *Conserv. Biol.* **31**, 76–85 (2016).
- 86 West, P., Igoe, J. & Brockington, D. Parks and peoples: the social impact of protected areas. *Annu. Rev. Anthropol.* **35**, 251–277 (2006).
- 87 Chan, K. *et al.* When agendas collide: human welfare and biological conservation. *Conserv. Biol.* **21**, 59–68 (2007).
- 88 Torchia, C. Recovering from war, Mozambican park again faces conflict. *AP News* <http://bigstory.ap.org/article/0a6acd9e6bb4080b4fe1b9586dc96a7/recovering-war-mozambican-park-again-faces-conflict> (18 December 2016).
- 89 Club of Mozambique. Gorongosa Park signs agreement with Entrepototo convert game reserve into protected area. *Club of Mozambique* <http://clubofmozambique.com/news/gorongosa-park-signs-agreement-entrepototoconvert-game-reserve-protected-area/> (1 December 2016).
- 90 Seddon, P. J., Griffiths, C. J., Soorae, P. S. & Armstrong, D. P. Reversing defaunation: restoring species in a changing world. *Science* **345**, 406–412 (2014).
- 91 Powers, J. S., Becknell, J. M., Irving, J. & Pérez-Aviles, D. Diversity and structure of regenerating tropical dry forests in Costa Rica: geographic patterns and environmental drivers. *For. Ecol. Manage.* **258**, 959–970 (2009).
- 92 Davies, R. in *Wildlife Conservation by Sustainable Use* (eds Prins, H. H. T., Grootenhuys J. G. & Dolan, T. T.), 439–458 (Springer, 2000).
- 93 Nakano, S. & Murakami, M. Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **98**, 166–170 (2001).
- 94 McNally, C. G., Uchida, E. & Gold, A. J. The effect of a protected area on the tradeoffs between short-run and long-run benefits from mangrove ecosystems. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108**, 13945–13950 (2011).
- 95 Pringle, R. M. The Nile perch in Lake Victoria: local responses and adaptations. *Africa* **75**, 510–538 (2005).
- 96 Schuetze, C. Narrative fortresses: crisis narratives and conflict in the conservation of Mount Gorongosa, Mozambique. *Conserv. Soc.* **13**, 141–153 (2015).
- 97 Hebert, P. D. N., Penton, E. H., Burns, J. M., Janzen, D. H. & Hallwachs, W. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the Neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **101**, 14812–14817 (2004).
- 98 Smith, M. A., Wood, D. M., Janzen, D. H., Hallwachs, W. & Hebert, P. D. N. DNA barcodes affirm that 16 species of apparently generalist tropical parasitoid flies (Diptera, Tachinidae) are not all generalists. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104**, 4967–4972 (2007).
- 99 Smith, M. A., Woodley, N. E., Janzen, D. H., Hallwachs, W. & Hebert, P. D. N. DNA barcodes reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **103**, 3657–3662 (2006).
- Este estudo integra o código de barras de ADN, inventário de biodiversidade e análise morfológica taxonómica para descobrir centenas de espécies enigmáticas não descritas e as suas interações marcadamente de hospedeiro específico na cadeia alimentar.**
- 100 Smith, M. A. *et al.* Extreme diversity of tropical parasitoid wasps exposed by iterative integration of natural history, DNA barcoding, morphology, and collections. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 12359–12364 (2008).
- 101 Burns, J. M., Janzen, D. H., Hajibabaei, M., Hallwachs, W. & Hebert, P. D. N. DNA barcodes and cryptic species of skipper butterflies in the genus *Perichares* in Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 6350–6355 (2008).
- 102 Tallis, H. & Lubchenco, J. Working together: A call for inclusive conservation. *Nature* **515**, 27–28 (2014).
- 103 Wilson, E. O. *Biophilia* (Harvard Univ. Press, 1986).
- 104 Abelson, A. *et al.* Expanding marine protected areas to include degraded coral reefs. *Conserv. Biol.* **30**, 1182–1191 (2016).
- 105 Jetz, W. *et al.* Monitoring plant functional diversity from space. *Nature Plants* **2**, 16024 (2016).
- 106 Handley, L. L. How will the 'molecular revolution' contribute to biological recording? *Biol. J. Linn. Soc.* **115**, 750–766 (2015).
- Agradecimentos** Figs 1 e 2 foram baseadas em projectos criados por Terra Communications. D. Janzen, W. Hallwachs, W. Sandoval, M. Mutimucuiu, D. Muala, M. Stalmans, G. Carr, J. Daskin, M. Jordan, P. Naskrecki, P. Bouley e C. Tarnita forneceram informação, gráficos ou comentários que foram cruciais na preparação deste artigo. Agradeço às seguintes organizações pelo apoio: a US National Science Foundation (DEB-1355122, DEB-1457697), a Princeton Environmental Institute, Princeton's Innovation Fund for New Ideas in the Natural Sciences, e o Projecto da Gorongosa.
- Informação do autor:** Informação sobre reimpressão e permissões estão disponíveis em www.nature.com/reprints. O autor declara interesses financeiros concorrentes: ver go.nature.com/2qzh5cy. Os leitores são encorajados a comentar na versão on line deste documento em go.nature.com/2qzh5cy. A correspondência deve ser endereçada a R.M.P. (rpringle@princeton.edu).
- Informação do revisor** *Nature* agradece a L. Joppa e ao(s) outro(s) revisor(es) anónimo(s) pelo seu contributo para a revisão deste trabalho pelos pares.