



Da defaunação à desextinção

Compreensão de ecossistemas leva à reintrodução de animais essenciais a seu funcionamento e mesmo à recriação de espécies desaparecidas

MARIA GUIMARÃES

Em plena cidade do Rio de Janeiro, o Parque Nacional da Tijuca foi reflorestado no século XIX por ordem do imperador dom Pedro II (1825-1891). O resultado foi uma floresta viçosa e cheia de fontes de água, apreciada por cariocas e visitantes para passeios na natureza, mas o ecossistema não estava completo. “Tinha uma aleia [duas fileiras formando um caminho] de cutieiras, mas não tinha cutias”, exemplifica a ecóloga Alexandra Pires, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Essas árvores da espécie *Joannesia princeps* produzem frutos grandes e duros, que não podem ser abertos por qualquer animal. A cutia (*Dasyprocta leporina*), um roedor do tamanho de um gato, consegue, e é por isso essencial na ecologia das cutieiras. Da busca por preencher essa lacuna – entre outras – nasceu, em 2010, o projeto Refauna, liderado por Pires e seu ex-orientador, Fernando Fernandez, também ecólogo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que em 2021 se tornou uma organização não governamental (ONG).

Glossário

Defaunação

Perda de espécies animais em um local

Desextinção

Método para ressuscitar espécies extintas pela restauração de algumas características

Refaunação

Reintrodução de animais em um local

Rewilding

Restauração de uma área a seu estado natural, recompondo a fauna

Rewilding abiótico

Preservação dos processos naturais do ecossistema, como eventos periódicos de fogo e inundação



A reintrodução das cutias a partir de 2010, e em seguida de outras espécies, está embasada em conceitos ecológicos que mudaram nas últimas décadas. “Trata-se de reinserir espécies e processos-chave, como uma forma de restauração para tornar os ecossistemas mais resilientes e autossuficientes”, detalha o ecólogo espanhol Nacho Villar, do Instituto de Ecologia dos Países Baixos (NIOO-KNAW). Ele explica que essa visão é fundamentalmente distinta da restauração ecológica clássica, centrada na vegetação, como a realizada inicialmente na Tijuca, que não resolve como fazer os animais importantes chegarem à floresta. O *rewilding* trouxe uma concepção centrada em três cc: áreas bem conservadas, corredores entre essas áreas e carnívoros, considerando que os predadores de topo teriam um impacto mais abrangente. Segundo Villar, os herbívoros grandes e médios, como a cutia, são fundamentais em processos como a dispersão de sementes e a redistribuição de nutrientes, além de outros serviços ecossistêmicos (que ele define como “aquilo que os ecossistemas fazem para nós de

graça”). O pesquisador conversou com *Pesquisa FAPESP* por chamada de vídeo enquanto estava no Pantanal fazendo trabalho de campo em projeto que investiga como as capivaras conectam os ambientes terrestre e aquático.

“Antes, o foco da conservação era preservar espécies; agora, a maior preocupação é com as consequências no funcionamento do ecossistema”, explica o ecólogo Mathias Mistretta Pires, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em artigo de revisão ainda em processo de publicação na revista científica *Cambridge Prisms: Extinction*, ele e seu grupo defendem que a complexidade do ambiente aumenta quando as conexões entre os organismos são refeitas. Isso pode restituir sua funcionalidade, assim como aumentar a capacidade do sistema de adaptar-se a novas situações – algo crucial em tempos de mudanças climáticas.

Esse esforço pode ir além da reintrodução de espécies que ainda existem em outros lugares e chegar à chamada desextinção, quando características que deixaram de existir são inseridas em animais existentes para cumprir funções perdidas,

Cutias (à esq.) já se reproduzem e antes são monitoradas usando colar com transmissor de rádio



Jabutis e bugios
(à dir.) contribuem
para o funcionamento
da floresta no Parque
Nacional da Tijuca



uma estratégia controversa. Esse é o intuito por trás da criação, por meio de engenharia genética, do lobo-terrível (*Aenocyon dirus*), supostamente resgatado da extinção, e dos camundongos lanosos produzidos pela empresa norte-americana Colossal Biosciences, que não estão destinados a ser introduzidos em áreas naturais.

Para recompor os processos da floresta, o Refauna começa por reintroduzir os animais generalistas (capazes de restaurar mais conexões) que desapareceram no processo de empobrecimento da fauna, ou defaunação. Levar cutias para a floresta da Tijuca foi um desafio, de acordo com Alexandra Pires. “Achávamos que seria superfácil conseguir os animais, mas tentamos em vários lugares e só havia no Campo de Santana, em frente à Central do Brasil”, conta ela, referindo-se à região central da capital fluminense. Deu certo. Elas começaram a se reproduzir e a contribuir para o funcionamento do ecossistema. “Um estudante marcou as castanhas das cutieiras e viu que, onde tinha cutia, 2% delas germinavam; sem cutia, um ano depois todas as sementes apodreceram dentro dos frutos, no mesmo lugar”, segundo artigo de 2020 na revista científica *Biotropica*. Encorajados pelos resultados, os pesquisadores do Refauna se-

guiram adiante. Em 2015 a Tijuca ganhou bugios (*Alouatta guariba*), grandes macacos que encheram a floresta com seus roncões e gritos, graças a uma parceria com o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro. Eles contribuem para semear árvores, como descrito em artigo do grupo publicado em 2022 na revista *Biological Conservation*. Suas fezes, cheias de sementes grandes, atraem besouros rola-bosta, que as transportam fazendo exatamente o que seu nome sugere. Essas sementes acabam enterradas, com maior chance de germinar do que as defecadas por outros animais. O casal de bugios Cala e Juvenal está se reproduzindo e já teve oito filhotes, um por ano. Os pesquisadores introduziram um novo grupo na área, para proporcionar diversidade genética à população.

Com mais dificuldade, os jabutis-tinga (*Chelonoidis denticulatus*) chegaram em 2020. “No início não sabíamos exatamente qual espécie tinha existido por ali séculos atrás”, relata Alexandra Pires. “Após muita pesquisa os animais vieram do Centro-Oeste, onde ainda existiam animais da espécie.” Ela conta que uma estudante da UFRJ pesquisou o quanto esses animais contribuem para a fertilização do solo. “Eles parecem ser muito eficientes em disseminar nutrientes pela floresta.”

Para monitorar a reprodução e a necessidade de ações de cuidado, todos os animais do Refauna são monitorados por transmissores de rádio. Agora está em curso o processo de aclimação de araras-canindé (*Ara ararauna*), com sua plumagem azul e amarela, produzidas por criadores comerciais.

De acordo com Mathias Pires, que não faz parte do Refauna, esse projeto é o de maior destaque

no Brasil. Em seu laboratório, a zoóloga Érica Pacífico, pesquisadora em estágio de pós-doutorado, há mais de uma década trabalha na reintrodução da arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*) no Parque Nacional do Boqueirão da Onça, no norte da Bahia. “Só restavam dois indivíduos, agora são mais de 30 e o grupo está monitorando as consequências desse aumento no ecossistema local”, relata o pesquisador.

O ecólogo da Unicamp também destaca a refaunação, mais conhecida pelo inglês *rewilding*, no Parque Nacional Iberá, no nordeste da Argentina, onde há uma área bem conservada de chaco, um ambiente parecido com o Pantanal. Há 12 anos o local vem ganhando uma fauna de cervos, queixadas, tamanduás-bandeira e onças-pintadas, reconectando a cadeia alimentar. É uma ação especialmente ambiciosa porque introduz várias espécies ao mesmo tempo, inclusive predadores.

Um cuidado necessário, Mathias Pires avisa, é ter um plano de contingência para evitar conflitos com habitantes humanos. Em 2017, ele publicou um ensaio na revista científica *Perspectives in Ecology and Conservation* propondo uma abordagem com base na teoria de redes ecológicas para minimizar conflitos e ampliar as chances de sucesso nas iniciativas de refaunação. A ideia é combinar informação ecológica e modelos probabilísticos para prever como o animal integrará o ambiente, selecionar as espécies mais promissoras e planejar o seu monitoramento. O potencial de interação com comunidades humanas entra nessa equação. Alexandra Pires ecoa: por isso o cateto, um porco

selvagem de comportamento um tanto arruaceiro, não foi incluído no Refauna. “É uma área que tem carros e comunidades próximas, temos muita preocupação com aspectos de saúde e riscos aos moradores locais”, afirma.

“Para ser sustentável, a reintrodução precisa funcionar do ponto de vista econômico, cultural e social”, completa Nacho Villar. “O custo-benefício tem que valer a pena.” A Europa viu, na última década, uma explosão de projetos de refaunação em vários países, agrupados sob o guarda-chuva Rewilding Europe, uma organização sem fins lucrativos fundada em 2011 com sede nos Países Baixos. Villar está no epicentro dessa onda e concentra sua pesquisa na avaliação dos resultados dessas iniciativas. Tendo começado há dois anos, as publicações ainda estão a caminho. “Nos anos 1990 houve cheias gigantescas nos Países Baixos que forçaram a evacuação em massa de áreas perto dos rios”, ele conta. “Isso forçou uma mudança radical na política de gestão de áreas ribeirinhas e o governo comprou áreas para atuarem como tampão frente a futuras cheias e aproveitou para introduzir espécies-chave para recompor os ecossistemas.” A partir disso, o foco ecossistêmico foi ganhando força.

Ele ressalta a importância dos animais de grande porte para a manutenção dos processos ecológicos e se surpreendeu com a resposta da população humana. “Os bichos grandes são mais aceitos do que pensávamos”, diz ele, a partir de um estudo em parceria com economistas, disponível no repositório SSRN. Um exemplo é a introdução de raças de cavalos e de bois ancestrais, como o tauros, e até o altamente ameaçado bisonte europeu, em áreas dos Países Baixos. O

Gelderse Poort, nos Países Baixos: cavalos ancestrais como parte de *rewilding* climático



grupo de Villar está avaliando os resultados. Segundo ele, os primeiros projetos de refaunação com esse tipo de animal começaram há 30 anos e só agora é possível medir os processos e enxergar o que aconteceu, usando conceitos da ecologia teórica mais recente, que faltava na restauração clássica. “Nosso objetivo é, a partir dessa avaliação, aperfeiçoar a estratégia em parceria com pesquisadores de áreas mais sociais, que estudam como maximizar a aceitação pelos moradores, o retorno econômico e a transformação social que gera”, explica. “Além do acréscimo de herbívoros, há também o *rewilding* abiótico, que envolve permitir que os incêndios naturais, o movimento de dunas e as cheias aconteçam normalmente.”

Villar defende a importância da refaunação no contexto atual de extinção em massa que o deixa pessimista. “Hoje quase 60% da biomassa de vertebrados terrestres são vacas”, lamenta. Para ele, o campo de pesquisa sobre defaunação – entender o que acontece com o todo quando espécies são eliminadas de um ambiente (*ver Pesquisa FAPESP nº 223*) – já está bastante avançado. A refaunação é o outro lado, entender como reconstruir os ecossistemas.

DEFAUNAÇÃO

“A Mata Atlântica é um laboratório vivo”, define a bióloga Carine Emer, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). “Algumas áreas ainda têm animais grandes, enquanto outras foram muito defaunadas e já não contam com eles”, diz ela, cujo trabalho envolve comparar o funcionamento do ecossistema em restauração. Sem as espécies de maior porte, a bióloga explica que a floresta se torna mais homogênea.

Microrganismos também afetam a heterogeneidade da floresta, de acordo com artigo publicado em 2024 pelo grupo de Emer na revista *Journal of Ecology*. Ao medir danos foliares em 3.350 plantas do sub-bosque em quatro áreas protegidas de Mata Atlântica no estado de São Paulo, eles perceberam que nas áreas com grandes herbívoros, como queixadas, catetos e antas, há mais danos foliares causados por bactérias e fungos microscópicos. Essa interação mais detalhada entre os organismos da floresta indica que os grandes herbívoros, em parceria com os microrganismos patogênicos, ajudam a regular a diversidade de espécies vegetais. Quando a comunidade de plantas se torna menos diversa, aumenta a sua vulnerabilidade aos patógenos. O trabalho faz parte do projeto Defau-Biota, coordenado pelo ecólogo Mauro Galetti, do *campus* de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que há décadas defende a refaunação e formou boa parte dos pesquisadores atuantes no país sobre esse tema.

Camundongos lanosos fazem parte de pesquisa para reintroduzir genes de mamute em elefantes



A redução de populações de árvores com sementes grandes, em consequência da defaunação, leva à homogeneização da vegetação e tem impacto no contexto de mudanças climáticas, alerta Emer. “A mudança nas interações de dispersão de sementes pode levar ao predomínio de plantas com sementes menores e que estocam menos carbono”, detalha, conforme sintetizado em artigo publicado na edição de fevereiro da revista *Conservation Biology*. De acordo com a publicação, é essencial considerar as dinâmicas animais nos modelos de ciclo do carbono e no desenvolvimento de políticas de mitigação climática.

De acordo com Nacho Villar, nesse contexto surge algo conhecido como *climate smart rewilding* [refaunação climática inteligente], cujos serviços ecossistêmicos podem ajudar a mitigar as mudanças climáticas. Por exemplo, aumentando a captura de carbono, como explica artigo de que participa, depositado em março no repositório de *preprints* bioRxiv.

Os tauros europeus são um exemplo de um caminho mais extremo na refaunação, que é, para além de reintroduzir espécies que deixaram de existir em um lugar, recriar animais perdidos. Eles foram obtidos por técnicas de cruzamento para recuperar características ancestrais, mas



Lobos-terríveis foram apresentados pela Colossal Biosciences como exemplo de desextinção

também existem iniciativas mais tecnológicas, envolvendo engenharia genética.

É o que faz a empresa norte-americana Colossal Biosciences, que teve destaque na mídia com seus camundongos lanosos e lobos-terríveis. “Fiquei intrigada pela ideia de usar DNA antigo para recriar espécies perdidas, é ficção científica na vida real”, conta a geneticista norte-americana Beth Shapiro, que, além da carreira com pesquisa de animais extintos na Universidade da Califórnia em Santa Cruz (UCSC), fundou a empresa. Para Shapiro, que conversou com a reportagem de *Pesquisa FAPESP* por chamada de vídeo, as espécies precisam de ajuda para se adaptar a um ambiente em mudança, se quisermos viver em um mundo biodiverso.

Os camundongos foram criados em uma colaboração recente com o primeiro projeto de refaunação, iniciado nos anos 1990 pelo geofísico russo Sergey Zimov, da Academia Russa de Ciências. Ele criou na Sibéria uma área que batizou como Parque do Pleistoceno, onde vem estudando o efeito de grandes animais na preservação do gélido ambiente local, a estepe. A ideia é que o pisoteio impediria a formação de uma camada muito espessa de neve e permitiria que a vegetação brote, preservando o ecossistema. A Colossal se associou à busca por ressuscitar mamutes e criou os peludos camundongos inserindo genes desse ancestral extinto dos elefantes, em um teste de que é possível introduzir características de uma espécie em outra. No caso, uma

mais viável para testes em laboratórios do que os grandes paquidermes.

Shapiro afirma que os filhotes de lobo-terrível criados pela empresa são um exemplo bem-sucedido de desextinção. Sua equipe selecionou características da espécie extinta (tamanho avantajado e densa pelagem branca, principalmente) e inseriu no genoma do lobo-cinzento atual (*Canis lupus*). De acordo com ela, os animais nunca deverão ser introduzidos em ambiente natural. A ideia é manter um grupo de seis a oito indivíduos em local secreto, para estudo.

Há controvérsias sobre até que ponto essa manipulação equivale a trazer uma espécie de volta da extinção. As técnicas também vêm sendo usadas para a conservação do lobo-vermelho (*Canis rufus*), uma espécie ameaçada de extinção no sudeste dos Estados Unidos. “Fizemos clonagem a partir de células do sangue e conseguimos adicionar diversidade genética”, conta a pesquisadora norte-americana.

Mathias Pires, que conheceu Shapiro quando passou um período na UCSC como parte de seu doutorado, vê com esperança a possibilidade de recriação de diversidade genética que pode ser inserida nas populações fundadoras, mas considera que trazer de volta características extintas pode não ser o melhor uso do esforço em termos de conservação. “São iniciativas que mobilizam muito dinheiro e muitas pessoas; me parece mais importante evitar novas perdas e restaurar o que ainda pode ser restaurado.” ●

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.