

Traduzido por Nino Amazonas

Restaurando Florestas Tropicais

Holl, K. D. (2013) Restoring Tropical Forest. *Nature Education Knowledge* 4(4):4
<http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/restoring-tropical-forest-97756726>

Karen D. Holl
 Department of Environmental Studies
 University of California
 Santa Cruz, CA 95064, U.S.A.
 kholl@ucsc.edu

**É possível restaurar florestas tropicais altamente diversas?
 A restauração de florestas tropicais é uma grande
 esperança para ajudar na conservação da biodiversidade e
 dos serviços ecossistêmicos, mas não substitui a
 preservação de florestas intactas.**

As florestas tropicais são ecossistemas altamente diversos localizados entre 23.5° N e 23.5° S do equador na Ásia, Oceania, África, e nas Américas Central e do Sul. Elas são encontradas em áreas relativamente quentes e de temperatura constante desde o nível do mar até altitudes de 3.000 m. Florestas tropicais ombrófilas recebem mais de 1500 mm de precipitação anualmente, enquanto as estacionais ou decíduais recebem menos chuvas e têm estações secas diferenciadas. Grandes áreas de florestas tropicais têm sido desmatadas devido a um complexo conjunto de fatores que variam de acordo com a região; esses incluem desmatamentos para dar lugar a pastagens, cortes de árvores para comércio madeireiro, extração de lenha para queima, agricultura comercial ou de subsistência, cultivo de diversas espécies para produção de biocombustíveis, e queimadas provocadas por humanos (revisado por Geist & Lambin 2002). Mais da metade da cobertura global de floresta tropical úmida já foi convertida (Asner et al. 2009) e muito da floresta remanescente é afetada por fragmentação, corte seletivo, e caça predatória de grandes animais. Juntos, esses fatores têm contribuído para a perda extensiva da biodiversidade e têm resultado em emissões de dióxido de carbono que representam mais de 12% do total global (van der Werf et al. 2009).

Mesmo que grandes áreas de floresta tropical tenham sido desmatadas durante os últimos 20 anos e o desmatamento extensivo ainda exista em algumas regiões, tem sido constatado um aumento da cobertura de florestas tropicais secundárias devido principalmente à restauração passiva (i.e., regeneração natural), mas também à restauração ativa (Lamb et al. 2005, Wright & Muller-Landau 2006, Chazdon 2008). O interesse em restauração de florestas tropicais cresceu substancialmente nos últimos anos, o que se traduz em crescentes esforços para reduzir as emissões de carbono antropogênicas causadas por desmatamento e degradação florestal, assim como em aumento dos estoques de carbono através da restauração e do melhor manejo das florestas (Elias & Lininger 2010). Os esforços para conservação das florestas tropicais deveriam ser focados primeiro em conservar os remanescentes relativamente intactos para manter os serviços ecossistêmicos (biodiversidade, sequestro de carbono, controle de erosão) providos por essas florestas, uma vez que a restauração não substitui a conservação. Entretanto, em áreas em que grandes extensões de florestas já foram desmatadas, a restauração de áreas degradadas pode ajudar a restaurar tanto os serviços ambientais quanto a biodiversidade.

Ecologia da Recuperação Florestal

A escolha de uma estratégia de restauração, para florestas tropicais ou qualquer ecossistema, deve ser embasada em conhecimentos profundos sobre a ecologia de tal sistema. A velocidade e a direção da recuperação do ecossistema após o distúrbio humano variam enormemente entre os sistemas florestais tropicais. As plantas tropicais regeneram-se tanto a partir de elementos presentes no próprio sítio (banco de sementes, brotação de raízes e caules, ou vegetação remanescente) ou através de colonização por propágulos dispersados de outros sítios. A recuperação é muito mais lenta em sítios que não possuem fontes de propágulos, uma vez que a dispersão de sementes por animais é o principal mecanismo para a maioria das árvores tropicais e a maior parte dos animais dispersores de sementes (particularmente os pássaros) dificilmente saem das florestas em direção a áreas agrícolas abertas (Holl 2007). Uma vez dispersadas, as sementes devem ser capazes de germinar, sobreviver e crescer. Diversos fatores limitam o estabelecimento de plântulas, incluindo a presença de gramíneas agressivas, condições microclimáticas estressantes (altas temperaturas, alta intensidade luminosa, e baixa umidade), quantidade limitada de nutrientes no solo, e altas taxas de predação de sementes/herbivoria de plântulas (revisado por Holl 2002).

A importância desses diferentes processos em relação aos limites que eles impõem à recuperação da floresta em áreas anteriormente utilizadas para fins agrícolas nos trópicos varia enormemente de sítio para sítio e depende de diversos fatores, incluindo a resiliência natural e adaptações do sistema ao regime de distúrbio, o histórico de uso do solo, e a matriz circundante na paisagem (Figura 1, ver Holl 2007, 2012). Alguns sistemas dentre as florestas tropicais recuperam-se naturalmente com mais rapidez. Por exemplo, sistemas que possuem muitas espécies capazes de brotar a partir de raízes, e as espécies são predominantemente anemocóricas, tendem a se recuperar com mais rapidez do que aqueles mais dependentes de zoocoria, e cujas fontes de propágulos estão distantes (Figura 2, Holl 2007). Além disso, o crescimento das plântulas tende a apresentar taxas mais elevadas nos sítios localizados em menores altitudes, que são mais quentes e recebem mais chuvas.

O histórico de utilização da área afeta de maneira significativa a taxa de recuperação. Áreas utilizadas por muitos anos para pastagem ou agricultura em escalas industriais recuperam-se mais lentamente que aquelas utilizadas por períodos curtos para agricultura itinerante. Em sítios que sofreram usos mais intensos, poucas sementes, ou nenhuma, permanecem no solo e a taxa de rebrota é geralmente menor. Esses fatores limitam a regeneração a partir de elementos presentes no próprio local. Adicionalmente, solos compactados e empobrecidos, e condições microclimáticas estressantes limitam o estabelecimento e crescimento de plântulas em áreas utilizadas intensamente. Em pastagens abandonadas, gramíneas agressivas frequentemente inibem de maneira considerável a sobrevivência e crescimento de plântulas de espécies florestais (Figura 2, Holl 2007).

Por último, é importante lembrar que a matriz circundante influencia a disponibilidade de sementes. A proximidade com algum remanescente florestal é importante para a recuperação do sítio não apenas por servir de fonte de plantas e animais, mas a manutenção de alguma cobertura arbórea, até mesmo de sistemas agroflorestais ou cercas-vivas, pode prover sementes de algumas espécies e facilitar a movimentação de animais (Harvey et al. 2008). Por isso, o manejo das terras agrícolas no entorno de um dado sítio tem grande influência sobre a taxa de recuperação da área. Em menor escala, o uso do solo no entorno pode afetar o estabelecimento das espécies por promover a entrada de nutrientes e agroquímicos no sítio, assim como herbívoros e patógenos.

Escolhendo a Estratégia de Restauração

Dadas as grandes áreas de florestas tropicais desmatadas e o limite de recursos disponíveis para restauração, é de crítica importância documentar a taxa e direção da

recuperação florestal e estimar os fatores que a limitam, a fim de escolher a estratégia de restauração mais eficiente (Holl & Aide 2011). Além disso, é importante considerar os objetivos do projeto de restauração, que podem abranger desde a maximização do sequestro de carbono, passando pela restauração de toda a composição de espécies, até o provimento de habitat para alguma espécie da fauna ameaçada.

Em sítios em que a regeneração natural é rápida, a restauração passiva (simplesmente deixar que o sistema regenere-se naturalmente) deve ser suficiente para restaurar a maioria das espécies presentes no estado anterior ao distúrbio (Janzen 2002, Letcher & Chazdon 2009). Em tais sítios, é comum que as espécies de sementes grandes e as espécies de estágios finais da sucessão sejam as que levam mais tempo para colonizar a área. Portanto, ações de restauração devem focar no plantio ou semeadura dessas espécies, particularmente quando são espécies ameaçadas (Martínez-Garza & Howe 2003).

Em áreas em que a recuperação é inicialmente lenta, outra abordagem consiste em identificar se há barreiras ao estabelecimento que possam ser superadas com esforço comparativamente pequeno; uma abordagem frequentemente chamada de regeneração natural assistida ou condução da regeneração natural (Shono et al. 2007). Um exemplo dessa abordagem é o controle do fogo durante a estação seca, pois o fogo inibe fortemente o estabelecimento de plântulas em florestas tropicais (Janzen 2002). Outro exemplo é a localização de todos os indivíduos regenerantes de espécies lenhosas e posterior eliminação de gramíneas circundantes para reduzir a competição e o risco de incêndios (Shono et al. 2007). Tais esforços não apenas removem barreiras impostas à regeneração natural, sendo muito menos onerosos que plantio de mudas ou semeadura direta, mas também deixam uma marca menor da atuação humana, em uma maior escala de tempo, na composição de espécies da floresta que resulta desse processo (Lamb et al. 2005).

Para áreas que se recuperam mais lentamente e que são dominadas por pastagens de gramíneas ou outras espécies herbáceas agrícolas, a estratégia de restauração mais comum é o plantio de mudas (Lamb 2011). Uma vez estabelecidas, essas árvores são úteis para atrair dispersores de sementes, sombrear gramíneas, e melhorar as condições do solo e microclimáticas, facilitando dessa maneira a recuperação (Figura 3, Holl 2002). Historicamente, a maioria dos reflorestamentos nos trópicos utilizaram árvores exóticas de alguns gêneros (como o pinus, o eucalipto e a teca), mas, nos últimos 10 ou 20 anos, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas tanto para encontrar como para desenvolver métodos de propagação para espécies nativas, e podem ser aplicados em ações de restauração. As estratégias para plantio de espécies de árvores nativas variam consideravelmente em relação à diversidade e à composição de espécies, ao método de introdução (e.g., plantio de mudas ou estaquia), e à distribuição espacial nos plantios.

Em muitos projetos de restauração, planta-se um pequeno número (<10) de espécies arbóreas para facilitar a colonização e o estabelecimento da flora e fauna nativas, que são bastante diversas (Figure 3), enquanto outros projetos utilizam mais (20–30) espécies arbóreas que representam toda uma faixa de taxas de crescimento e guildas de dispersão (Lamb 2011). O plantio de mais de 30 espécies é muito menos comum, por limitações referentes aos recursos necessários e os conhecimentos para propagação. Ainda assim, alguns projetos esforçam-se para implantar plantios diversos (e.g., 60–80 espécies, Figura 4, Rodrigues et al. 2009) que também incluem outras formas de vida como lianas e arbustos. Mais comumente, as árvores são plantadas no estágio de muda, mas algumas espécies podem ser plantadas através de estaquia ou de semeadura direta, que são opções mais baratas e não requerem a existência de viveiros (Zahawi & Holl 2009, Cole et al. 2011). As mudas geralmente são plantadas em linhas distantes dois a quatro metros, frequentemente alternando árvores com diferentes taxas de crescimento, e posteriormente realizando desbastes à medida que as árvores crescem. Pesquisas atuais estão explorando a ideia de plantar ilhas de árvores, o que é mais barato, estimula a regeneração natural, e cria mais heterogeneidade (Cole et al. 2010).

A condução da regeneração natural através da remoção de certos obstáculos ou pelo plantio de mudas de árvores nativas são as estratégias mais comuns na restauração de florestas tropicais. Várias outras abordagens para restauração já foram testadas em experimentos científicos, mas raramente foram aplicados em escalas maiores com muito sucesso. Algumas dessas abordagens incluem a instalação de poleiros para promover a dispersão de sementes por pássaros, a utilização de caixas ou certas essências para atrair morcegos, e a deposição de pilhas de galhos e resíduos lenhosos para facilitar o estabelecimento de plântulas e servir de abrigo para pequenos mamíferos (Holl 2012).

Considerações Gerais

É promissor o fato de algumas florestas tropicais recuperarem-se rapidamente após distúrbios, e de se ter demonstrado que toda uma gama de técnicas de restauração podem ser utilizadas para facilitar a recuperação de florestas tropicais. Apesar disso, na maioria dos casos, essas florestas secundárias ainda têm menos biomassa (acima e abaixo do solo) e menor riqueza de espécies do que florestas tropicais intactas. Assim, a primeira prioridade deve ser a conservação de florestas relativamente intactas. Em casos em que as florestas tropicais tiverem sido destruídas, a identificação clara dos objetivos da restauração e o conhecimento sobre a ecologia do sistema serão úteis para a seleção da estratégia de restauração mais apropriada e com a melhor relação custo-benefício, que pode ser simplesmente permitir a regeneração natural.

É importante notar que, até hoje, as iniciativas de restauração de florestas tropicais focaram em restaurar a condição anterior ao distúrbio. Todavia, as mudanças climáticas induzidas pelo homem, incluindo padrões alterados de temperatura, precipitação, e cobertura de nuvens, certamente afetarão fortemente as florestas tropicais. Isso significa que, nos trópicos, como em outras regiões, os profissionais que atuam em restauração ecológica terão que escolher quais espécies plantar, considerando tanto a tolerância fisiológica de plantas e animais a um clima em mudança, como a forma pela qual essa tolerância, juntamente com a capacidade limitada de dispersão, irão afetar processos ecossistêmicos como o sequestro de carbono e interações bióticas no futuro.

Referências e leituras recomendadas

- Asner, G. P. *et al.* A contemporary assessment of change in humid tropical forests. *Conservation Biology* **23**, 1386–1395 (2009).
- Chazdon, R. L. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* **320**, 1458–1460 (2008).
- Cole, R. J. *et al.* Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. *Ecological Applications* **20**, 1255–1269 (2010).
- Cole, R. J. *et al.* Direct seeding of late successional trees to restore tropical montane forest. *Forest Ecology and Management* **261**, 1590–1597 (2011).
- Elias, P. & Lininger, K. *The Plus Side: Promoting Sustainable Carbon Sequestration in Tropical Forests*. Washington, DC: Union of Concerned Scientists, 2010.
- Geist, H. J. & Lambin, E. F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* **52**, 143–150 (2002).
- Harvey, C. A. *et al.* Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* **22**, 8–15 (2008).

Holl, K. D. "Tropical moist forest," in *Handbook of Ecological Restoration*, eds. M. R. Perrow & A. J. Davy (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002) 539–558.

Holl, K. D. "Oldfield vegetation succession in the Neotropics," in *Old Fields*, eds. R. J. Hobbs & V. A. Cramer (Washington, DC: Island Press, 2007), 93–117.

Holl, K. D. "Tropical forest restoration," in *Restoration Ecology*, eds. J. Van Andel & J. Aronson (Malden, MA: Blackwell Publishing, 2012) 103–114.

Holl, K. D. & Aide, T. M. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management* **261**, 1588–1563 (2011).

Janzen, D. H. "Tropical dry forest: Area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica," in *Handbook of Ecological Restoration*, eds. M. R. Perrow & A. J. Davy (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002) 559–583.

Lamb, D. *Regreening the Bare Hills: Tropical Forest Restoration in the Asia-Pacific Region*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2011.

Lamb, D, *et al.* Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* **310**, 1628–1632 (2005).

Letcher, S. G. & Chazdon, R. L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. *Biotropica* **41**, 608–617 (2009).

Martínez-Garza, C. & Howe, H. F. Restoring tropical diversity: Beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology* **40**, 423–429 (2003).

Rodrigues, R. R. *et al.* On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* **142**, 1242–1251 (2009).

Shono, K. *et al.* Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology* **15**, 620–626 (2007).

van der Werf, G. R. *et al.* CO₂ emissions from forest loss. *Nature Geoscience* **2**, 737–738 (2009).

Wright, S. J. & Muller-Landau, H. C. The future of tropical forest species. *Biotropica* **38**, 287–301 (2006).

Zahawi, R. A. & Holl, K. D. Comparing the performance of tree stakes and seedlings to restore abandoned tropical pastures. *Restoration Ecology* **17**, 854–864 (2009).

Foto para o artigo. Pesquisa sobre restauração em floresta tropical em uma paisagem agrícola na Costa Rica (créditos: Karen Holl).

Figura 1: Fatores que afetam a recuperação da floresta tropical em áreas agrícolas abandonadas. Modificado de Holl (2007).

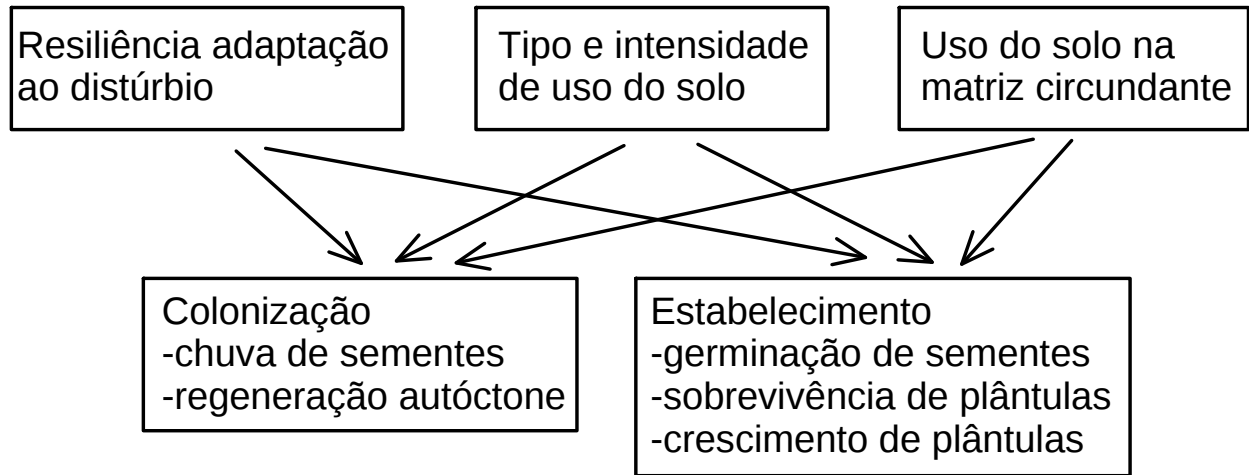


Figura 2: Diferenças de velocidade de regeneração natural em florestas tropicais.

A fotografia superior mostra uma área anteriormente utilizada para agricultura itinerante na península de Iucatã no México. Destaque para a expressiva regeneração da floresta após apenas três anos de abandono (cortesia de Martha Bonilla-Moheno). A fotografia inferior é de uma área previamente utilizada para pecuária no Parque Nacional da Soberania no Panamá. Passados mais de 10 anos após o fim das atividades agropecuárias, a área inteira é dominada pela gramínea invasora *Saccharum spontaneum* (cortesia de Justin Cummings).



Figura 3: Indivíduos regenerantes no sub-bosque de um plantio com cinco anos na Costa Rica (crédito: Karen Holl).



Figura 4: Área de restauração com dois anos plantada com alta diversidade de espécies arbóreas na Mata Atlântica no Brasil (cortesia de Nino Amazonas).

