PADRÕES INTERNACIONAIS PARA A PRÁTICA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA – INCLUINDO PRINCÍPIOS E CONCEITOS CHAVES

Primeira edição: Dezembro de 2016

Tein McDonald, George D. Gann, Justin Jonson, Kingsley W. Dixon

SER SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION

SER, em colaboração com a SER Australásia

SOBRE A SOCIEDADE PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

SOBRE NOSSA ORGANIZAÇÃO

A Sociedade para a Restauração Ecológica (SER) é uma organização internacional sem fins lucrativos com membros em 70 países. A SER fomenta o avanço da ciência, prática e políticas de restauração ecológica para beneficiar e criar relações saudáveis entre as pessoas, a biodiversidade, os ecossistemas e o clima. A SER é formada por uma rede dinâmica global, unindo pesquisadores, profissionais, gestores, líderes comunitários e tomadores de decisão para restaurar os ecossistemas e as comunidades humanas que dependem deles. Através dos nossos membros, publicações, conferências, articulação política e extensão, a SER define e entrega excelência na área da restauração ecológica.

CONTATO

Society for Ecological Restoration
Rua 1133 15th, Suíte NW 300, CEP 20005
Washington, DC 20005 USA

www.SER.org

PARTICIPANTES DO RELATÓRIO

Little Gecko Media
Bazany Design
Traduzido do inglês para o português por Ricardo Gomes César

CITAÇÃO

McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016) International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

Crédito da foto da capa: ©Marcel Huijser, Errol Douwes, ©Marcel Huijser
Crédito da foto da contracapa: ©Marcel Huijser, Soil-Tec Inc. ©Marcel Huijser, Bethanie Walder

TABELA DE CONTEÚDOS

2 Sobre a Sociedade para a Restauração Ecológica

4 Agradecimentos

6 Sobre este Documento

7 **Seção I –** Introdução

11 **Seção II –** Seis Conceitos-Chave que Fundamentam as Melhores Práticas

25 **Seção III –** Práticas Padrões para o Planejamento e Implantação de Projetos de Restauração Ecológica

30 **Seção IV –** Restauração no Panorama Geral

35 **Seção V –** Glossário de Termos

40 Referências Bibliográficas

42 Apêndices

AGRADECIMENTOS

O documento "Padrões Internacionais para a Prática da Restauração Ecológica" representa o resultado de consultas com muitos profissionais da Sociedade para a Restauração Ecológica e seus parceiros das comunidades científicas e conservacionistas globais. No entanto, conforme descrito em mais detalhes abaixo, buscamos aqui elaborar a primeira edição de um documento vivo que será aprimorado e expandido conforme a família de restauradores utiliza este documento e fornece feedbacks para esta edição e edições futuras.

DOCUMENTOS

Este documento fundamenta-se e faz parte da coleção de documentos-base da SER (ver www.ser.org), dos quais fazem parte: Princípios da SER Internacional sobre a Restauração Ecológica (2004), Guidelines for Developing and Managing Restoration Projects (Clewell et al. 2005), Ecological Restoration – a Means of Conserving Biodiversity and Sustaining Livelihoods (Gann & Lamb 2006), e Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) (Keenleyside et. al. 2012). Este documento também utiliza o editorial Ecosystem Restoration is Now a Global Priority (Aronson & Alexander 2013), o livro Ecological Restoration: Principles, Values and Structure of an Emerging Profession (Clewell & Aronson 2013) e, especificamente, utiliza interpretações contidas em National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia (McDonald et al. 2016). Muitos outros manuscritos influenciaram o desenvolvimento deste documento, e os autores reconhecem uma infinidade de manuscritos publicados e não publicados que influenciaram suas ideias.

COLABORADORES

Os membros do Comitê Científico e Político da Sociedade para a Restauração Ecológica e a Equipe Executiva contribuíram significativamente para a elaboração dos conceitos e do texto deste documento, incluindo James Aronson, Kris Decleer, James Hallett, Karen Keenleyside, Cara Nelson, Bethanie Walder e Levi Wickwire. A lista de colaboradores do manuscrito National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia inclui David Lamb, David Freudenberger, Peter Erskine, Vern Newton, James Fitzsimons, Ben Carr, Simon Branigan, Scott Meier, Jen Ford, Zoe Metherill, Anne Cochrane, Martin Driver, Lucy Sutherland, Peter Cuneo, David Merritt, Jim Radford, Angela Sanders, Matt Appleby, Keith Bradby, Paula Deegan, Paul Gibson-Roy, Bindi Vanzella, Brian Bainbridge, Amelia Hurren, Nathan Wong, Robyn Edwards, Louise Duff, Hanna Kogelman e Timothy Mouton. Andre Clewell contribuiu com a inspiração e ideias para a elaboração da lista de atributos e o modelo circular na Figura 2 e Apêndice 2.

REVISORES

Nós agradecemos aos seguintes revisores internacionais: Paul Adam, Mariam Akhtar-Schuster, Sasha Alexander, Pedro Brancalion, Hamid Custovic, David Boshier, Aïda Farag, Alexis Gibson, Manuel Guariguata, Jim Harris, Kay Havens, Eric Higgs, Klaus Kellner, Susan Kennedy, Sam Lake, Robert Marrs, Joyce Maschinski, Tanya McGregor, David Polster, Karel Prach, Nancy Shaw, Junko Shimura, Brad St. Claire, Evert Thomas, Rudy van Diggelen, Steve Whisenant e Joan Yoshioka.

TRADUÇÃO

Este documento foi traduzido de sua versão original em inglês para o português por Ricardo Gomes César. A versão final desse documento foi revisada por Sergius Gandolfi, Pedro H. S. Brancalion, Tein McDonald e George Gann.

Membros de comunidades locais participando de um plantio do projeto *"Indigenous Trees for Life"* no município de eThekwini, África do Sul. Este plantio foi parte de um projeto de restauração para a compensação ambiental da Copa do Mundo de 2010 em Durban.

Créditos da foto: Errol Douwes

SOBRE ESTE DOCUMENTO

O presente documento "Padrões Internacionais para a Prática da Restauração Ecológica – Incluso Princípios e Conceitos-Chave" (doravante, "Padrões"), contém padrões para guiar profissionais, equipes de campo, planejadores, gestores, agências reguladoras e de financiamento envolvidos na restauração de ecossistemas degradados em qualquer lugar do mundo, seja em ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros ou marinhos. Este documento situa a restauração ecológica em um contexto global, incluindo seu papel na conservação da biodiversidade e na melhoria do bem-estar humano.

Os princípios e conceitos que fundamentam os Padrões complementam as definições, princípios e conceitos contidos nos Princípios da SER (www.ser.org), outros documentados-base da SER (incluindo Keenleyside et al. 2012) e os padrões de desenvolvimento da SER Australásia (McDonald et al. 2016). Os Padrões expandem estes esquemas conceituais para esclarecer o grau de recuperação que a "restauração ecológica" representa em tempos de mudanças globais, incluindo alterações climáticas causadas por ação humana e outras alterações ambientais bruscas. Este documento também reconhece o valor de outras formas de recuperação ambiental (e.g. reabilitação e remediação) onde estas são a melhor forma possível de recuperação ou são adequadas às circunstâncias. Adicionalmente, os Padrões exploram os princípios da restauração, discutem os valores que a restauração busca satisfazer e ressalta seis conceitos **essenciais** para alcançar níveis elevados de recuperação.

Os Padrões reforçam o uso de ecossistemas de referência como **um modelo, ou alvo, para o ecossistema nativo local** sendo restaurado. O modelo de referência é **composto por múltiplas fontes de informação** e busca caracterizar o ecossistema como se este não houvesse sido degradado, ajustando-se conforme necessário para incluir condições ambientais e bióticas alteradas ou previstas. O uso destes modelos de referência em restauração ecológica não é de forma alguma uma tentativa de imobilizar uma comunidade ecológica em um determinado momento no tempo, mas sim otimizar o potencial de espécies e comunidades locais para recuperar e dar continuidade aos processos de auto-organização, adaptação e evolução. Os Padrões fornecem um procedimento especifico para definir ecossistemas-alvo e avaliar a recuperação de seis atributos-chave do ecossistema. Estes atributos representam uma ampla gama de categorias funcionais e estruturais sobre as quais metas e objetivos mais específicos e mensuráveis podem ser traçados pelos gestores dos projetos. Os Padrões reconhecem também outras características dos projetos, como escala, importância estratégica e envolvimento social a fim de destacar fatores importantes que podem aumentar a influência dos projetos de restauração na sustentabilidade dos ecossistemas em um mundo que está mudando rapidamente.

I SEÇÃO I - INTRODUÇÃO

O presente documento "Padrões Internacionais para a Prática da Restauração Ecológica – Incluso Princípios e Conceitos-Chave" (doravante, "Padrões"), foi desenvolvido para apoiar a aplicação técnica de métodos de restauração ecológica em todas as regiões ecológicas e geográficas (sejam terrestres, de água doce, costeiras ou marinhas), a fim de aprimorar os resultados de iniciativas de conservação da biodiversidade em todos os ecossistemas, assegurar a provisão de serviços ecossistêmicos, garantir que projetos estejam integrados com as necessidades e realidades socioculturais, e contribuir com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA COMO MEIO PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E MELHORA DO BEM-ESTAR HUMANO

Os ecossistemas nativos do planeta (sejam naturais, seminaturais ou restaurados) são globalmente reconhecidos pelo seu alto valor biológico, social e econômico. Serviços ecossistêmicos incluem, por exemplo, a provisão de água doce, solos saudáveis, ar limpo e alimento/fibra/medicamentos que são essenciais para a saúde, bem-estar e meios de vida humano. Ecossistemas funcionais também cumprem um papel importante para reduzir os impactos de desastres naturais e mitigar mudanças climáticas. Conforme a degradação e destruição (referidos coletivamente neste documento como "degradação") diminuem a extensão dos ecossistemas nativos, também reduzem a diversidade biológica, a funcionalidade e a capacidade dos ecossistemas de responder aos distúrbios. Apesar da proteção dos ecossistemas intactos remanescentes ser vital para conservar nosso legado natural e cultural, esta não é mais suficiente devido à vasta e crescente extensão das áreas degradadas. Para garantir o fluxo sustentável de serviços e produtos ecossistêmicos, o planeta deve trabalhar para assegurar um ganho líquido na extensão e funcionalidade de ecossistemas nativos ao investir nas atividades de reparo ambiental, como a restauração ecológica. Este reparo deve ser implantado em projetos com escalas grandes o suficiente para atingir resultados significativos, sejam os objetivos destes projetos referentes ao sequestro de carbono, meios de vida, serviços ecossistêmicos ou biodiversidade. Portanto, a restauração ecológica busca os melhores e maiores resultados viáveis de recuperação para compensar o dano do passado e progressivamente aumentar a extensão e funcionamento saudável dos ecossistemas ameaçados do planeta.

Os esforços de restauração ecológica estão aumentando globalmente.

Por exemplo, o Desafio de Bonn busca restaurar 150 milhões de hectares de áreas degradadas ou desmatadas até 2020, e 350 milhões de hectares até 2030. A Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD) tem o objetivo de restaurar 15% dos ecossistemas degradados até 2020 e mitigar os impactos das mudanças climáticas e combater a desertificação (Meta 15 de Aichi para a Biodiversidade). Adicionalmente, a CBD considera a restauração ecológica fundamental para prover serviços ambientais essenciais (Meta 14 de Aichi para a Biodiversidade). Recentemente, as Nações Unidas adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, incluindo o Objetivo 15 do Desenvolvimento Sustentável para "proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade". O sucesso destas atividades dependerão da nossa capacidade de implementar efetivamente e eficientemente a restauração ecológica ao redor do planeta.

A NECESSIDADE DE PADRÕES

Profissionais, equipes de campo, planejadores, gestores, financiadores e agências reguladoras precisam de padrões para auxiliá-los no desenvolvimento de planos de alta qualidade e para alcançar resultados aceitáveis de recuperação ecossistêmica. Isso se aplica tanto para a restauração obrigatória (i.e. restauração exigida como parte das condições de consentimento para distúrbios presentes ou planejados) e restauração facultativa (i.e. reparo voluntário de danos ambientais).

Apesar do sucesso de muitos projetos, os resultados da restauração ecológica geralmente ficam abaixo das expectativas, reforçando a necessidade do estabelecimento de padrões. Os desafios podem ocorrer devido ao planejamento e implementação ecologicamente ou socialmente impróprios, falta de recursos ou esforços apropriados, ou conhecimentos e habilidades insuficientes ou impróprios. Os padrões podem contribuir otimizando os resultados dos esforços de restauração ecológica, seja para guiar agências e membros de comunidades envolvidos em restauração facultativa, ou para guiar agências reguladoras no desenvolvimento de critérios para a restauração obrigatória e avaliar se estes critérios foram atingidos.

A RESTAURAÇÃO NÃO JUSTIFICA A DESTRUIÇÃO DOS ECOSSISTEMAS

A restauração ecológica jamais deve ser considerada um substituto para a proteção e manejo sustentáveis dos ecossistemas nativos existentes. A maioria dos ecossistemas naturais e seminaturais não podem ser translocados ou reconstruídos uma vez danificados. Adicionalmente, para muitos ecossistemas, a ciência e as tecnologias da restauração ainda estão longe de recuperar 100% da biodiversidade, funções ecossistêmicas e provisão de serviços ecossistêmicos. Isso significa que a promessa de restauração nunca deve ser usada como justificativa para destruir ou danificar os ecossistemas existentes. De maneira semelhante, a possibilidade de translocar espécies raras para habitats restaurados ou construídos não pode nem deveria justificar a destruição de um habitat intacto existente.

Este documento esclarece o que constitui um projeto de restauração, elabora os princípios que sustentam as melhores práticas atuais para a restauração ecológica (Apêndice 1) e lista as ações necessárias para o sucesso do planejamento, implementação e monitoramento de projetos de restauração ecológica (Seção 3). Os Padrões são aplicáveis em qualquer ecossistema, seja terrestre, de água doce, costeiro ou marinho, e em qualquer lugar do mundo. Qualquer setor que realize a restauração ecológica, seja público ou privado, de forma obrigatória ou facultativa, pode utilizar estes Padrões. Estes podem ser usados por qualquer pessoa ou organização para desenvolver planos de restauração, contratos, termos de consentimento e critérios para a conclusão das atividades.

A primeira edição dos Padrões Internacionais para a Prática da Restauração Ecológica é baseada em uma rica gama de experiências de campo e de ciência moderna. Com o tempo, estes Padrões evoluirão através dos ***feedbacks*** formais da comunidade global de profissionais e cientistas da restauração. Avanços futuros na ciência e prática da restauração fomentarão atualizações periódicas nos Padrões para garantir que estes forneçam as diretrizes mais relevantes e efetivas possíveis. Desta forma, este documento dos Padrões deve ser visto como um documento vivo que será revisado e melhorado conforme recebemos e incorporamos conhecimentos e perspectivas adicionais da comunidade global de

TRÊS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

Para ser bem-sucedida, a restauração ecológica deve ser efetiva, eficiente e participativa (Keenleyside et al. 2012):

(a) A restauração ecológica EFETIVA estabelece e mantém as características de um ecossistema.

(b) A restauração ecológica EFICIENTE maximiza os resultados positivos enquanto minimiza os custos de tempo, recursos e esforços.

(c) A restauração ecológica PARTICIPATIVA colabora com os parceiros e atores envolvidos, promove a participação e melhora a compreensão dos ecossistemas.

restauração. O website da SER – www.ser.org – abriga um fórum da comunidade que permite que os leitores e usuários dos Padrões comentem sobre sua utilidade e como o documento pode ser melhorado. Finalmente, os Padrões são desenhados para possuir natureza genérica e fornecer um esquema conceitual para o desenvolvimento de diretrizes e padrões mais detalhados para a restauração ecológica de ecossistemas específicos ou regiões.

DEFINIÇÕES

A restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. (SER 2004[1])

(Para definições de todos os termos não listados aqui e em negrito, ver Glossário, Seção 5)

Uma diferença fundamental entre restauração ecológica e outras formas de reparo de ecossistemas é que a restauração ecológica busca "auxiliar a recuperação" de um ecossistema natural ou seminatural ao invés de impor uma nova trajetória ou forma sobre ele. Ou seja, as atividades de restauração colocam um ecossistema em uma trajetória de recuperação para que este possa sustentar-se e para que suas espécies possam se adaptar e evoluir.

Os Padrões reconhecem que o termo "restauração ecológica" é também comumente usado para descrever não somente um processo (i.e. uma ***atividade*** realizada para atingir objetivos determinados), mas também o ***resultado*** esperado para um ecossistema (i.e. sua recuperação). Este documento dá preferência ao termo "**recuperação"** para se referir ao resultado e "restauração" para a atividade. Dessa forma, estes Padrões definem como atividades de restauração ecológica aquelas que buscam alcançar a recuperação dos ecossistemas na medida do possível e com base em um modelo local adequado (denominado **ecossistema de referência**), independente do tempo necessário para alcançar os resultados da recuperação.

Um ecossistema de referência é um modelo representando, com certa flexibilidade, o ecossistema-alvo da restauração (ver também Conceito-Chave 1 abaixo). Na ausência de ecossistemas intactos adequados do mesmo tipo e ocorrendo próximo ao local onde a restauração é realizada, o modelo de referência pode ser formado a partir de múltiplas fontes de informação sobre a biota e condições presentes e passadas ocorrendo próximas ou na área. Estes dados podem ser suplementados por informações sobre alterações nas condições ambientais que podem alterar organização e composição de comunidades biológicas. Os níveis de recuperação buscados e alcançados devem ser identificados nos planos e relatórios de um projeto de restauração, respectivamente. A **recuperação integral** é definida como o estado ou condição onde todas as categorias de atributos-chave do ecossistema são altamente semelhantes ao modelo de referência. Onde somente baixos níveis de recuperação são possíveis apesar de esforços intensos, deve-se considerar que houve **recuperação parcial**. No entanto, é sensato deduzir que um projeto deve buscar a recuperação significativa da biota nativa do ecossistema de referência para ser qualificada como um projeto de restauração ecológica. Quando o objetivo é a recuperação integral, um marco importante é definido quando o ecossistema demonstra condições de **auto-organização** e segue uma trajetória em direção à recuperação integral conforme descrita acima. Quando e se o estágio de auto-organização for alcançado, o monitoramento contínuo e (possivelmente) intervenções eventuais podem ser necessárias para garantir que a trajetória do processo de recuperação dirija-se para a recuperação total e não seja desviada por fatores inesperados. Se a recuperação integral foi alcançada, mas intervenções (e.g. remoção de espécies invasoras ou indução de regimes de distúrbio) ainda são necessárias para garantir a permanência das condições desejadas, estas intervenções seriam consideradas **manutenção do ecossistema**.

[1]Apesar dos Padrões basearem-se nas contribuições de diversos especialistas e em uma ampla bagagem de conhecimento disponível na literatura, o modus operandi e a necessidade de independência dos Padrões exigem que as citações sejam minimizadas.

O ***processo*** de restauração ecológica e seus ***resultados*** de recuperação estão ligados sinergicamente. Ou seja, se os ***resultados*** desejados da restauração forem monitorados desde o início do projeto (utilizando os processos descritos na Seção 3, incluindo colaboração com os atores envolvidos), eles podem ajudar a identificar e direcionar o ***processo*** ótimo de restauração. O ecossistema de referência, particularmente, auxiliará no planejamento, monitoramento e avaliação das ações de restauração. De maneira semelhante, onde os resultados são incertos, aplicar os processos adequados através do manejo adaptativo e interações contínuas com os atores envolvidos ajudará a equipe do projeto a atingir os resultados desejados.

Projetos que focam na recuperação de uma única espécie (e.g. espécies ameaçadas ou espécies de fauna com elevada mobilidade e ampla área mínima de vida) são geralmente considerados componentes importantes de projetos ou programas de restauração maiores. Projetos que focam somente em restabelecer alguns aspectos da funcionalidade do ecossistema sem buscar também recuperar uma proporção significativa da biota nativa de um ecossistema nativo de referência apropriado são melhores descritos como **reabilitação.** Vale ressaltar que, se um dado projeto melhora as condições ambientais sem comprometer o potencial de restauração ecológica no futuro, também é considerado um projeto **restaurativo** (i.e. parte do conjunto de atividades contínuas que aumentam o potencial de recuperação ecológica em escalas maiores (ver Seção 4)).

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Remoção da barragem Milltown no rio Clark Fork em Montana, EUA. A barragem conteve 5 milhões de metros cúbicos de sedimentos contaminados por resíduos da mineração em um reservatório de 218 hectares (foto 1). Este projeto, que durou anos, alterou a trajetória do rio, removeu sedimentos contaminados (foto 1), removeu a barragem Milltow (foto 2 – primeira abertura da ensecadeira para drenar o reservatório e remover a barragem) e culminou na restauração do canal do rio (foto 3) e a trajetória natural dos rios Clark Fork e Blackfoot.

Créditos das fotos: Fotos 1 e 2: ©Marcel Hujiser; foto 3: Watershed Restoration Group.

II SEÇÃO II – SEIS CONCEITOS-CHAVE QUE FUNDAMENTAM AS MELHORES PRÁTICAS

As melhores práticas atuais na restauração ecológica são fundamentadas em uma gama de conceitos e princípios baseados em ideias desenvolvidas nos documentos-base da SER (ver também Apêndice 1). Os seguintes Conceitos-Chave são listados aqui para fornecer um esquema conceitual para explicar, definir e medir mais concisamente as atividades e resultados da prática da restauração ecológica.

CONCEITO-CHAVE 1. A PRÁTICA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA É BASEADA EM UM ECOSSISTEMA NATIVO DE REFERÊNCIA ADEQUADO, CONSIDERANDO AS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS

Um princípio fundamental da restauração ecológica é a identificação de um modelo de referência adequado, comumente denominado **ecossistema de referência**. Enquanto as **áreas de referência** análogas podem ser selecionadas para esta função, na prática, os ecossistemas de referência precisam ser definidos com base em diversas fontes de informação sobre as plantas nativas locais, animais e outras condições bióticas e abióticas. Estas fontes podem incluir múltiplas áreas de referência existentes, indicadores de campo, registros históricos (incluindo uso antrópico) e dados preditivos. O modelo resultante ajuda a identificar e comunicar uma visão compartilhada dos ecossistemas-alvo do projeto e atributos ecológicos específicos, os quais fornecem a base para determinar metas e objetivos, e monitorar e avaliar os resultados da restauração ao longo do tempo.

Sempre que possível, o ecossistema de referência é definido visando representar o ecossistema local caso não houvesse ocorrido degradação, incorporando a capacidade do ecossistema em se adaptar às alterações ambientais atuais e futuras. Ou seja, é preciso reconhecer que os ecossistemas são dinâmicos e adaptam-se e evoluem ao longo do tempo em resposta às alterações nas condições ambientais e pressões humanas, incluindo as mudanças climáticas (ver Caixa de Texto 1 e a

UM ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA é um modelo representativo do ecossistema particular que define o ecossistema-alvo do projeto de restauração. Este inclui a descrição dos atributos da composição, estrutura e funções ecossistêmicas específicas que precisam ser reestabelecidas para um estado de auto-organização que levará à recuperação integral. Este modelo é desenvolvido com base em informações sobre as condições do passado, presente e do futuro previsto no local ou em locais semelhantes na região, consultando atores envolvidos.

definição de "ecossistema nativo local" no glossário). No caso das informações locais serem incompletas, dados regionais podem auxiliar a definição das características dos prováveis ecossistemas nativos locais (SER 2004).

Nos casos onde a incerteza e o potencial de desfechos imprevisíveis são altos, definir um ecossistema de referência pode não ser possível em uma única etapa do projeto de restauração. Principalmente no início, os ecossistemas de referência geralmente são uma hipótese em construção e são ajustados conforme novas informações são reveladas sobre o local. Conforme ganha-se confiança sobre o ecossistema de referência, a partir de maiores informações obtidas no próprio local, os detalhes e ecossistemas-alvo do projeto podem ficar mais específicos (Clewell & Aronson 2013).

Resumindo, utilizar um ecossistema de referência não deveria ser visto como uma tentativa de imobilizar uma comunidade ecológica em um determinado momento do tempo, ou de "voltar no tempo". O propósito de selecionar ou sintetizar um ecossistema de referência (ou referências sequenciais múltiplas que refletem mudanças previstas ao longo do tempo) é de aumentar o potencial de espécies e comunidades locais de recuperarem-se através de ações de restauração precisas e de continuar sua trajetória e evoluir frente às alterações futuras. Por este motivo, o modelo de referência envolve principalmente exemplos atuais ou análogos do ecossistema antes da degradação, onde estes existirem. Alternativamente, as informações históricas são usadas como ponto de partida para identificar ecossistemas-alvo, considerando variações naturais e prevendo alterações ambientais futuras. Desta maneira, a restauração reconecta os estados e condições históricas do ecossistema com aqueles que podem desenvolver-se no futuro.

O QUE PRECISA SER CONSIDERADO PARA DESENVOLVER UM ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA?

Condições abióticas, incluindo substratos, hidrologia, fluxos energéticos, ciclagem de nutrientes, regime de distúrbios e estímulos característicos de ecossistemas de referência são considerados, assim como a biota no estágio em que o ecossistema de referência está sendo caracterizado. Desta forma, a elaboração de ecossistemas de referência envolve análises da composição (espécies), estrutura (complexidade e configuração das espécies) e funcionalidade (processos abióticos e biofísicos básicos e a dinâmica da comunidade de organismos) do ecossistema a ser restaurado na área. O ecossistema de referência deve também incluir descrições dos estados sucessionais ou de desenvolvimento que podem caracterizar o declínio ou recuperação do ecossistema e descrições dos **fatores de estresse ecológico** e regimes de distúrbio que precisam ser reestabelecidos.

E QUANTO AOS ECOSSISTEMAS CULTURAIS?

Muitos ecossistemas ao redor do globo foram moldados em maior ou menor grau pelo uso humano. Exemplos conhecidos incluem a queimada da floresta pelos povos indígenas para criar e manter os campos abertos encontrados em bosques e savanas. Como estes ecossistemas foram modificados antes da industrialização e, portanto, apresentam estados muito semelhantes àqueles de áreas não-alteradas, eles são universalmente aceitos como ecossistemas nativos, e a continuidade das práticas de manejo tradicionais é inequivocamente encorajada como fator necessário para a continuidade de seu funcionamento. De maneira semelhante, outros ecossistemas que são mais modificados recentemente (e.g. muitos dos campos de feno cultivados na Europa central, e as savanas agrosilvopastoris no Mediterrâneo e na região de Sahel) são considerados exemplos de alta qualidade de ecossistemas nativos e modelos de referência legítimos no contexto de restauração ecológica. Nos casos onde a modificação dos ecossistemas culturais produz estados dissimilares, com composição de espécies significativamente distinta do ecossistema nativo, estas áreas podem não servir mais como ecossistemas de referência adequados para a restauração ecológica, mas ainda podem justificar o manejo (e reparo, se necessário) como ecossistemas seminaturais/culturais valiosos.

CAIXA DE TEXTO 1. ECOSSISTEMAS DE REFERÊNCIA NOS CASOS DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS IRREVERSÍVEIS.

Muitas áreas, intactas ou degradas, estão sujeitas a alterações irreversíveis de causas naturais; destas, muitas também se encontram crescentemente ameaçadas por alterações irreversíveis causadas por atividades antrópicas. Reestabelecer os ecossistemas nativos locais nestes casos requer antecipar estas alterações e, se necessário, simular os processos naturais de adaptação.

1. Mudanças físicas irreversíveis. Em casos onde alterações ambientais grandes e intransponíveis ocorreram, mas o ambiente alterado assemelha-se àqueles que ocorrerem em áreas próximas, os gestores de projetos podem considerar adotar como ecossistema de referência um ecossistema alternativo local que ocorreria naturalmente sob as novas condições ambientais. Exemplos de tais conversões incluem locais onde (i) a hidrologia foi alterada irreversivelmente de água salgada para doce, ou vice versa, (ii) águas fluviais geraram cursos d'água intermitentes, (iii) regimes de incêndio tradicionais foram alterados irreversivelmente e (iv) a erosão formou uma plataforma rochosa. Se tais atividades constituem restauração ecológica, atividades complementares de restauração ou simplesmente realocação (e.g. a criação de um ecossistema definido) será altamente dependente da ocorrência histórica local de tais alterações devido aos processos dinâmicos naturais, ao grau de irreversibilidade e ao nível de comprometimento do projeto em priorizar o estabelecimento de toda a gama de atributos-chave do ecossistema ao invés de somente estabelecer os serviços ecossistêmicos.
2. Mudanças climáticas antrópicas. Mundialmente, muitos ecossistemas estão sendo alterados devido a alterações climáticas antrópicas relativamente rápidas. Enquanto estas mudanças são, de forma geral, consideradas indesejadas e demandam atenção urgente da sociedade toda (Seção 4), muitas destas mudanças serão provavelmente irreversíveis no futuro próximo. Isto significa que as mudanças climáticas também precisam ser reconhecidas como parte integrante das condições ambientais as quais as espécies terão de adaptar ou extinguir-se.

   A realidade das mudanças climáticas antrópicas significa que a definição de ecossistemas-alvo deve ser baseada em dados e pesquisas contínuas sobre os efeitos previstos destas mudanças na distribuição e ecossistemas das espécies, de forma que estes efeitos possam ser documentados ou previstos. Apesar do elevado grau de incerteza existente, sabe-se que ecossistemas inteiros provavelmente serão perdidos em certas áreas geográficas (e.g. muitas comunidades marinhas, costeiras, alpinas e temperadas frias) onde não é possível criar áreas de migração ou corredores. Também sabemos que, em outros ecossistemas, o envelope climático de espécies individuais será alterado, resultando em alterações progressivas – e geralmente dramáticas – na sua distribuição. Algumas espécies podem ser perdidas enquanto outras podem apresentar maior flexibilidade intrínseca para adaptar-se ao clima ou migrar.

   Considerando que a migração é severamente limitada em ambientes fragmentados, ações práticas provavelmente serão necessárias para aumentar o potencial de adaptação de algumas espécies. A principal alternativa é de manter e melhorar representantes geneticamente diversos de quantas espécies locais for possível, e garantir que estas existam em configurações de habitat que aumentem a conectividade e favoreçam o fluxo gênico onde for apropriado. O potencial para introduzir experimentalmente materiais genéticos mais diversos da mesma espécie em populações em outros locais dentro da distribuição da mesma espécie pode também ser uma estratégia a ser considerada em algumas áreas.

Resumidamente, o papel da restauração é de "auxiliar a recuperação". Nós recomendamos que os profissionais desenvolvam projetos de restauração baseados em ecossistemas nativos locais, e que estejam prontos para adaptar estes projetos diante das mudanças observadas e prováveis nestes ecossistemas baseando-se nas práticas e pesquisas adequadas.

CONCEITO-CHAVE 2. IDENTIFICAR OS ATRIBUTOS-CHAVE DO ECOSSISTEMA-ALVO É NECESSÁRIO ANTES DE ESTABELECER OBJETIVOS DE LONGO PRAZO E METAS DE CURTO PRAZO

As seis **categorias de atributos-chave do ecossistema** estão listadas na Tabela 1. Considerando a vasta gama de tipos de ecossistemas para os quais a restauração ecológica é necessária, estas categorias são necessariamente abrangentes e talvez só possam ser mensuradas quando subdivididas em subcategorias mais detalhadas que sejam específicas para embasar as **metas** e **objetivos** de um projeto. Atributos específicos locais ou sub-atributos específicos do ecossistema sendo restaurado são identificados na fase de definição do ecossistema de referência, nas etapas iniciais de planejamento de um projeto (Caixa de Texto 2).

Indicadores mensuráveis e específicos (exemplos na Caixa de Texto 2) são selecionados para ajudar a avaliar se as metas e objetivos ecológicos e socioeconômicos dos projetos estão sendo alcançadas devido às intervenções. Para avaliar o sucesso das ações, é essencial que cada meta de restauração defina claramente: 1) o atributo ou sub-atributo que está sendo manipulado, 2) o resultado desejado (e.g. aumento, redução, manutenção), 3) a magnitude do efeito (e.g. aumento de 40% na cobertura vegetal) e 4) a escala de tempo.

Projetos que incluem indicadores ligados a objetivos e metas específicos não somente permitem a avaliação contínua do projeto, mas também garantem maior transparência, maneabilidade, e que os resultados serão transferíveis entre projetos. Esta abordagem é mais efetiva dentro de um contexto de manejo adaptativo (Caixa de Texto 3).

Tabela 1. Categorias de atributos-chave do ecossistema e exemplos de objetivos gerais que podem ser interpretados com base em cada categoria em um projeto de restauração.

Atributo	**Exemplos de objetivos gerais, a partir dos quais objetivos e metas mais específicos e adequados ao projeto podem ser desenvolvidos.**
Ausência de ameaças	Término de ameaças como sobre-exploração e contaminação; eliminação ou controle de espécies invasoras.
Condições físicas	Restabelecimento das condições hidrológicas e de substrato.
Composição de espécies	Presença de espécies de plantas e animais desejadas e ausência das espécies indesejadas.
Diversidade estrutural	Restabelecimento dos estratos, redes tróficas da fauna e a diversidade espacial do habitat.
Funcionalidade do ecossistema	Níveis apropriados de crescimento e produtividade; restabelecimento da ciclagem de nutrientes, decomposição, elementos do habitat, interações planta-animal e fatores normais de estresse; continuidade da reprodução e regeneração das espécies do ecossistema.
Mudanças externas	Restabelecimento das ligações e conectividade para migração e fluxo gênico; e para fluxos hidrológicos, de incêndios e outros processos da paisagem.

CAIXA DE TEXTO 2. ECOSSISTEMAS-ALVO, OBJETIVOS E METAS – QUE TERMOS DEVEMOS USAR?

Uma hierarquia de termos como "ecossistema alvo", "objetivos" e "metas" é útil para aprimorar a organização do planejamento, de forma que os tratamentos propostos sejam condizentes com os resultados finais desejados.

Apesar de não haver uma terminologia universalmente aceita e muitos grupos preferirem utilizar sua própria hierarquia de termos, o presente documento dos Padrões adota a terminologia dos Padrões Abertos para a Prática da Conservação (N.T.: nome original: Open Standards for the Practice of Conservation) desenvolvido pela Aliança para Medidas da Conservação 2013 (cmp-openstandards.org).

Metas precisam ser específicas, mensuráveis, alcançáveis, razoáveis e com prazos. Isto é obtido utilizando indicadores específicos e quantificáveis que conectam diretamente os objetivos (prazos mais longos) com as metas (prazos mais curtos) dos atributos-chave do ecossistema-alvo.

EXEMPLO HIPOTÉTICO

1. **Ecossistema-alvo.** O ecossistema-alvo de um projeto pode ser interpretado como um ecossistema referência específico que o projeto de restauração busca (e.g. Bosque de Carvalho composto pelos gêneros Quercus/Pseudotsuga), e deve incluir a descrição dos atributos-chave do ecossistema selecionado para o monitoramento e avaliação.
2. **Objetivos.** O objetivo ou os objetivos fornecem um foco mais refinado no processo de planejamento comparado ao ecossistema-alvo. Os objetivos descrevem as características do ecossistema-alvo buscadas em médio e longo prazo e, de forma geral, como estas características serão alcançadas. Por exemplo:

   Exemplos hipotéticos de objetivos ecológicos em um projeto onde o ecossistema-alvo é o Bosque de Carvalho composto pelos gêneros Quercus/Pseudotsuga em uma paisagem desmatada com alguns remanescentes podem ser:

   i. Obter composição, estrutura e funcionalidade dos remanescentes A e B intactos e em recuperação dentro de 5* anos; e,

   ii. Revegetação efetiva das conexões entre os remanescentes dentro de 10 anos.

   Exemplos hipotéticos de objetivos socioeconômicos do mesmo projeto podem ser obter:

   i. Melhor qualidade de água potável, possibilitar atividades de natação e atividades pesqueiras sustentáveis em 5 anos;

   ii. Um ambiente para aulas ao ar livre para as escolas locais dentro de 5 anos; e

   iii. Coesão social renovada dentro da comunidade, focada na melhoria do senso de lugar dentro de 5 anos.
3. **Metas** *(ecológicas e sociais)*. São as alterações e resultados intermediários necessários para chegar aos objetivos. Por exemplo, no caso hipotético do Bosque de Carvalho composto pelos gêneros Quercus/Pseudotsuga, as metas ecológicas preliminares podem ser:

   i. Reduzir a abundância de plantas invasoras para menos de 1% da cobertura florestal dentro de 2 anos nos remanescentes A e B;

   ii. Aumentar as taxas de recrutamento de arbustos nativos para pelo menos duas espécies dentro de 2 anos para os remanescentes A e B;

   iii. Aumentar a densidade de plantas nativas lenhosas para pelo menos 100 fustes/ha de árvores e 100 fustes/ha de arbustos em 3 anos e aumentar o avistamento de fauna vertebrada;

   iv. Aumentar a riqueza para pelo menos 6 espécies de gramíneas e 10 espécies herbáceas / 10 m² e volume de detritos lenhosos para <5 m³/ha nas áreas reconstruídas dentro de 3 anos;

   v. Término do pastoreio de gado e do descarte de resíduos agrícolas na área dentro de 1 ano;

   vi. Reduzir a contagem de E. coli em cursos d'água para os padrões estabelecidos pelas autoridades da saúde para possibilitar o uso para natação dentro de 5 anos e para consumo da água dentro de 10 anos;

   vii. Receber visitas de campo de 50% das escolas locais em 5 anos; e,

   viii. Formação de um grupo de "amigos" da área em restauração representando >50% da vizinhança dentro de 2 anos, aumentando para 80% em 5 anos.

***Note que estes valores são exemplos hipotéticos e não diretrizes.**

CAIXA DE TEXTO 3. MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO E MANEJO ADAPTATIVO

Monitorar as respostas de um ecossistema para as ações de restauração é essencial para:

1. demonstrar aos atores envolvidos que os objetivos estão sendo atingidos conforme planejado;
2. identificar se as ações de restauração estão sendo efetivas ou precisam ser modificadas (i.e. manejo adaptativo); e
3. responder perguntas específicas (e.g. avaliar tratamentos particulares ou quais ecossistemas ou processos estão retornando para o ecossistema).

Assim como os recursos para todos os outros elementos de um projeto de restauração, os recursos para o monitoramento adequado devem ser alocados antes da fase de planejamento. Os planos de monitoramento devem ser incluídos no planejamento do projeto para garantir que os objetivos sejam claramente determinados e as metas mensuráveis. Informações sobre as condições "iniciais" de um projeto devem ser coletados antes que quaisquer alterações no ecossistema sejam causadas pelas ações de restauração.

O manejo adaptativo baseia-se em objetivos claros e num conjunto de metas que podem ser ajustadas por "tentativa e erro". Usando os melhores conhecimentos, habilidades e tecnologias à disposição, as ações são implementadas de acordo com estes objetivos e metas e são realizados registros dos sucessos, fracassos e aspectos com potenciais para melhora. Estas lições formam a base para a próxima rodada de "melhorias". O manejo adaptativo pode e deve ser uma abordagem padrão pra qualquer projeto de restauração, independentemente de quão bem fundamentado seja este projeto. O manejo adaptativo pode ser apoiado pelo monitoramento formal ou informal.

1. Uma maneira prática – e talvez mínima – de fornecer **evidência visual aos atores envolvidos e agências reguladoras de que os objetivos estão sendo cumpridos** é uma série temporal de fotografias. Ou seja, tirar fotos da área em restauração a partir do mesmo lugar antes das ações de restauração e em intervalos para mostrar mudanças ao longo do tempo. Em áreas pequenas, pontos de fotografia fixos no chão podem ser marcados, enquanto, em áreas maiores, as imagens de sensoriamento remoto (incluindo drones) ou imagens derivadas de outros sistemas de detecção podem fornecer imagens úteis da área antes e depois das ações de restauração. Como estas imagens fornecem somente uma visualização das alterações ocorridas, certas fontes de fomento (especialmente aquelas de agências reguladoras) exigem o monitoramento formal quantitativo baseado em parcelas. Tais monitoramentos geralmente envolvem profissionais e são baseados em um plano de monitoramento que define, entre outros aspectos, o delineamento do monitoramento, cronograma, responsabilidades, métodos de análise e esquemas conceituais para responder e se comunicar com agências reguladoras, de fomento e outros atores envolvidos. Estes monitoramentos não exigem somente dados sobre o "antes e depois" da área e, idealmente, áreas sem intervenção (controle) devem ser incluídas. Implementando assim um delineamento "Impacto Antes-Depois-Controle" (BACI). Onde for necessário, o monitoramento também pode ser realizado concomitantemente em áreas de Referência, permitindo assim o delineamento BACI.
2. Um processo básico necessário para identificar se as ações de restauração estão funcionando ou precisam ser modificadas é a inspeção constante da área, registrando as observações das respostas do local às ações de restauração. Tais inspeções são realizadas por um supervisor do projeto para identificar qualquer necessidade de respostas imediatas e para garantir que os tratamentos adequados possam ser realizados antes que os problemas possam se estabelecer. No entanto, abordagens mais formais de monitoramento utilizando métodos descritivos, como sistemas de classificação das condições locais, são necessários para monitorar de maneira confiável o progresso em direção aos objetivos.

   A amostragem formal das populações animais e vegetais pode abranger uma gama de métodos de captura e rastreamento de fauna ou de amostragem da vegetação utilizando parcelas ou transectos alocados aleatoriamente. O delineamento destes métodos de monitoramento deve ocorrer na fase de planejamento do projeto para garantir que as metas, objetivos e indicadores do projeto sejam mensuráveis e que o monitoramento esteja alinhando com estes objetivos e metas. Deve-se atentar para que a amostragem tenha início antes das intervenções para a restauração. Quando possível, áreas controle devem ser incluídas no delineamento de monitoramento. O delineamento deve ser realizado por pessoas com experiência e capacitadas. Desta forma, se as habilidades necessárias não estiverem disponíveis na equipe do projeto, buscar-se-á recomendações de profissionais com experiência em delinear monitoramentos, documentar e armazenar informações e realizar as análises adequadas.

   Comparar experimentalmente as técnicas de intervenção avança mais um nível de formalidade. Experimentos adequados devem atentar para as convenções de suficiência amostral, replicações e o uso de tratamentos controle a fim de interpretar os resultados com certo grau de confiabilidade. Em alguns casos, certas espécies ou grupos de espécies podem funcionar como indicadores de condições abióticas adequadas. Para microrganismos no solo, um ou mais atributos quantitativos podem ser usados como indicadores para monitorar a recuperação da diversidade funcional nas comunidades microbiais do solo ao longo do projeto de restauração.
3. O monitoramento pode ser usado para **responder perguntas** (i.e. hipóteses formais) sobre novos tratamentos ou o retorno de organismos e processos nas áreas em restauração, mas somente se os dados coletados estiverem bem relacionados a estas perguntas e um delineamento experimental adequado for utilizado. Também é necessário registrar rigorosamente os tratamentos específicos e quaisquer outras condições que possam afetar os resultados das ações de restauração. Um procedimento padrão para aqueles que implementaram a pesquisa seria buscar parcerias entre cientistas e profissionais para garantir que o projeto receba assessoria e aconselhamento técnico e científico adequados para aumentar suas chances de sucesso e relevância. Onde novos tratamentos serão implementados ou onde as características locais são desconhecidas, tratamentos-pilotos devem ser alocados em áreas menores antes da implementação em áreas maiores.

CONCEITO-CHAVE 3. A MANEIRA MAIS CONFIÁVEL DE ALCANÇAR A RECUPERAÇÃO É AUXILIAR OS PROCESSOS DE REGENERAÇÃO NATURAL, COMPLEMENTANDO O QUE FOI PERDIDO DO POTENCIAL DE RECUPERAÇÃO.

Um conceito-base essencial da restauração é que nós, enquanto profissionais da área, não realizamos a recuperação de fato de um ecossistema. Nós podemos criar as condições e inserir os componentes, mas o trabalho da recuperação é feito pela própria biota através da germinação ou nascimento/incubação, crescimento, reprodução, recrutamento e interações com outros organismos e seu ambiente ao longo do tempo. A restauração pode facilitar estes processos, auxiliando o retorno adequado dos ciclos, fluxos, níveis de produtividade e estruturas específicas de habitats e nichos. Isto sugere que as intervenções para a restauração devem focar em restabelecer os componentes e condições adequados para reestabelecer estes processos e em recuperar os atributos dos ecossistemas degradados para valores anteriores à degradação, incluindo sua capacidade de auto-organização e **resiliência** a estresses futuros. A maneira mais previsível e custo-eficiente de atingir estes objetivos é aproveitar o que resta do potencial de regeneração das espécies e realizar intervenções mais intensivas somente onde o potencial de **regeneração** foi esgotado. Não buscamos com isso colocar as ações de regeneração acima das ações de **reconstrução** (ver Caixa de Texto 4), mas enfatizar que a efetividade e eficiência da restauração pode ser melhorada estimando corretamente a capacidade de recuperação de uma área e prescrevendo os tratamentos adequados. Desta forma, uma avaliação é necessária no estágio de **diagnóstico** de um projeto de restauração para identificar (1) qualquer potencial de regeneração ainda presente após as alterações das condições locais, incluindo suas dinâmicas ou (2) qualquer necessidade de restabelecer elementos bióticos e abióticos ausentes. Esta avaliação deve basear-se no conhecimento de aspectos como os mecanismos de recuperação de espécies que provavelmente ocorrem no local e os indicadores que podem prever os fluxos e estoques de propágulos destas espécies. Onde os potenciais e limitações não forem claros devido à falta de conhecimento ou indicadores, é comum testar a resposta às intervenções de restauração em áreas menores antes de estas serem aplicadas em áreas maiores.

Esta avaliação do potencial de recuperação, com ou sem facilitação, não é somente essencial para otimizar a recuperação, mas também é importante para ajudar a identificar quais áreas devem ser priorizadas para tratamentos. Benefícios podem ser obtidos, por exemplo, ao priorizar a alocação dos escassos recursos em áreas onde a capacidade de regeneração ainda não foi totalmente esgotada (e.g. remanescentes e suas margens, terrestres ou aquáticas, qualquer que seja sua condição), deixando áreas com menor potencial de regeneração como menos prioritárias, a não ser que estas tenham importância estratégica ou de algum outro tipo. Desta maneira, áreas em recuperação podem aumentar sua extensão para expandir e conectar estrategicamente ecossistemas nativos e permitir que eles se unam em conjuntos maiores e mais funcionais para fornecer habitats mais funcionais para a fauna.

Os resultados exatos das intervenções para restauração são imprevisíveis. Desta forma, os profissionais devem estar preparados para realizar tratamentos adicionais para superar limitações inesperadas ou aproveitar oportunidades. Distúrbios realizados para estimular a recuperação de espécies nativas, por exemplo, também podem estimular respostas de espécies indesejadas presentes no banco de propágulos, geralmente requerendo múltiplas intervenções posteriores até que os objetivos do projeto sejam alcançados.

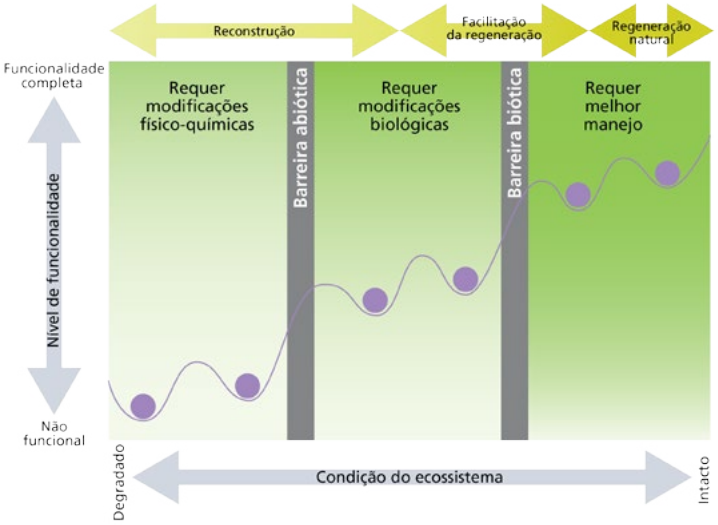


Figura 1. Modelo conceitual da degradação do ecossistema e suas respostas através da restauração (Adaptado de Keenleyside et al. 2012 and Whisenant 1999; cf. Hobbs & Harris 2001). As partes côncavas do diagrama representam pontos de estabilidade onde um ecossistema pode permanecer em um estado estável antes de alterar-se (devido a um processo ou evento de restauração ou degradação) passando por uma barreira (representada pelos picos no diagrama) em direção a um estado de maior ou menor funcionalidade. Nota: locais que necessitam de correção física e/ou química, mas com elevado potencial de colonização podem progredir rapidamente na trajetória de recuperação sem a necessidade de intervenções envolvendo modificações biológicas.

CAIXA DE TEXTO 4. IDENTIFICANDO ABORDAGENS ADEQUADAS DE RESTAURAÇÃO

Espécies nativas são capazes de recuperar-se após distúrbios naturais ou estresses aos quais elas se adaptaram ao longo de sua história evolutiva. Esta capacidade pode ser aproveitada para auxiliar a recuperação de uma área após impactos antrópicos, desde que estes impactos se assemelhem (em natureza e intensidade) aos distúrbios ou estresses que as espécies estão adaptadas. Identificar corretamente a capacidade das espécies de regenerar em um dado local facilita a seleção de métodos apropriados e tratamentos, evitando assim o uso ineficiente de recursos naturais ou financeiros ou outros inputs de restauração.

Uma ação útil no início dos projetos de restauração é identificar as áreas mais resilientes (menos danificadas) de um local e facilitar a regeneração natural nestas áreas. Em alguns casos, este conjunto de ações recebe o nome de restauração "passiva" (apesar deste termo não ser inteiramente correto, já que as intervenções para a restauração não são, de forma alguma, passivas). Reintroduções e aumento das populações existentes, muitas vezes referidas como restauração "ativa", podem então ser empregadas em áreas (ou para espécies) com potencial de regeneração considerado baixo ou ausente.

As três abordagens gerais podem ser utilizadas sozinhas ou combinadas, conforme necessário. Todas as abordagens requerem manejo adaptativo contínuo até que a recuperação seja obtida.

1. **Regeneração natural (ou espontânea).** Onde os danos são relativamente baixos (ou onde o cronograma do projeto é longo o suficiente e populações próximas estão presentes para permitir a recolonização), o término das ações de degradação (incluindo remoção das espécies nativas, pastoreio impróprio, sobre-pesca, impedimento dos fluxos hídricos e regimes de incêndio alterados) podem ser suficientes para permitir a recuperação da comunidade de plantas e/ou animais. Espécies de animais podem migrar de volta para o local em restauração se este estiver conectado. Espécies vegetais podem se recuperar através da rebrota ou germinação do banco de sementes remanescente no solo ou a partir de sementes originadas de áreas próximas.
2. **Facilitação da regeneração natural.** A recuperação de locais com degradação intermediária (ou mesmo alta) requer que as causas de degradação sejam removidas e intervenções sejam feitas para sanar o dano abiótico e fomentar a recuperação biológica. *Exemplos de intervenções bióticas menos intensas incluem: restabelecer os fluxos ambientais e passagem de peixes em estuários e rios, causar distúrbios artificiais para quebrar a dormência de sementes, e instalar estruturas de habitat como troncos ocos, rochas, galharias e poleiros. Exemplos de intervenções abióticas mais intensivas incluem: remediar a contaminação ou as características químicas do substrato, recuperar relevos e trajetórias de cursos d'água, construir estruturas de habitat como recifes de moluscos e controlar plantas e animais invasores.*
3. **Reconstrução.** Onde os danos são elevados, não somente todas as causas de degradação devem ser removidas ou revertidas e todos os danos bióticos e abióticos corrigidos para assemelhar-se ao ecossistema nativo de referência, mas também toda (ou a proporção desejada) da biota deve ser reintroduzida onde for possível. Estes então irão interagir com os componentes abióticos, levando à recuperação dos atributos.

Combinações das três abordagens são justificadas. As respostas variadas das diferentes espécies nativas ao mesmo tipo de impacto pode significar que algumas espécies podem sair do ecossistema antes de outras. Em tais casos, espécies menos resilientes podem requerer reintrodução em uma área onde a abordagem da regeneração natural ou facilitada é geralmente aplicada. Adicionalmente, espécies vegetais podem precisar ser reintroduzidas, enquanto algumas ou todas as espécies animais podem recuperar-se sem reintrodução (ou vice-versa). A reintrodução de plantas ou animais também pode ser justificada onde a diversidade genética for insuficiente.

Um mosaico das três abordagens pode ser necessário onde diferentes níveis de degradação ocorreram em diferentes áreas em um local. Isto é necessário particularmente em escalas maiores. Desta forma, certas áreas de um local podem necessitar da abordagem da regeneração natural, outras da abordagem da regeneração facilitada, e outras ainda necessitarão da abordagem de reconstrução (ou combinações destas conforme necessário).

Responder às condições locais desta maneira irá garantir níveis ótimos de similaridade entre os resultados da restauração e as condições definidas pelo ecossistema de referência adequado.

CONCEITO-CHAVE 4. A RESTAURAÇÃO BUSCA A PROGRESSÃO PELO "MAIOR E MELHOR ESFORÇO" EM DIREÇÃO À RECUPERAÇÃO INTEGRAL

Um projeto de restauração ecológica tem o objetivo de assegurar, na medida do possível, uma trajetória segura para alcançar a recuperação integral em relação a um ecossistema nativo de referência adequado. A recuperação integral não é possível ou apropriada em todos os casos. No entanto, mesmo onde possível, a recuperação integral pode levar décadas ou mesmo séculos, devido à grande escala temporal de alguns processos de recuperação, a falta de recursos, tecnologias ou conhecimento dos projetos de restauração, ou a fatores externos à área em processo de restauração que podem precisar de longas negociações para serem resolvidos.

Reconhecer que a recuperação integral pode ser lenta encoraja gestores a adotarem a política da melhoria contínua. Estratégias de melhoria contínua podem incluir remanejar ou realizar novas intervenções em locais já manejados quando novos conhecimentos, tecnologias ou recursos tornam-se disponíveis – ou através da adoção de processos padrões de manejo adaptativo. Considerar escalas de tempo maiores pode encorajar gestores que acham que somente recuperação parcial pode ser alcançada a ampliar seus objetivos para incluir a recuperação integral em longo prazo. Isso sugere que (i) o foco no nível de recuperação e (ii) valorizar todos os "maiores e melhores" níveis de recuperação (i.e. maior e melhor desempenho possível no projeto individual) pode ser uma maneira útil de visualizar os objetivos e resultados de qualquer projeto de restauração.

SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO CINCO ESTRELAS – FOCO NO *NÍVEL DE RECUPERAÇÃO*

Para auxiliar gestores, profissionais e autoridades reguladoras a acompanhar o progresso em direção aos objetivos do projeto ao longo do tempo, os Padrões fornecem uma ferramenta (5 níveis ou "estrelas") para avaliar progressivamente e ordenar de forma crescente a recuperação ao longo do tempo. Esta ferramenta está tanto resumida (Tabela 2), quanto descrita em mais detalhes em relação aos seis atributos-chave do ecossistema em restauração ecológica (Tabela 3). Um modelo para comunicar visualmente o progresso da recuperação em um local ao longo do tempo também é fornecido (Figura 2).

A recuperação cinco estrelas (i.e. uma condição onde o ecossistema está em uma trajetória autorregulada em direção à recuperação integral, baseado em um ecossistema nativo de referência adequado) é o padrão-ouro que todos os projetos de restauração buscam, na medida do possível. Projetos que buscam objetivos menos ambiciosos são encorajados a usar o sistema de ordenação crescente 5 estrelas para identificar o nível em que os objetivos do projeto estão sendo atingidos e para fomentar o aumento das ambições futuras. Projetos que não focam no restabelecimento das características bióticas de um ecossistema de referência nativo adequado deveriam ser considerados de reabilitação ao invés de restauração. No entanto, tais projetos de reabilitação ainda podem se beneficiar do uso do sistema 5 estrelas em relação à recuperação dos atributos funcionais.

É POSSÍVEL IDENTIFICAR ANTECIPADAMENTE ONDE A RESTAURAÇÃO É POSSÍVEL?

A experiência nos mostra que a aparência de um local nem sempre é um indicador confiável do seu potencial de restauração. Em muitos casos onde a restauração era considerada impossível para alguns, a recuperação foi alcançada após a aplicação de intervenções hábeis e bem embasadas. Quando o potencial de recuperação de um local é incerto, mas sua recuperação é altamente desejada, um procedimento padrão é realizar intervenções-piloto em uma área pequena por um período que seja suficiente para obter mais evidências de uma forma ou de outra. Se mesmo a recuperação parcial se mostrar impossível ou inviável, talvez seja necessário modificar os objetivos do projeto de restauração para reabilitação

Tabela 2. Resumo dos padrões gerais para níveis de recuperação 1-5 estrelas.

Nota 1: cada nível é cumulativo. **Nota 2:** os diferentes atributos evoluirão em velocidades diferentes - ver a Tabela 3, que mostra padrões gerais mais detalhados para cada um dos seis atributos do ecossistema. **Nota 3:** Este sistema é aplicável para qualquer nível de recuperação em que um ecossistema de referência seja usado.

Número de estrelas	RESUMO DO RESULTADO DA RECUPERAÇÃO *(Nota: Com base em um ecossistema nativo de referência adequado)*
★	Prevenção da continuidade da degradação. Substratos remediados (física e quimicamente). Alguma biota nativa presente e nichos para recrutamento futuro não estão prejudicados pelas características bióticas ou abióticas atuais. Melhorias futuras para todos os atributos já planejados e manejo futuro da área garantido.
★★	Ameaças de áreas adjacentes começando a ser manejadas ou mitigadas. A área apresenta um pequeno subconjunto das espécies nativas características do ecossistema e baixa ameaça das espécies indesejadas no local. Melhoria da conectividade já planejada com proprietários de terra próximos.
★★★	Ameaças circundantes sendo manejadas ou mitigadas e baixíssima ameaça de espécies indesejadas na área. Um subconjunto moderado de espécies nativas características do ecossistema estão estabelecidas. Evidência do retorno da funcionalidade dos ecossistemas. Evidência de melhoria da conectividade.
★★★★	Um subconjunto significativo da biota característica do ecossistema está presente (representando todos os grupos de espécies), fornecendo evidência para o desenvolvimento da estrutura da comunidade e início dos processos ecossistêmicos. Estabelecimento de melhor conectividade e manejo ou mitigação das ameaças circundantes.
★★★★★	Estabelecimento de uma comunidade biótica característica do ecossistema, de tal forma que a complexidade estrutural e trófica poderá desenvolver-se sem intervenções adicionais. Início dos fluxos transfronteiriços adequados. Altos níveis de resiliência são prováveis com o retorno do regime de distúrbios apropriados. Planos de manejo de longo prazo já estabelecidos.

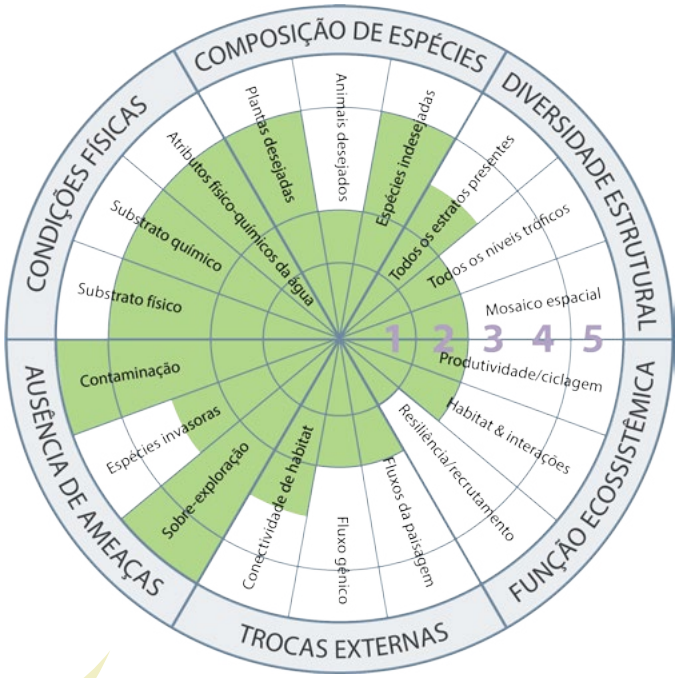


Figura 2. Avaliação do progresso pelo modelo da "roda da recuperação", ilustrando um projeto de reconstrução hipotético de 1 ano de idade a caminho da condição 4 estrelas. Este modelo permite aos gestores ilustrar a taxa de recuperação de um ecossistema ao longo do tempo. Um profissional altamente familiarizado com os objetivos, metas e indicadores locais específicos estabelecidos para o projeto e os níveis de recuperação alcançados até o momento pode preencher os segmentos para cada sub-atributo após uma avaliação formal ou informal. (Modelos em branco do diagrama estão disponíveis no Apêndice 2). Nota: definições dos sub-atributos podem ser alteradas ou mais sub-atributos podem ser adicionados para melhor representar um determinado ecossistema.

Tabela 3. Escala geral de recuperação 1-5 estrelas interpretada no contexto dos seis atributos-chave do ecossistema usados para quantificar o progresso em direção a uma condição autorregulada. Veja as notas interpretativas na próxima página.

Nota: Esta escala de 5 estrelas representa um gradiente cumulativo de similaridade muito baixa a muito alta em relação ao ecossistema de referência. Esta escala fornece somente um modelo genérico, requerendo que os usuários desenvolvam indicadores e métricas de monitoramento específicos para seus ecossistemas e sub-atributos.

ATRIBUTO	★	★★	★★★	★★★★	★★★★★
Ausência de ameaças	Isolamento dos fatores de degradação e estabilidade na posse e manejo da terra.	Ameaças de áreas circundantes começando a ser manejadas ou mitigadas.	Todas as ameaças circundantes manejadas ou minimamente mitigadas.	Todas as ameaças circundantes manejadas ou medianamente mitigadas.	Todas as ameaças manejadas ou mitigadas ao máximo.
Condições físicas	Remediação de problemas físicos e químicos graves (e.g. contaminação, erosão, compactação).	Propriedades químicas e físicas do substrato (e.g. pH, salinidade) a caminho de estabilizar dentro dos valores naturais.	Substrato estabilizado dentro dos valores naturais e sustentando o crescimento da biota característica.	Substrato estabilizado nas condições adequadas para a continuidade do crescimento e recrutamento da biota característica do ecossistema.	Substrato exibindo propriedades físicas e químicas muito semelhantes ao ecossistema de referência com evidências de que pode sustentar espécies e processos indefinidamente.
Composição de espécies	Espécies nativas colonizando a área (e.g. ~2% das espécies do ecossistema de referência). Nenhuma ameaça para os nichos de regeneração ou processos sucessionais.	Diversidade genética das espécies estabelecida e um pequeno subconjunto das espécies nativas características estabelecendo-se na área (e.g. ~10% da referência). Baixa ameaça de espécies exóticas invasoras ou espécies indesejadas no local.	Subconjunto das espécies nativas (e.g. ~25% da referência) estabelecendo em porção significativa da área. Pouquíssima ameaça local de espécies indesejadas.	Diversidade significativa da biota característica (e.g. 60% da referência) presente no local e representando uma vasta diversidade de grupos de espécies. Nenhuma ameaça local de espécies indesejadas.	Alta diversidade de espécies características (e.g. >80% da referência) no local, com elevada similaridade ao ecossistema de referência. Melhora do potencial de colonização de mais espécies ao longo do tempo.
Diversidade estrutural	Um ou nenhum estrato presente e nenhum padrão espacial ou complexidade trófica em relação ao ecossistema de referência.	Mais estratos presentes, mas padrões espaciais e complexidade trófica dissimilares ao ecossistema de referência.	Maioria dos estratos presentes e padrões espaciais e complexidade trófica de alguma maneira semelhantes à área de referência.	Todos os estratos presentes. Padrão espacial evidente e desenvolvimento de complexidade trófica significativa em relação ao ecossistema de referência.	Todos os estratos presentes e elevado padrão espacial e complexidade trófica. A complexidade e os padrões espaciais são capazes de se auto-organizar para assemelhar-se muito ao ecossistema de referência no futuro.
Funcionalidade do ecossistema	Substrato e hidrologia estão somente nos estágios iniciais, sendo capazes de desenvolver funções semelhantes ao ecossistema de referência no futuro.	Aumento no potencial do substrato e da hidrologia para uma gama maior de funções, incluindo ciclagem de nutrientes e provisão de habitat/ recursos para outras espécies.	Evidência de início de funções - e.g. ciclagem de nutrientes, infiltração de água e provisão de recursos de habitat para uma ampla gama de espécies.	Evidência significativa de início de funções e processos chave, incluindo reprodução, dispersão e recrutamento de espécies.	Evidência considerável das funções e processos em uma trajetória segura em direção ao ecossistema de referência e evidência de provável resiliência do ecossistema após o restabelecimento dos regimes de distúrbio apropriados.
Trocas externas	Potencial para trocas (e.g. de espécies, genes, água, incêndio) com a paisagem circundante ou com o ambiente aquático definido.	Conectividade para aumentar as trocas positivas (e minimizar as negativas) obtida através da cooperação com os atores envolvidos e configuração do local.	Aumento contínuo da conectividade e trocas entre a área e o ambiente externo começando a ficar evidentes (e.g. mais espécies, fluxos, etc.).	Elevado nível de conectividade com outras áreas naturais estabelecidas, atentando para o controle de pragas e outros distúrbios indesejados.	Evidências que o potencial para trocas externas é muito semelhante à referência e estabelecimento de acordos de manejo integrado de longo prazo em um contexto maior da paisagem.

OBSERVAÇÕES PARA INTERPRETAR O SISTEMA DE AVALIAÇÃO 5 ESTRELAS

- **O sistema de 5 estrelas serve para avaliar a progressão de um ecossistema ao longo de uma trajetória para alcançar a recuperação.** Não é uma ferramenta para avaliar locais em si, ou para avaliar o desempenho de profissionais.
- **O sistema de 5 estrelas representa um gradiente conceitual, fornecendo um esquema que pode ser interpretado por gestores, profissionais e agências reguladoras de forma mais quantitativa para adequar-se a um ecossistema específico.** Os indicadores descritos nas Tabelas 2 e 3 são de natureza genérica e devem ser interpretados de maneira mais específica por gestores de acordo com as especificidades do ecossistema ou projeto.
- **A avaliação só pode ser tão rigorosa (e, portanto, tão confiável) quanto o monitoramento do qual obtêm informações.** Uma avaliação precisa especificar de maneira transparente o nível de detalhes e o grau de formalidade do monitoramento que embasou suas conclusões. Isto significa que a Figura 2 ou uma planilha de avaliação não devem ser utilizadas como evidência do sucesso da restauração sem também citarem o relatório de monitoramento em que foram embasadas.
- **Os projetos de restauração não começam necessariamente no nível de 1 estrela.** Locais com biota remanescente e substratos preservados iniciarão em níveis mais altos, enquanto locais onde os substratos foram prejudicados ou a biota está ausente começarão em níveis mais baixos. Qualquer que seja o ponto de partida de um projeto, o objetivo deve ser auxiliar a progressão do ecossistema ao longo de uma trajetória de recuperação para atingir a recuperação 5 estrelas, na medida do possível. *Uma pontuação de recuperação nula seria anotada em relatórios escritos ou considerada como valor zero em planilhas e seria representada por uma célula vazia no diagrama*.
- **Avaliações usando o sistema 5 estrelas e a Figura 2 devem ser específicos para locais e escalas.** O sistema de 5 estrelas é mais informativo quando aplicado na escala de um projeto ou local individual ao invés de uma paisagem ou área aquática contendo zonas que não estão sujeitas aos tratamentos de restauração ou reabilitação. Não obstante, os locais podem ser separados em múltiplas áreas menores que podem ser avaliadas separadamente e depois agregadas para informar o grau de recuperação em programas maiores. Para programas que incluem os elementos de restauração e desenvolvimento social, um relatório 5 estrelas deveria ser acompanhado de informações suplementares que representam estes ganhos.

CONCEITO-CHAVE 5. A RESTAURAÇÃO BEM SUCEDIDA BASEIA-SE EM TODO O CONHECIMENTO RELEVANTE

A relação antiga das comunidades locais (incluindo populações indígenas) gera um conhecimento detalhado e extensivo dos locais e ecossistemas que, quando integrado aos projetos de restauração, fornece excelentes oportunidades para melhorar os resultados da restauração e os benefícios sociais. Profissionais da restauração e uma vasta gama de outras disciplinas também contribuem com conhecimentos vastos e detalhados para a restauração, assim como pesquisadores. A prática da restauração ecológica é única devido ao elevado grau de conhecimento adquirido que integra o conhecimento ecológico (baseado na ciência e no conhecimento ecológico tradicional) com o conhecimento dos profissionais e o conhecimento desenvolvido nos campos da prática da restauração, agronomia, produção de sementes, horticultura, manejo de plantas e animais, manejo da água e do solo, engenharia, desenho e gerenciamento de paisagens e planejamento da conservação, entre outros. A ecologia da restauração é o campo científico que foca em questões relevantes para a prática da restauração ecológica, a qual por sua vez é baseada na ecologia básica e aplicada, biologia da conservação, conservação genética, ecologia de paisagens, e nas ciências sociais e econômicas.

O pensamento científico não é algo exclusivo dos pesquisadores profissionais, mas sim uma abordagem lógica, baseada em ideias testáveis (hipóteses) que podem ser aplicadas em diferentes níveis de formalidade. Os processos informais de tentativa e erro são característicos de todos os projetos de restauração ecológica. No entanto, monitoramentos mais formais baseados em princípios de delineamento

experimental são cada vez mais incorporados em projetos de restauração ecológica (Caixa de Texto 3). Em muitos casos, os profissionais apresentam conhecimento e habilidades suficientes para utilizar uma abordagem científica e alcançar o nível desejado de monitoramento. No caso do planejamento, implementação e monitoramento de projetos de restauração ecológica de maneira profissional, uma bagagem de conhecimento significativa sobre a prática e bases ecológicas da restauração são necessários. Isto requer que os planejadores e profissionais baseiem-se tanto quanto possível em todo o aprendizado e o conhecimento obtido até o presente.

Os benefícios do monitoramento formal podem ser potencializados por colaborações entre profissionais e pesquisadores. Tais colaborações (sejam envolvendo as ciências naturais ou sociais) também podem resultar em pesquisas que aumentem o potencial para abordagens inovadoras de restauração, forneçam diretrizes embasadas para atividades futuras e coletem dados replicáveis que geram novos conhecimentos.

Por exemplo, a pesquisa focada pode ajudar profissionais a superar barreiras aparentemente difíceis para a recuperação, principalmente para projetos em larga escala onde a custo-efetividade é indispensável. Estas barreiras podem incluir condições hostis de substrato, características reprodutivas problemáticas das espécies ou quantidade e qualidade insuficiente de **germoplasma**. Em casos de restauração obrigatória, a transparência em relação à disponibilidade de conhecimento científico para embasar os resultados da restauração deve ser estabelecida na fase de desenvolvimento da proposta. Quando desafios técnicos significativos ou imprevistos surgem durante projetos de restauração obrigatória, atividades de pesquisa direcionada devem ser realizadas para identificar soluções. Se estas pesquisas, apesar de apropriadas e adequadas, ainda falharam em fornecer soluções para alcançar os critérios de desempenho do projeto, seria apropriado rebaixar os critérios e desenvolver compensações alternativas.

Estudos formais integrados em projetos de restauração também podem melhorar nosso entendimento de como um ecossistema se organiza e quais seriam as condições críticas mínimas necessárias para permitir que um ecossistema continue seus processos de recuperação sem ajuda (incluindo sua resistência e resiliência a estresses característicos). Há uma necessidade crescente de métodos científicos que auxiliam a avaliação do potencial das populações animais ou vegetais em adaptarem-se efetivamente às mudanças climáticas antrópicas. Quando pouco se sabe sobre uma população, pesquisas podem ser necessárias para determinar o nível de assistência necessário para melhorar sua adaptabilidade às mudanças climáticas (i.e. melhorar o potencial de adaptabilidade da população para os cenários climáticos previstos).

USANDO O MANEJO ADAPTATIVO PARA GERAR CONHECIMENTO E CAPACITAÇÃO

A falta de sucesso de ações de restauração no passado não significa que a restauração seja inviável prática ou economicamente no futuro. Quando lacunas de conhecimento e de competências técnicas existem, o uso do manejo adaptativo, em sintonia com a ciência focada e baseada nos resultados, é um princípio fundamental para construir o know-how para melhorias futuras na capacitação para a restauração

CONCEITO-CHAVE 6. ENVOLVIMENTO GENUÍNO E ATIVO COM TODOS OS ATORES ENVOLVIDOS DESDE O INÍCIO DO PROJETO É A BASE PARA O SUCESSO DA RESTAURAÇÃO EM LONGO PRAZO

A restauração é realizada não somente para restaurar valores ambientais, mas também para satisfazer valores, necessidades e expectativas socioeconômicas e culturais. Comunidades que vivem ou trabalham em ecossistemas naturais ou seminaturais beneficiam-se de ações de restauração que melhoram a qualidade do ar, da terra, da água e da vegetação. Comunidades locais e indígenas, em particular, também se beneficiam de ações de restauração que fortalecem culturas e meios de vida baseados na natureza. Comunidades urbanas também se beneficiam das ações de restauração que fornecem ***mercadorias***, recursos naturais e oportunidades para reconectar-se com a natureza.

Um leque de relações existe entre humanos, a biota e as paisagens do mundo; e os valores e

comportamentos humanos (sejam positivos ou negativos) ditarão as condições e a saúde futura dos ecossistemas. A restauração em si pode ser um meio poderoso para encorajar atitudes positivas e restaurativas para os ecossistemas naturais e o mundo em geral. No entanto, conservar e restaurar os ecossistemas depende do reconhecimento das expectativas e interesses dos atores envolvidos e do envolvimento destes para encontrar soluções para garantir que os ecossistemas e a sociedade prosperem mutuamente.

Nos casos onde a restauração ainda não está oficializada ou quando um maior envolvimento é desejado, os gestores de projetos de restauração devem genuinamente e ativamente envolver-se àqueles que vivem ou trabalham próximo ou na área em restauração, e também àqueles que têm interesse na biodiversidade e valores intrínsecos da área, ou ainda nos bens e serviços ecossistêmicos fornecidos. É particularmente importante reconhecer a importância cultural dos ecossistemas e das áreas para os indivíduos e as comunidades, incluindo aquelas envolvidas em restauração. Este envolvimento deve ocorrer imediatamente ou logo após o início do projeto, para ajudar na definição dos objetivos e metas ecológicas e nos métodos de implementação. Adicionalmente, este envolvimento garantirá que as demandas sociais também serão atendidas ao longo do projeto de restauração. Não só o projeto de restauração estará mais seguro se o diálogo genuíno ocorrer entre os gestores e os atores envolvidos das comunidades, mas também pode incrementar a colaboração prática e o compartilhamento de informações sobre o ecossistema, facilitando, portando, a identificação de soluções mais adequadas aos ecossistemas e culturas locais.

O envolvimento social e a interpretação e o aprendizado de via dupla sobre os benefícios da restauração para os atores envolvidos da comunidade são, portanto, componentes essenciais de um projeto de restauração e precisam ser planejados e receber recursos adequados, da mesma forma que os componentes físicos ou biológicos do projeto. Este investimento provavelmente cobrirá seus próprios custos através do aumento da consciência e entendimento dos problemas e das potenciais soluções pelos membros da sociedade, os quais podem dar a "palavra final" no futuro de uma área após as agências financiadoras e os profissionais terem partido.

Plantio do Dia da árvore no Patrimônio Natural Waiwhakareke, Nova Zelândia, em Junho de 2016. Este projeto de restauração urbana fornece benefícios ecológicos e comunitários.

Crédito da foto: Peter Drury, para o Conselho Municipal de Hamilton

III SEÇÃO III – PRÁTICAS PADRÕES PARA O PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

As seguintes atividades são práticas-padrão utilizadas no planejamento, implementação, monitoramento e avaliação de projetos de restauração ecológica que incluem equipes profissionais e contratantes. Estas práticas podem ser utilizadas em qualquer projeto de restauração, no entanto, o nível de aplicação deve ser adaptado para corresponder ao tamanho, complexidade, nível de dano, situação regulamentar e orçamento do projeto.

1. PLANEJAMENTO E DELINEAMENTO

1.1. Envolvimento de todas as partes. O envolvimento significativo deve ser buscado na fase de planejamento de um projeto de restauração, com todos os atores-chave envolvidos (incluindo os gestores de terras e corpos d'água, interesses das indústrias e comunidades próximas, locais ou indígenas). O planejamento de projetos em áreas públicas ou para restauração obrigatória devem incluir uma estratégia para envolvimento dos atores envolvidos em todo o projeto e após o fim deste. (Ver a ferramenta: Padrões Abertos para a Prática da Conservação [cmp-openstandards.org]).

1.2. Avaliação do contexto externo. Os planos baseiam-se em prioridades e objetivos regionais de conservação e:

1.2.1. Contém um diagrama ou mapa situando o projeto na paisagem circundante ou ambiente aquático;

1.2.2. Identificam maneiras de alinhar fisicamente os habitats no local em restauração para melhorar a conectividade ecológica externa com a paisagem circundante ou ambiente aquático e para aumentar o potencial de colonização e fluxo gênico entre as áreas; e,

1.2.3. Especificam mecanismos para o manejo futuro do projeto, de forma a interagir da melhor forma possível com o manejo dos ecossistemas nativos próximos.

1.3. Inventário-base do ecossistema. O planejamento deve identificar o ecossistema local e sua situação, incluindo:

1.3.1. Uma lista de qualquer espécie nativa ou não-nativa evidentemente persistindo no local, dando atenção especial para espécies ou comunidades ameaçadas ou espécies invasoras;

1.3.2. Condições abióticas atuais, incluindo as dimensões, configurações e condições físicas e químicas de cursos e corpos d'água, superfícies terrestres, colunas de água ou qualquer outro elemento material referente às condições passadas ou alteradas;

1.3.3. Capacidade relativa da biota local ou circundante de iniciar e dar continuidade à recuperação com ou sem intervenções humanas. Isso inclui realizar um inventário que inclua:

Uma lista das espécies nativas e não-nativas presumivelmente ausentes e espécies que potencialmente persistem como propágulos ou dentro de sua distância de dispersão;

Um mapa das áreas em diferentes situações, incluindo áreas prioritárias resilientes e zonas espaciais distintas que necessitem de tratamentos diferentes;

1.3.4. Tipo e grau das causas e ameaças que geraram degradação, dano ou destruição no local e formas de eliminar, mitigar ou (em alguns casos) adaptar-se a estes. Incluindo:

- Impactos históricos, presentes e previstos no local ou em áreas circundantes (e.g. sobre-exploração, sedimentação, fragmentação, pragas, impactos hidrológicos, contaminação, alteração no regime de distúrbios e outras ameaças) e formas de manejo, remoção ou adaptação a estes impactos;
- Descrição da necessidade de suplementar a diversidade genética para espécies com tamanhos populacionais reduzidos ou inviáveis devido à fragmentação (e.g. de acordo com o padrão descrito em Offord & Meagher 2009 [para flora]. E IUCN/SSC 2013 [para fauna]); e,
- Efeitos presentes e esperados das mudanças climáticas (e.g. temperatura, precipitação, nível do mar, acidez marinha) na viabilidade futura provável das espécies e genótipos.

1.4. Identificação de um ecossistema de referência. Os planos identificam e descrevem (da maneira necessária para auxiliar o delineamento dos projetos) o(s) ecossistema(s) nativo(s) local(is) adequado(s), que idealmente devem basear-se em múltiplos locais e fontes de informação (ver acima). Informações gerais sobre as características e funções mais importantes de um dado ecossistema podem estar disponíveis em diretrizes de órgãos ambientais. O ecossistema de referência representará a composição e qualquer elemento estrutural ou funcional característico (baseado nos seis atributos-chave do ecossistema), incluindo:

1.4.1. Características do substrato (bióticas ou abióticas, aquáticas ou terrestres);

1.4.2. Atributos funcionais do ecossistema, incluindo ciclagem de nutrientes, regimes de distúrbios e de fluxos característicos, interações planta-animal, trocas do ecossistema e qualquer dependência de distúrbios pelas espécies do ecossistema;

1.4.3. A maioria das espécies típicas (representando todas as formas de vida vegetais e grupos funcionais de micro e macrofauna).

1.4.4. Quaisquer mosaicos ecológicos que demandem múltiplos ecossistemas de referência em um único local. Em casos onde vastas áreas do ecossistema estão sendo perturbadas para depois serem restauradas, os ecossistemas intactos pré-existente devem ser detalhadamente mapeados antes do distúrbio.

1.4.5. Avaliação das necessidades de habitat dos principais componentes da biota, incluindo área de vida mínima para fauna e suas repostas tanto às pressões de degradação quanto a intervenções de restauração.

1.5. Ecossistemas-alvo, objetivos e metas. Para realizar atividades precisas e identificar se o sucesso foi alcançado (ver também Monitoramento, abaixo), os planos devem identificar claramente:

1.5.1. Ecossistema alvo – i.e. ecossistema de referência (incluindo a descrição dos atributos do ecossistema);

1.5.2. Objetivos da restauração – i.e. a condição ou estado do ecossistema e dos atributos, similares ao ecossistema de referência, que o projeto busca alcançar;

1.5.3. Metas da restauração – i.e. alterações

e resultados imediatos necessários para alcançar os ecossistemas-alvo e os objetivos referentes às diferentes zonas espaciais do local. Tais objetivos são definidos na forma de indicadores mensuráveis e quantificáveis para identificar se o projeto está alcançando seus objetivos dentro dos prazos estabelecidos.

1.6. Detalhamento dos tratamentos de restauração. Os planos devem conter descrições claras dos procedimentos operacionais para cada zona, descrevendo o que, onde e por quem os tratamentos serão implementados e sua ordem de prioridade. Onde houver lacunas de conhecimento ou experiência, o manejo adaptativo ou pesquisas direcionadas para identificar os procedimentos operacionais adequados serão necessários. Na ausência de certeza, o princípio da precaução deve ser aplicado para minimizar o risco ambiental.

Os planos devem incluir:

1.6.1. Descrições das ações que devem ser realizadas para eliminação ou mitigação (ou adaptação) aos problemas eventuais; e,

1.6.2. Identificação (e uma breve explicação) de abordagens específicas para a restauração, descrição de tratamentos específicos para cada zona e priorização das ações.

Dependendo da condição local, devem ser identificados:

- Alterações da forma, configuração, química ou outra condição física dos elementos abióticos para torná-los mais amenos para a recuperação da biota do ecossistema-alvo e da estrutura e funcionalidade do ecossistema.
- Estratégias e técnicas efetivas e ecologicamente adequadas para controlar espécies indesejadas a fim de proteger espécies desejadas, seus habitats e susceptibilidades locais.
- Métodos ecologicamente adequados para iniciar a regeneração ou reintroduzir espécies ausentes;
- Estratégias ecologicamente adequadas (tais como deixar clareiras para plantios subsequentes) para lidar com circunstâncias onde o pool genético ou de espécies não esteja prontamente disponível; e,
- Especificações para a seleção adequada de espécies e sobre fontes de material genético da biota a ser introduzida. No caso da fauna, as estratégias para captura e reintrodução devem estar de acordo com a IUCN/SSC (2013). No caso de espécies vegetais, estratégias sustentáveis para o fornecimento de sementes e um cronograma de coleta e fornecimento de sementes devem ser preparados de acordo com as diretrizes contidas em "Plant germoplasm conservation in Australia" (Offord & Meagher 2009) ou o documento estadunidense "National Seed Strategy para a Reabilitation and Restoration" (www.blm.gov/ut/st/en/prog/more/CPNPP/0/seedstrategy.html), ou um documento relevante nacional ou regional.

1.7. Avaliar a estabilidade da posse da terra e do cronograma de manutenção após a implantação dos tratamentos. São necessários alguns indícios do potencial do manejo para conservação em longo prazo no local antes de investir na restauração. Os planos de restauração devem, portanto, identificar:

1.7.1. Segurança da posse da área para permitir o compromisso da restauração em longo prazo e permitir continuidade do acesso e manejo; e,

1.7.2. Potencial para acordos adequados para manter o isolamento dos fatores de degradação e manutenção da área após a conclusão do projeto, a fim de garantir que a área não regrida para uma situação degradada.

1.8. Análise logística. Alguns indicadores dos potenciais recursos do projeto e os riscos prováveis são necessários antes de implementar um plano de restauração. Os planos devem abordar limitações e oportunidades, incluindo:

1.8.1. Identificar financiamento, mão-de-obra (incluindo a capacitação adequada) e outras questões relacionadas aos recursos que permitirão a realização dos tratamentos adequados (incluindo tratamentos subsequentes) até a área alcançar uma condição estável;

1.8.2. Realizar uma avaliação completa de riscos e identificar uma estratégia de manejo de riscos para o projeto, incluindo planos de contingência para mudanças inesperadas nas condições ambientais, financeiras ou de recursos humanos;

1.8.3. Um cronograma aproximado para o projeto, uma estimativa da duração do projeto e formas de manter o comprometimento com seus objetivos, metas e ecossistemas-alvos durante o período do projeto; e,

1.8.4. Permissões, licenças e restrições legais aplicáveis ao local e ao projeto.

1.9. Revisão do cronograma de trabalho. Os planos incluem um cronograma e prazos para:

1.9.1. Revisão pelos atores envolvidos e revisão independente por pares conforme necessário; e,

1.9.2. Revisão do plano considerando novos conhecimentos, alterações nas condições ambientais e lições aprendidas durante o projeto.

2. IMPLEMENTAÇÃO

Durante a fase de implementação, os projetos de restauração são manejados de maneira que:

2.1. Nenhum dano adicional ou duradouro seja causado pelas ações de restauração a nenhum recurso ou elemento da paisagem ou área aquática que está sendo conservada, incluindo dano físico (e.g. desmatamento, remoção do topsoil, pisoteio), contaminação química (e.g. fertilização excessiva, derramamento de pesticida) ou contaminação biológica (e.g. introdução de espécies invasoras, incluindo patógenos indesejados);

2.2. Os tratamentos são interpretados e executados de maneira responsável, efetiva e eficiente por pessoas adequadamente qualificadas, capacitadas e experientes ou sob a supervisão de uma pessoa adequadamente qualificada, capacitada e experiente;

2.3. Todos os tratamentos são implementados atentando aos processos naturais e fomentam e protegem o potencial para recuperação natural ou facilitada. Os tratamentos primários, incluindo reparo do substrato e hidrologia, controle de pragas, ações que iniciam os processos de recuperação e reintroduções bióticas são adequadamente acompanhadas por tratamentos secundários conforme necessário. Ações adequadas de manutenção pós-implantação são realizadas em plantios;

2.4. Medidas corretivas das trajetórias (para adaptar-se às respostas inesperadas do ecossistema) são facilitadas em tempo hábil, baseadas em critérios ecológicos e documentadas.

2.5. Todos os projetos estão completamente de acordo com as leis trabalhistas, sanitárias e de segurança e quaisquer outras leis relevantes, incluindo aquelas relacionais ao solo, ar, água, oceanos, patrimônios, conservação de espécies e ecossistemas (incluindo todas as outorgas); e,

2.6. Todas as operações do projeto comunicam-se regularmente com os atores-chave envolvidos (ou conforme for requisitado por agências financiadoras) para mantê-los informados sobre o desenvolvimento do projeto.

3. MONITORAMENTO, DOCUMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E RELATÓRIOS

Projetos de restauração ecológica adotam o princípio de observar, registrar e monitorar os tratamentos e as respostas aos tratamentos, a fim de informar sobre alterações e diferentes abordagens para trabalhos futuros. Estes projetos avaliam e analisam regularmente a progressão do projeto para adaptar tratamentos (manejo adaptativo) conforme necessário. Colaborações entre profissionais e pesquisadores devem ser buscadas em casos onde tratamentos inovadores ou aplicados em larga escala estão sendo testados, e para garantir que todas as licenças éticas e de pesquisa foram obtidas.

3.1. O monitoramento para avaliar os resultados

da restauração tem início na fase de planejamento, com o desenvolvimento de um plano de monitoramento para identificar o sucesso ou não dos tratamentos (Ver também Caixas de Texto 2 e 3).

3.1.1. O monitoramento baseia-se em ecossistemas-alvo específicos e nos objetivos e metas definidos no início do projeto, incluindo:

- Coleta de dados de base antes do início dos trabalhos para garantir uma base de comparação com dados obtidos posteriormente (a fim de identificar se as metas, objetivos e ecossistemas-alvo estão sendo alcançados);
- Coleta de dados em intervalos adequados após as intervenções (e.g. com maior frequência nos estágios iniciais de recuperação); e,
- Registro dos detalhes das atividades de restauração, incluindo quantidade de intervenções em campo, tratamentos específicos e custos aproximados.

3.1.2. Padrões mínimos para o monitoramento de projetos voluntários em pequena escala incluem o uso de fotografias tiradas a partir de pontos fixos ao longo do tempo, juntamente com listas de espécies e descrição das condições. Vale ressaltar que os monitoramentos fotográficos e quantitativos formais são realizados antes e após a implantação dos tratamentos e que o monitoramento formal é realizado não somente na área restaurada, mas também em áreas sem intervenção e, idealmente, em áreas de referência.

3.1.3. Os projetos monitoram a recuperação utilizando indicadores previamente definidos e relacionados às metas. Em projetos profissionais ou maiores isto é realizado idealmente através de métodos de amostragem formal quantitativa com base na avaliação das condições locais (considerando qualquer sistema comparativo local adequado).

3.1.4. Para as análises estatísticas e publicação dos resultados, as unidades amostrais devem estar de acordo com um delineamento amostral rigoroso, ser de tamanho apropriado para os atributos mensurados e possuir replicações locais suficientes.

3.2. Registros adequados dos tratamentos são mantidos para garantir sua implementação adequada, servir de base para o manejo adaptativo e permitir avaliações futuras dos resultados em relação a cada tratamento. Todos os dados dos tratamentos, juntamente com os registros das avaliações destes são mantidos para consultas futuras. Adicionalmente:

3.2.1. Deve-se considerar armazenar dados em hospedagens de livre acesso; e,

3.2.2. Os dados devem ser armazenados em local seguro, idealmente pelos gestores do projeto, para manter registro da procedência (i.e. fonte) das plantas e animais reintroduzidos. Estes registros devem incluir a localização (preferencialmente com base em dados de GPS), a descrição das áreas que forneceram e receberam espécies, referências aos protocolos de coleta, data de aquisição, procedimentos de identificação e nome do coletor/propagador.

3.3. É realizada a avaliação e documentação dos resultados, com a progressão descrita com base nos ecossistema-alvo, objetivos e metas do projeto (i.e. condições de referência).

3.3.1. A avaliação deve descrever adequadamente os resultados do monitoramento.

3.3.2. Os resultados devem ser utilizados para direcionar ações futuras de manejo.

3.4. Relatório. Envolve a preparação e divulgação dos relatórios de progresso do projeto para os principais atores envolvidos e grupos de interesse mais amplos (revistas e jornais) a fim de comunicar os resultados e produtos do projeto conforme eles são identificados.

3.4.1. Relatórios devem conter informações de forma precisa e acessível de acordo com o público ao qual se direciona.

3.4.2. Relatórios devem especificar os níveis e detalhes do monitoramento que embasou a avaliação dos resultados do projeto.

4. MANUTENÇÃO PÓS-IMPLEMENTAÇÃO

4.1. A equipe gestora é responsável pela manutenção contínua para evitar impactos negativos, esta também realiza qualquer monitoramento após a conclusão do projeto para garantir que a área não regrida para um estado degradado. As comparações com um ecossistema de referência adequado também serão contínuas.

IV SEÇÃO IV – RESTAURAÇÃO NO PANORAMA GERAL DOS DESAFIOS AMBIENTAIS

AUMENTANDO A ESCALA DA RESTAURAÇÃO

Atenção deve ser dada à escala em projetos de restauração, pois alguns processos do ecossistema (como fluxo gênico, colonização, predação e distúrbios ecológicos) funcionam em escalas maiores (ambientes aquáticos maiores, paisagens, bacias hidrográficas, etc.), assim como os processos de degradação. Adicionalmente, algumas espécies podem apresentar áreas de vida mínima (ou complexidade trófica) maiores das que poderiam ser fornecidas por projetos em pequena escala, a não ser que estes façam parte de um programa maior ou de áreas protegidas. Aumentar significativamente a escala do sequestro de carbono através do aumento da biomassa de plantas e animais (incluindo biomassa no solo) também é urgentemente necessário. Desta forma, a restauração ecológica precisa ocorrer em escalas (que podem ser de centenas até milhares de hectares) que forneçam benefícios ambientais e ecológicos.

Deve-se encorajar o aumento da escala dos projetos, a fim de contribuir significativamente para reverter a degradação em escalas maiores. Em projetos que buscam as 5 estrelas para todos os atributos de um sistema restaurado, a recuperação integral dos atributos será mais difícil de alcançar em escalas maiores. De maneira semelhante, o controle ou mitigação das ameaças também levarão mais tempo se estas ocorrerem em escalas maiores. Aumentar a escala da restauração certamente produzirá economia de escala, mas também aumenta o risco de sobrecarregar os recursos financeiros e humanos, particularmente onde existe elevada imprevisibilidade das respostas do ecossistema às intervenções. Para abordar questões relacionadas à escala e ao tempo de resposta do ecossistema, tratamentos são geralmente testados em escalas menores antes de serem aplicados de maneira mais ampla. Adicionalmente, alguns gestores preferem investir recursos escassos em melhorias graduais e mais "diluídas" em escalas maiores para certos atributos, ao invés de adotar uma abordagem mais abrangente que limita a escala das ações de restauração. Tais trabalhos em grandes escalas realizados por longos períodos são geralmente referidos como **programas** de restauração, os quais geralmente contêm diversos "projetos" menores que, preferencialmente, devem estar interligados de diversas formas físicas e biológicas.

Ao avaliar os benefícios da escala é importante notar que a extensão de um projeto só fornece vantagens quando aumenta a escala em que outros valores (e.g. maior abundância de espécies nativas, menor abundância de pragas ou maior estocagem de carbono) são melhorados (ou espera-se que melhorem). Por esta razão, e porque supervalorizar a importância da escala em relação a outros benefícios (tais como recuperar espécies ou ecossistemas ameaçados)

pode subestimar projetos menores de elevada importância ecológica, a escala deve ser considerada somente como um multiplicador dos outros valores alcançados. Também é importante manter em mente que o sucesso em escalas maiores é resultado do sucesso cumulativo em escalas menores, e que todo projeto de pequena escala pode ser importante quando olhamos o panorama geral.

Características dos projetos que podem auxiliar na obtenção de benefícios em escalas maiores. Uma ampla gama de contextos de um projeto (i.e. benefícios agregados além da recuperação do ecossistema) também deveria ser considerada para estimar se o projeto terá impacto em escalas maiores (Tabela 4). Estas características podem incluir: a localização estratégica e as oportunidades originadas do momento adequado do projeto; raridade relativa de taxa ou ecossistemas potencialmente beneficiados; extensão das ameaças que foram manejadas; o grau de apoio popular obtido pelo projeto; e a potencial segurança fornecida pelos acordos de manejo de longo prazo. Obter estas características deveria fazer parte dos objetivos dos projetos, sendo mensuradas (quando possível) e relatadas ao longo do projeto para melhor avaliar e refinar seu potencial de fazer a diferença em escalas maiores.

RELAÇÃO ENTRE A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E OUTRAS ATIVIDADES "RESTAURATIVAS" QUE COLABORAM COM A RESTAURAÇÃO

Conforme a degradação dos ecossistemas terrestres e aquáticos avança globalmente, muitos países e comunidades vêm adotando políticas e medidas para conservar a biodiversidade, aumentar os serviços ecossistêmicos e melhorar a integração das sociedades com a natureza de maneira sustentável e curativa.

Mais especificamente, as agências públicas adotaram a restauração ecológica como um processo para melhorar as condições das reservas da biodiversidade degradadas, ao mesmo tempo em que manejam os recursos naturais e áreas abertas públicas para complementar as atividades de reparo ambiental. Muitas indústrias, organizações comunitárias e cidadãos responderam aos desafios ambientais atuais, buscando reduzir os impactos ambientais e melhorar a sustentabilidade ecológica dos seus estilos de vida e sistemas de produção.

Todas estas ações (seja restauração ecológica ***per se*** ou atividades complementares que melhoram as condições ambientais) podem ser chamadas de ações "restaurativas", ou seja, que colaboram com a restauração, quando inspiradas nos valores e princípios que sustentam a restauração ecológica e afetam positivamente (no sentido amplo) a trajetória da recuperação ecológica.

A restauração ecológica (considerando seu foco em alcançar o maior nível de recuperação possível [seja recuperação total ou parcial] e sua ênfase em trabalhar com processos naturais) é a forma mais eficiente e efetiva de reparar danos em todos os ecossistemas nativos locais intactos, seminaturais ou degradados de zonas terrestres ou aquáticas.

Pelo menos alguma forma de reparo ambiental é realizada - muitas vezes juntamente com a redução dos impactos ambientais – em diversos setores da indústria, incluindo o manejo de áreas protegidas, manejo florestal, criação pesqueira, mineração, serviços e manejo de espaços verdes urbanos. Apesar da restauração ecológica já ser praticada cada vez mais em alguns casos (Tabela 5), muitas outras atividades que buscam amenizar ou reduzir impactos ambientais podem ser classificadas como reabilitação.

Independentemente de um projeto buscar a redução dos impactos ou o reparo ambiental efetivo, os modelos conceituais e as melhores práticas de restauração ecológica contidas nestes Padrões podem inspirar e informar todos os tipos de trabalhos, de forma que os manejadores de ecossistemas de todos os setores possam melhorar (ao invés de reduzir) o potencial de recuperação dos ecossistemas. Atividades que buscam alcançar tais melhorias nas condições para a recuperação ecológica podem ser consideradas "restaurativas".

Tabela 4. Diversas características podem aumentar o potencial de um projeto de fazer a diferença.

CARACTERÍSTICA	EXEMPLOS
1. Localização estratégica e oportunidade temporal	Os projetos de restauração podem empregar estratégias e táticas que aumentam os benefícios espaciais e temporais, aproveitando assim ao máximo possível os escassos recursos e outros pontos-alavanca para a restauração. Por exemplo, projetos são geralmente priorizados em termos de (i) quais objetivos são mais urgentes que outros ou podem atuar como catalizadores para alcançar outros objetivos; e (ii) quais áreas tem maior influência em outras áreas no local ou no ambiente em geral.
2. Risco de extinção dos taxa e ecossistemas potencialmente beneficiados	Os projetos podem ser mais valorizados ao fornecer benefícios para a conservação de espécies, populações ou comunidades ecológicas ameaçadas. Mecanismos para listar as espécies e comunidades ecológicas ameaçadas estão presentes em muitos países, geralmente de acordo com a (ou ligados à) Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas e a Lista Vermelha dos Ecossistemas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).
3. Extensão das ameaças que foram abordadas	O grau de extensão das ameaças abordadas por um projeto pode aumentar a capacidade deste de fazer a diferença, pois seus efeitos positivos podem influenciar uma área maior do que o local onde as intervenções de restauração foram realizadas. Por exemplo, um projeto que consegue estocar quantidades significativas de carbono na biomassa de plantas e animais, reduz a contaminação de cursos d'água, ou contribui substancialmente para o controle de pragas relevantes não somente melhora os resultados no local do projeto, mas também contribui para melhorar os resultados em outros lugares.
4. Nível em que o projeto baseia-se em conhecimento ecológico	O sucesso da restauração pode ser aumentado quando uma integração do conhecimento ecológico e outros conhecimentos permeiam o planejamento e implementação da restauração. De maneira prática, isto é obtido através dos conhecimentos e habilidades dos planejadores, pesquisadores e/ou profissionais envolvidos no projeto e da interação destes com portadores dos conhecimentos locais. O sucesso também pode ser melhorado pela extensão de parcerias científicas para examinar e resolver problemas desafiadores.
5. Projeto culturalmente integrado	Apesar de a restauração ser direcionada principalmente por processos ecológicos, o sucesso e segurança de um projeto de restauração também dependem do nível em que o propósito, ecossistemas-alvo, objetivos e metas do projeto são apoiados pelas comunidades afetadas. A melhor forma de obter este apoio é o planejamento participativo e consultas genuínas envolvendo estas comunidades desde o início do projeto. Estes fatores afetarão o nível de inserção do projeto nas culturas das comunidades dos atores envolvidos.
6. Suporte institucional garantido	Projetos de longo prazo precisam de segurança de longo prazo, tanto para a consistência de sua implementação quanto para garantir aos participantes que os benefícios previstos resultantes dos recursos investidos persistirão ao longo do tempo (idealmente para sempre). De preferência, deve-se formalizar a proteção do local através de acordos legais de posse, assim como garantir que compromissos de longo prazo estejam consolidados com as principais instituições públicas e privadas dos atores envolvidos.

Tabela 5. Níveis de atividades de restauração atualmente ou potencialmente aplicadas em diferentes setores. Todos os setores industriais, governamentais e comunitários são encorajados a adotar as práticas de restauração ecológica quando possível e apropriado. Quando estas práticas não forem apropriadas, estes setores podem ser encorajados a realizar todos os tipos de trabalhos restaurativos para atingir o máximo de recuperação possível.

INDÚSTRIA	PADRÕES RECOMENDADOS
Manejo de áreas protegidas	• Áreas naturais: 5 estrelas • Áreas seminaturais: preferivelmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Paisagens já alteradas: fornecer serviços ecossistêmicos e reduzir ao invés de aumentar os impactos nos sistemas naturais
Mineração, extração e perfuração para petróleo e gás natural	• Áreas naturais: 5 estrelas • Áreas seminaturais: preferivelmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Paisagens já alteradas: fornecer serviços ecossistêmicos e reduzir ao invés de aumentar os impactos nos sistemas naturais
Manejo florestal	• Áreas naturais: 5 estrelas • Áreas seminaturais: preferivelmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Reflorestamento para prover serviços ecossistêmicos: nenhum efeito negativo nas áreas naturais
Áreas agrícolas	• Manejo de remanescentes: idealmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Reflorestamento adjacente a habitats naturais: idealmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Reflorestamento para prover serviços ecossistêmicos: nenhum efeito negativo nas áreas naturais
Gestão de pescas	• Manejo de habitat nativo: idealmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Manejo adjacente a habitats naturais: idealmente 5 estrelas mas pelo menos 3 estrelas • Gestão de pescas em geral: nenhum efeito negativo nos ecossistemas de áreas naturais e manejo baseado na melhoria contínua
Instalações e infraestrutura	• Áreas naturais: 5 estrelas • Áreas seminaturais: preferivelmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Em áreas construídas: nenhum impacto negativo em áreas naturais adjacentes
Espaços verdes urbanos	• Maioria das áreas naturais: 5 estrelas • Áreas seminaturais: idealmente 5 estrelas e pelo menos 3 estrelas • Parques e jardins em áreas alteradas: encoraja-se a recuperação mínima até o padrão 2 estrelas

ENFATIZANDO NOSSOS ESFORÇOS CONJUNTOS AO LONGO DO "CONTINUUM RESTAURATIVO"

Sinergias potenciais importantes existem entre todos os campos do manejo de recursos naturais e o campo crescente da restauração ecológica, de tal modo que é mais vantajoso visualizar estes como um todo integrado do que criar separações (Figura 3). As demandas globais para reduzir a degradação e reparar os ecossistemas em todos os sentidos fornecem fortes incentivos para usar princípios ecológicos para guiar a redução dos impactos e incorporar espécies nativas locais em todos os setores industriais quando benefícios mútuos podem ser alcançados.

Conceituar as intervenções de manejo dentro deste continuum (baseado nos princípios e padrões da restauração) pode ajudar governos, indústrias e comunidades a alcançarem "ganhos líquidos" integrados nas condições que aceleram mudanças positivas em escalas maiores. De fato, melhorias locais contínuas na redução da degradação e condições ambientais dos ecossistemas, cursos d'água e atmosfera serão inevitavelmente cumulativas em escalas maiores – mesmo que somente poucos esforços sejam feitos inicialmente. Desta forma, qualquer pequena e contínua melhoria pode ter um papel ecológico importante para reduzir o ritmo da degradação e melhorar a adaptabilidade (e, portanto, a resiliência potencial) dos ecossistemas e espécies a alterações ambientais bruscas.

Figura 3. Continuum restaurativo. A restauração ecológica e o manejo restaurativo podem ser visualizados ao longo de um "continuum restaurativo", onde uma ampla gama de atividades realizadas pela sociedade para reparar os danos ao ambiente como um todo complementa a restauração ecológica e fornecem melhores condições para a recuperação em larga escala.

Atividades restaurativas iniciais, como projetos de revegetação monoespecíficos, podem transformar-se ao longo do tempo em projetos de restauração 4-5 estrelas. À esquerda: praia Bethany, Delaware, EUA, © ER&M/ Biohabitats. À direita, praia Delray, Florida, EUA © George D. Gann.

V SEÇÃO V – GLOSSÁRIO DE TERMOS

Abiótico – materiais e condições não vivas de um dado ecossistema, incluindo rochas, madeira morta e substratos aquosos, a atmosfera, o clima e o tempo (N.T.: "tempo" enquanto situação climática momentânea), relevo e aspecto topográfico, regime de nutrientes, regime hidrológico, regime de incêndios e regime de salinidade.

Abordagem (para a restauração) – a categoria genérica do tratamento (i.e. regeneração natural ou facilitada, ou reconstrução) (McDonald et al. 2016).

Ameaça – um fator que pode causar degradação, danos ou destruição no presente ou futuro.

Atributos – ver as categorias de atributos-chave do ecossistema.

Atributos do ecossistema – ver categorias de atributos-chave do ecossistema.

Auto-organização – uma condição onde todos os elementos necessários estão presentes e os atributos do ecossistema podem continuar a desenvolver-se em direção à referência adequada sem ajuda externa (Clewell & Aronson 2013). A auto-organização é indicada por fatores como crescimento, reprodução, abundâncias relativas entre produtores, herbívoros e predadores e diferenciações de nicho – em relação às características do ecossistema de referência adequado.

Barreiras (para a recuperação) – fatores impedindo a recuperação de um atributo do ecossistema (May 1977).

Bem-estar – uma condição humana dependente do contexto e situação, abrangendo os recursos básicos para uma boa vida, liberdades e poder de escolha, saúde, boas relações sociais e segurança (Registro IFAD 2261).

Biótico, biota – os componentes vivos de um ecossistema, incluindo animais, plantas, fungos, bactérias e outras formas de vida (microscópicas ou grandes).

Categorias de atributos-chave do ecossistema – categorias gerais desenvolvidas para padronizar a restauração e auxiliar profissionais a avaliar a taxa de recuperação das propriedades bióticas e abióticas de um ecossistema. Neste documento são definidas seis categorias: ausência de ameaças, condições físicas, composição de espécies, diversidade estrutural, funcionalidade do ecossistema e trocas externas (McDonald et al. 2016). A conquista destes atributos gera complexidade, auto-organização, resiliência e sustentabilidade.

Ciclagem (ecológica) **–** a transferência (entre partes de um ecossistema) de recursos como água, carbono, nitrogênio e outros elementos que são fundamentais para todas as outras funções ecossistêmicas.

Composição – a gama de organismos em um ecossistema. Em um plano de restauração ou monitoramento, esta é listada até o nível de

espécie ou gênero (para plantas e fauna vertebrada) ou pelo menos até ordem (para invertebrados e microrganismos).

Construção – métodos que envolvem a construção de componentes permanentes ou temporários que não ocorriam anteriormente no local – diferente de "reconstrução".

Criação (ver também *Ecossistema planejado*) **–** fabricação intencional de um ecossistema (diferente daquele que ocorria anteriormente no local) para uso (como, por exemplo, a construção ou montagem de um habitat desejado ou para o fornecimento de um serviço como purificação de água) sem foco em um ecossistema de referência (Clewell & Aronson 2013).

Critério de conclusão - descrição detalhada dos resultados mensuráveis necessários em uma área restaurada antes que os trabalhos de restauração ou reabilitação sejam considerados concluídos por um regulador.

Dano (a um ecossistema) – um impacto negativo significativo e óbvio em um ecossistema (SER 2004).

Degradação (de um ecossistema) – impactos humanos negativos em um ecossistema que resultam na perda de biodiversidade e simplificação ou interferência em sua estrutura, composição e funcionalidade, geralmente levando à redução no fluxo de bens e serviços ecossistêmicos (MA 2005, Alexander et al. 2011).

Destruição (de um ecossistema) – quando a degradação ou o dano remove todas as formas de vida macroscópicas, geralmente arruinando o ambiente físico de um ecossistema (SER 2004).

Diversidade estrutural – categoria de atributo-chave do ecossistema utilizada neste documento para abranger tanto "estrutura do ecossistema" quanto "estrutura da comunidade". A "estrutura do ecossistema" refere-se à organização física de um sistema ecológico, incluindo densidade, estratificação e distribuição de espécies (suas populações, tamanho de habitat e complexidade), estrutura do dossel e padrões de manchas de habitat, assim como elementos abióticos. A "estrutura da comunidade" refere-se a hierarquias da biota de um ecossistema, incluindo pirâmides tróficas, teias alimentares e cadeias alimentares.

Ecologia da restauração – o ramo das ciências ecológicas que fornece conceitos, modelos, métodos e ferramentas para a prática da restauração ecológica.

Ecossistema – conjunto de pequena ou larga escala de componentes bióticos e abióticos em corpos d'água ou em terra, onde seus componentes interagem para formar redes alimentares complexas, ciclagem de nutrientes e fluxos energéticos. O termo "ecossistema" é usado nos Padrões para descrever as assembleias ecológicas de qualquer tamanho ou escala.

Ecossistema cultural – ecossistemas que se desenvolveram sob a influência de processos naturais e organizações impostas por humanos para favorecer estrutura, composição e funcionalidades mais voltadas para a exploração humana (SER 2004). Onde estes ficam dentro da amplitude de variação natural do ecossistema (e.g. campos abertos e savanas tradicionalmente manejados por povos da era pré-industrial), eles podem ser submetidos à restauração ecológica (pelo menos recuperação parcial). Onde os ecossistemas culturais excedem a amplitude de variação natural, eles podem ser melhor manejados como sistemas históricos ou de produção, e seu reparo descrito como reabilitação.

Ecossistema de referência – uma comunidade de organismos e componentes abióticos que podem servir como modelo ou padrão para a restauração. Um ecossistema de referência geralmente representa uma versão não-degradada completa do ecossistema, contendo flora, fauna, elementos abióticos, funções, processos e estágios sucessionais que devem ter existido na área em restauração caso a degradação, dano ou destruição não tivesse ocorrido. O modelo do ecossistema de referência deve ajustar-se de acordo com condições ambientais alteradas ou previstas no futuro. Um termo alternativo para o ecossistema de referência é "referência ecológica".

Ecossistema nativo local – um ecossistema formado por espécies ou subespécies (excluindo espécies invasoras não-nativas) que evoluíram localmente ou migraram recentemente de áreas próximas devido às mudanças climáticas. Na ausência de evidências locais, informações históricas regionais podem apontar os ecossistemas nativos locais mais prováveis. Estes se distinguem de "ecossistemas culturais" (e.g. agroecossistemas) se estes ecossistemas foram modificados em extensão e configuração além dos seus equivalentes naturais, ou se ficaram fora da variação natural daquele ecossistema.

Ecossistema planejado (ver também *Criação*) – um ecossistema que foi criado primariamente para a mitigação, conservação de espécies ameaçadas, ou outro objetivo de manejo (MacMahon e Holl 2001), ao invés de buscar o restabelecimento de um ecossistema de referência.

Envelope climático – a amplitude climática em que a população de uma espécie está distribuída (Pearson &

Dawson 2003). Estes envelopes provavelmente serão alterados pelas mudanças climáticas.

Espécies desejadas - espécies do ecossistema de referência (ou, em alguns casos, espécies não-nativas produzidas em viveiro), que permitirão a recuperação do ecossistema nativo local. O corolário de espécies desejadas são as espécies indesejadas, as quais são geralmente (mas não exclusivamente) espécies invasoras não-nativas (McDonald et al. 2016).

Estímulos (de recuperação) – distúrbios naturais ou causados intencionalmente, ou fluxos de recursos que dão início à recuperação de plantas (e.g. distúrbios no solo, herbivoria, incêndios, enchentes, etc.) ou alocação de recursos-chave para atrair e sustentar animais (e.g. poleiros naturais, detritos de madeira). (Ver também ***Estresse ecológico***).

Estocagem de Carbono – a captura e estocagem em longo prazo do dióxido de carbono atmosférico (tipicamente pelo acúmulo de biomassa através da fotossíntese e crescimento da vegetação). Pode ocorrer naturalmente ou resultar de ações para reduzir os impactos das mudanças climáticas.

Estrato(s) – camada(s) em um ecossistema, geralmente refere-se às camadas verticais da comunidade vegetal (e.g. estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo).

Estresse ecológico (fatores de) – fatores naturais que causam dinâmicas ecológicas (e.g. incêndios, enchentes, secas, congelamento e herbivoria) aos quais as espécies se adaptaram (Clewell & Aronson 2013). (Ver também ***Estímulos***).

Estrutura da comunidade - ver definição de *Diversidade estrutural*.

Estrutura (de um ecossistema) – ver definição de *Diversidade estrutural.*

Fluxo gênico – troca de material genético entre organismos individuais que mantém a diversidade genética de uma população específica. Na natureza, o fluxo gênico pode ser limitado pelos vetores de dispersão e por barreiras topográficas como montanhas e rios. Em habitats fragmentados, esta pode ser limitada pelo isolamento dos remanescentes e pelo desmatamento.

Fluxos na paisagem – trocas que ocorrem em escalas maiores que a local (incluindo ambientes aquáticos) e incluem fluxos de energia, água, incêndios e material genético. As trocas são facilitadas pela conectividade entre habitats (Wiens 1992).

Funções (de um ecossistema) – o funcionamento de um ecossistema originado das interações e relações entre os elementos bióticos e abióticos. Isso inclui os processos ecossistêmicos como produção primária, decomposição, ciclagem de nutrientes e transpiração e propriedades emergentes como competição e resiliência. As funções representam a capacidade potencial de um ecossistema em prover bens e serviços ecossistêmicos aos humanos (van Andel e Aronson 2012).

Germoplasma - os diversos materiais regenerativos (e.g. embriões, sementes, materiais vegetativos) que atuam como fonte de material genético para as populações futuras.

Indicadores de recuperação – características de um ecossistema que podem ser usadas para mensurar o progresso em direção aos objetivos e metas de restauração em um dado local (e.g. medidas de presença/ausência e qualidade dos componentes bióticos e abióticos do ecossistema) (Conservation Measure Partnership 2013) (N.T.: citação em português: Aliança para as Medidas de Conservação).

Intervenção (restauração) – ações realizadas para alcançar a restauração, como reparo do substrato, controle de espécies exóticas, preparação do habitat e reintroduções.

Inventário de base - ver *Diagnóstico.*

Diagnóstico – descrição dos elementos bióticos e abióticos presentes em um local antes da restauração, incluindo seus atributos estruturais, funcionais e de composição e sua condição atual (SER 2004). O inventário será realizado no início da fase de planejamento da restauração, juntamente com um modelo de referência, a fim de basear o planejamento (incluindo os objetivos, metas mensuráveis e recomendações dos tratamentos de restauração).

Local – área ou localização delimitada. Inclui diferentes escalas, mas geralmente ocorre na escala de propriedade ou mancha de habitat (i.e. menor que uma paisagem).

Limiar (ecológico) – um ponto onde uma pequena alteração nas condições ambientais ou biofísicas leva um ecossistema a um estágio ecológico diferente (Holling, 1973, May 1977). Uma vez que um ou mais limiares ecológicos são ultrapassados, um ecossistema pode não retornar facilmente ao seu estágio ou trajetória anterior sem intervenções humanas significativas.

Manejo (de um ecossistema) – definição ampla que pode incluir a manutenção e reparo dos ecossistemas (incluindo a restauração).

Manejo adaptativo – um processo contínuo para melhorar as políticas e práticas de manejo, aplicando

o conhecimento adquirido durante a avaliação das políticas e práticas utilizadas no passado para projetos e programas futuros (MA 2005). A prática de revisitar as decisões de manejo e revisá-las sob a luz de novas informações (Groom et al. 2006).

Manutenção do ecossistema – atividades contínuas realizadas após a recuperação integral para responder a processos de degradação ecológica e sustentar os atributos do ecossistema. Em áreas restauradas onde maiores níveis de ameaça persistem, provavelmente serão necessárias manutenções contínuas mais intensivas do que em locais onde as ameaças foram controladas (Mc Donald et al. 2016).

Modelo de referência – ver *Ecossistema de referência*.

Mosaico espacial – agregados de espécies, comumente refletindo padrões espaciais (nos planos verticais e/ou horizontais) devido à diferença em substrato, topografia, hidrologia, vegetação, regimes de distúrbios ou outros fatores.

Mudanças externas – os fluxos de via dupla que ocorrem entre as unidades ecológicas de uma paisagem ou ambiente aquático, incluindo fluxos de energia, água, incêndios, material genético, animais e sementes. As trocas são facilitadas pela conectividade dos habitats (SER 2004).

Níveis tróficos – níveis em teias alimentares (e.g. produtores, herbívoros, predadores e decompositores).

Padrão espacial - ver *Mosaico espacial*.

Produtividade - a taxa de produção de biomassa em um ecossistema pelo crescimento e reprodução de plantas e animais.

Programa de restauração – uma entidade maior composta por diversos projetos de restauração menores, podendo ocorrer em um ou em diversos locais.

Projeto de restauração – todas as ações realizadas para alcançar a recuperação de um ecossistema, do planejamento a implementação, e até a recuperação integral. O termo "projeto" é usado neste documento como um termo genérico para qualquer projeto ou programa de restauração, a não ser que o termo "programa" seja especificado. O termo "projeto" não é usado neste documento para referir-se a um conjunto de ações delimitadas somente por um contrato ou pagamento único.

Reabilitação – ações diretas ou indiretas com o objetivo de restabelecer certo nível de funcionalidade ecossistêmica sem buscar a restauração ecológica, mas sim a renovação e continuidade da provisão de serviços ecossistêmicos.

Realocação – é a conversão de um ecossistema para um tipo diferente de ecossistema ou uso da terra, cuja finalidade principal difere do manejo para a conservação de ecossistemas nativos locais (Aronson et al.1993).

Reconstrução – uma abordagem de restauração onde a biota adequada é completamente ou quase completamente reintroduzida por não poder regenerar ou recolonizar em escalas de tempo viáveis, mesmo após ações de facilitação da regeneração natural realizadas por experts.

Recrutamento – produção de uma geração subsequente de organismos. Esta não é quantificada somente pela quantidade de novos organismos (e.g. filhotes ou plântulas), mas pela quantidade de organismos que se desenvolveram em indivíduos independentes na população.

Recuperação – o processo pelo qual um ecossistema restabelece sua composição, estrutura e funcionalidade em relação aos valores identificados para o ecossistema de referência. Na restauração, a recuperação é facilitada pelas atividades de restauração, e a recuperação pode ser descrita como parcial ou completa.

Recuperação 5 estrelas – um sistema de avaliação semi-quantitativo baseado em fatores bióticos e abióticos que fornece avaliações comparativas sobre quão bem os atributos de um ecossistema estão se recuperando após tratamento (McDonald et al. 2016). (Nota: não é uma avaliação das atividades de restauração, mas sim dos resultados da restauração).

Recuperação integral – condição na qual todos os atributos do ecossistema assemelham-se muito ao ecossistema de referência (modelo). É precedida pela capacidade de auto-organização do ecossistema que leva à completa resolução e maturidade dos atributos do ecossistema. Quando o sistema atinge a auto-organização, a fase de restauração pode ser considerada concluída e a área passa para a fase de manutenção (McDonald et al. 2016).

Recuperação parcial – a condição onde os atributos do ecossistema – ou não todos os atributos do ecossistema – melhoraram, mas ainda não se assemelham aos atributos do ecossistema de referência.

Redefinição – ver *Realocação.*

Referência ecológica - ver Ecossistema de Referência.

Regeneração - ver Regeneração natural e Regeneração facilitada.

Regeneração assistida – uma abordagem particular para a restauração que foca em aproveitar ativamente a capacidade de regeneração da biota remanescente local ou próxima, sendo distinta de reintroduzir a biota no local ou de deixar o local para regenerar naturalmente (Clewell & McDonald 2009). Enquanto esta abordagem é comumente aplicada em locais com níveis de degradação baixos ou intermediários, algumas áreas muito degradadas provaram-se capazes de regenerar com os tratamentos adequados e dado tempo suficiente (Prach & Hobbs 2008). As intervenções incluem a remoção de pragas, restabelecimento dos regimes de distúrbios e ações que favoreçam a colonização.

Regeneração (espontânea) **natural** – germinação, nascimento ou outras formas de recrutamento da biota incluindo plantas, animais e microbiota, sejam oriundos da colonização ou de processos ***in situ***. A abordagem da "regeneração natural" para a °– restauração conta com o aumento da abundância de indivíduos sem plantio ou semeadura, após a remoção dos fatores de degradação somente. Difere da abordagem de "facilitação da regeneração natural", a qual depende de intervenções ativas (Prach & Hobbs 2008, Clewell & McDonald 2009).

Reparo ambiental – qualquer atividade restaurativa intencional que melhora a funcionalidade do ecossistema, os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade (McDonald et al. 2016).

Resiliência do ecossistema – a capacidade de um sistema absorver distúrbios e se reorganizar enquanto mantém função, estrutura e feedbacks semelhantes às condições anteriores (Suding 2011). Em comunidades animais e vegetais, esta propriedade é altamente dependente de adaptações de espécies individuais aos distúrbios ou estresses presentes durante sua história evolutiva (Westman 1978).

Restauração – ver Restauração ecológica.

Restauração ecológica (sin. restauração ecossistêmica) – processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER 2004).

Restauração facultativa – a restauração voluntária ao invés da exigida por um governo, autoridade regulatória ou tribunal.

Restauração obrigatória – restauração exigida pelo governo, tribunal ou autoridade estatutária. Às vezes referida como "compensação" (Galatowitsch 2012).

Restaurativo – descreve as atividades e resultados que não são necessariamente restauração ecológica, mas baseiam-se nos princípios da restauração ecológica.

Revegetação – estabelecimento, por qualquer método, de plantas em uma área (incluindo áreas terrestres, de água doce ou marinhas), incluindo ou não espécies nativas locais.

Serviços ecossistêmicos – contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano. Isso inclui a produção de solo, água e ar não contaminados, a amenização do clima e de doenças, ciclagem de nutrientes e polinização, e a provisão de uma ampla gama de bens utilizados por humanos e com potencial para a satisfação estética, recreacional e de outros valores humanos. Os ecossistemas-alvo dos projetos de restauração podem buscar o restabelecimento de serviços ecossistêmicos específicos ou melhoria da qualidade e fluxo de um ou mais serviços (de Groot et al. 2010).

Sobre-exploração – qualquer forma de colheita ou exploração de um ecossistema além de sua capacidade de regenerar aqueles recursos (incluindo sobre-pesca, exploração madeireira predatória, sobre-pastoreio, queimadas excessivas, etc.).

Substrato – solo, areia, rocha, detritos ou outro meio onde os ecossistemas desenvolvem-se.

Sucessão (ecológica) – padrões de mudança e substituição ocorrendo em um ecossistema ao longo do tempo em resposta a distúrbios. Ecossistemas adaptados a distúrbios requerem regimes de distúrbios para manter a diversidade de estágios sucessionais ou um estágio sucessional específico.

Trajetória (ecológica) – um curso ou percurso de um ecossistema ao longo do tempo. Pode incluir degradação, estagnação ou adaptação às alterações nas condições ambientais, ou respostas à restauração ecológica – idealmente refere-se à recuperação da integridade e resiliência perdida (Holling 1973).

Translocação – o transporte intencional (por humanos) para partes diferentes de uma paisagem ou ambiente aquático ou para áreas mais distantes. O propósito geral é de conservar espécies ameaçadas, subespécies ou populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander S, Nelson CR, Aronson J, Lamb D, Cliquet A, Erwin KL, Finlayson CM, de Groot RS, Harris JA, Higgs ES, Hobbs RJ, Robin Lewis RR, Martinez D, and Murcia C (2011) Opportunities and challenges for ecological restoration within REDD+. Restoration Ecology 19:683-689

Aronson J, and Alexander S (2013) Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. Restoration Ecology 21:293-296

Aronson J, Floret C, Le Floc'h E, Ovalle C, and Pontanier R (1993) Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the south. Restoration Ecology 1:8-17

Clewell A, and McDonald T (2009) Relevance of natural recovery to ecological restoration. Ecological Restoration 27:122-124

Clewell AF, and Aronson J (2013) Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession. 2nd edition. Island Press, Washington, D.C.

Clewell AF, Rieger J, and Munroe J (2005) Guidelines for developing and managing ecological restoration projects. Society for Ecological Restoration International, Tuscon, Arizona www.ser.org

Conservation Measures Partnership (2013) Open standards for the practice of conservation. Version 3. http://cmp-openstandards.org/ (accessed March 15 2016)

de Groot R, Fisher B, Christie M, Aronson J, Braat L, and Haines-Young R (2010) Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. Pages 9-40 In: Kumar P (ed) The economics of ecosystems and biodiversity: the ecological and economic foundations. Earthscan, London

Galatowitsch SM (2012) Ecological restoration. Sinauer, Sunderland, Massachusetts

Gann GD, and Lamb D (2006) Ecological restoration: a means of conserving biodiversity and sustaining livelihoods. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona

Groom MA, Meffe GK, and Carroll CR (2006) Principles of conservation biology. Sinauer, Sunderland, Massachusetts

Hobbs RJ, and Harris JA (2001) Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology 9:239-246

Holling CS (1973) Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics 4:1-23

IFAD (undated) Indigenous peoples glossary. https://www.ifad.org/documents/10180/4cd018b6-c7eb-40c4-9190-2066e5b9dc91 Entry 2261

IUCN/SSC (2013) Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland

Keenleyside KA, Dudley N, Cairns S, Hall CM, and Stolton S (2012) Ecological restoration for protected areas: principles, guidelines and best practices. IUCN, Gland, Switzerland

MacMahon JA, and Holl KD (2001) Ecological restoration: a key to conservation biology's future. Pages 245-269 In: Soulé ME and Orians GH (eds) Conservation biology: research priorities for the next decade. Island Press, Washington, D.C.

May RM (1977) Thresholds and breakpoints in ecosystems with a multiplicity of stable states. Nature 269:471-477

McDonald T, Jonson J, and Dixon KW (2016) National standards for the practice of ecological restoration in Australia. Restoration Ecology 24:S6-S32

Millenium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, D.C.

Offard CA, and Meagher PF (2009) Plant germplasm conservation in Australia. Australian Network for Plant Conservation, Canberra, Australia

Pearson RG, and Dawson TP (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? Global Ecology and Biogeography 12:361-371

Prach K, and Hobbs RJ (2008) Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. Restoration Ecology 16:363-366

Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica e Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política (2004) Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica), Tuscon, Arizona. www.ser.org

Suding KN (2011) Toward an era of restoration in ecology: successes, failures, and opportunities ahead. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 42:465-487

van Andel J, and Aronson J (2012) Restoration ecology: the new frontier. 2nd edition. Wiley-Blackwell, Oxford

Walker BH, and Salt DA (2006) Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press, Washington, D.C.

Westman WE (1978) Measuring the inertia and resilience of ecosystems. Bioscience 28:705-740

Whisenant SG (1999) Repairing damaged wildlands: a process-oriented landscape-scale approach. Cambridge University Press, New York

Wiens JA (1992) Ecological flows across landscape boundaries: a conceptual overview. Pages 217-235 In: Hansen AJ and DiCastri F (eds) Landscape boundaries. Springer-Verlag, New York

APENDICES

APÊNDICE 1: VALORES E PRINCÍPIOS BASES DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA[2]

A restauração deve ser Efetiva, Eficiente e Participativa (modificado de Keenleyside et al. 2012)

- A restauração ecológica efetiva restabelece e mantêm valores.
- A restauração ecológica eficiente maximiza os resultados benéficos ao mesmo tempo em que reduz os custos de tempo, recursos e esforços.
- A restauração ecológica participativa colabora com parceiros e atores envolvidos, promove a participação e melhora a experiência.

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EFETIVA:

- **Sustenta e é baseada em ecossistemas nativos existentes, e não causa danos.** Ainda restam exemplos de ecossistemas terrestres e aquáticos relativamente intactos em todo o planeta, representando um patrimônio natural inestimável. O apreço pela longa história de evolução dos organismos interagindo com seus ambientes naturais é a base ética da restauração ecológica.
- É uma aspiração. A ética da restauração ecológica busca os maiores e melhores resultados de conservação. Mesmo que ocorra somente em longo prazo, a recuperação integral deveria ser buscada sempre que for viável e desejável. Quando a recuperação integral claramente não for viável ou desejável, ao menos a recuperação parcial e a melhoria contínua da condição dos ecossistemas devem ser encorajadas para que ocorra expansão significativa da área disponível para conservação da natureza. Esta ética sustenta e direciona a restauração de alta qualidade.
- É universalmente aplicável e praticada localmente, com efeitos regionais e globais positivos. Inclui ecossistemas terrestres e aquáticos, com ações locais gerando benefícios regionais e globais para a natureza e as pessoas.
- **Reflete valores humanos, mas também reconhece os valores intrínsecos da natureza.** A restauração ecológica é realizada por muitos motivos, incluindo valores econômicos, ecológicos, culturais e espirituais. Nossos valores também nos levam a buscar o reparo e manejo dos ecossistemas pelo seu valor intrínseco, e não somente para o benefício humano. Ao praticar a restauração ecológica, busca-se uma relação mais ética e satisfatória de integração homem-natureza.
- **Não é um substituto para o manejo sustentável e proteção dos ecossistemas**. A promessa de restauração não pode ser utilizada como justificativa para destruir ou danificar ecossistemas existentes, pois ecossistemas funcionais naturais não podem ser facilmente transportados ou reconstruídos após serem danificados, e não há garantia do sucesso das ações de restauração. Muitos projetos que buscam a restauração não conseguem restabelecer os atributos do ecossistema de

[2] Os princípios base e suas definições são versões modificadas das versões da SER 2004, o endereço eletrônico da SER, Keenleyside 2012 e McDonald et al. 2016.

referência por diversos motivos, incluindo a escala e intensidade do dano e limitações técnicas, ecológicas e de recursos. Desta forma, deve-se ter muito cuidado e prudência nas ações de transformação, exploração ou fragmentação, ou quando compensações ambientais são negociadas.

A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EFICIENTE DEPENDE DE FATORES:

ECOLÓGICOS

- **Isolar os fatores de degradação em múltiplas escalas e tanto quanto possível.** A degradação continuará a prejudicar as ações de restauração a não ser que os fatores de degradação sejam isolados ou mitigados. As ameaças antrópicas incluem sobre-exploração, desmatamento, erosão e sedimentação, contaminação, alteração do regime de distúrbios, espécies invasoras e redução e fragmentação de habitats. Todas estas ameaças são capazes de prejudicar o ecossistema de sua própria maneira, e podem ser exacerbadas quando ocorrem simultaneamente, principalmente em longos períodos. A perda de habitat e fragmentação, em particular, aumentam as ameaças para a biodiversidade causadas pelas mudanças climáticas.

- **Reconhecer que a restauração facilita os processos de recuperação realizados pelos próprios organismos.** O restabelecimento das espécies e das características de habitat em um local são somente o ponto inicial para a recuperação ecológica; os processos de longo prazo são realizados pelos próprios organismos. A velocidade deste processo pode, muitas vezes, ser acelerada com mais recursos financeiros.

- **Levar em conta o contexto da paisagem/aquático e priorizar áreas resilientes**. Os locais devem ser abordados em um contexto maior para que ameaças e oportunidades complexas possam ser adequadamente identificadas. Maior eficiência ecológica e econômica pode ser obtida ao melhorar e unir continuamente manchas de habitat maiores e em melhores condições em escalas crescentes. A posição na paisagem/ambiente aquático e o nível de degradação influenciará a sequência e escala dos investimentos necessários.

- **Aplicar as abordagens mais adequadas para o grau de degradação**. Muitas áreas ainda podem regenerar-se naturalmente – talvez somente após certas intervenções necessárias – enquanto áreas altamente danificadas precisariam ser reconstruídas "do zero". É crucial considerar a resiliência inerente de um local (e intervenções-piloto que estimulem e aproveitem esta resiliência) antes de assumir que a reconstrução completa é necessária (Caixa de Texto 2).

- **Reconhecer que as espécies indesejadas também podem ser altamente resilientes aos distúrbios que acompanham a restauração**, às vezes com resultados imprevisíveis conforme as relações de competição e presa-predador alteram-se. Na ausência de tratamentos abrangentes, consistentes e periódicos até que os objetivos sejam alcançados, as espécies invasoras podem proliferar ou serem substituídas por outras espécies invasoras, por exemplo.

- **Abordar todos os componentes bióticos.** A restauração terrestre geralmente começa com o restabelecimento das comunidades vegetais, mas deve integrar todos os principais grupos da biota, incluindo plantas e animais (principalmente espécies formadoras de habitat) e biota de todos os níveis de micro- a macro-organismos. Isso é particularmente importante considerando o papel das interações planta-animal e da complexidade trófica necessária para o restabelecimento das funções como ciclagem de nutrientes, distúrbios do solo, polinização e dispersão. A colaboração entre especialistas de fauna e flora é necessária para identificar as escalas adequadas de intervenção e garantir que o auxílio apropriado seja empregado para alcançar a recuperação.

- **Abordar aspectos genéticos.** Onde os habitats e as populações foram fragmentados e reduzidos a níveis inferiores ao tamanho mínimo, a diversidade genética das espécies de plantas e animais pode ser comprometida, podendo ocorrer depressão endogâmica. A não ser que materiais genéticos mais diversos provenientes de populações maiores sejam reintroduzidos, o fluxo gênico seja reestabelecido e/ou os habitats sejam expandidos ou reconectem-se. Por outro lado, o isolamento genético de populações endêmicos específicas pode ser prejudicado pela introdução de taxa próximos, levando à extinção por hibridização.

LOGÍSTICOS

- **Geração de conhecimento embasado, relevante a aplicável, através de uma interação dinâmica entre ciência e prática**. Todas as formas de conhecimento, incluindo o conhecimento gerado pela ciência, pelas culturas baseadas na natureza e pela prática da restauração são importantes para delinear, implementar e monitorar projetos e programas de restauração. Os resultados da prática podem ser usados para refinar a ciência, e a ciência pode ser usada para refinar a prática. Investimento em pesquisas e ferramentas que podem ser aplicadas na prática aumentam a chance de sucesso da restauração e consolidam a confiança dos órgãos reguladores sobre os resultados da restauração.

- **Conhecer seu ecossistema e estar ciente dos erros do passado.** A chance de sucesso pode aumentar com o aumento do conhecimento aplicado sobre (i) a biota e as condições abióticas do ecossistema alvo e como elas se estabelecem, funcionam, interagem e reproduzem sob diferentes condições, incluindo sob as mudanças climáticas previstas no futuro; e (ii) resposta destas espécies às diferentes intervenções de restauração realizadas em outros lugares.

- **Adotar uma abordagem (de manejo) adaptativa.** Geralmente, os ecossistemas são altamente dinâmicos, principalmente nos estágios inicias de recuperação, e cada área é distinta da outra. Isso não significa somente que soluções específicas serão necessárias para ecossistemas e locais específicos, mas também que algumas soluções só poderão ser obtidas através de tentativa e erro. Portanto, é sensato planejar e realizar a restauração em uma série de etapas focadas em certos aspectos e continuamente monitoradas. Essas etapas são guiadas pelas recomendações inicias, mas podem alterar-se conforme o projeto se desenvolve.

- **Identificar alvos, objetivos e metas claros e mensuráveis.** A fim de quantificar o avanço da restauração, é necessário identificar como os resultados da restauração serão mensurados desde o início do projeto. Não somente isso garantirá que o projeto coletará as informações adequadas, mas também contribuirá para que o processo de planejamento estabeleça estratégias e ações com maior chance de sucesso (Caixa de texto 3).

- **Alocação adequada de recursos.** Estratégias orçamentárias precisam ser identificadas e o orçamento estabelecido no início do projeto. Em projetos com orçamentos maiores (e.g. como parte de compensação gerada por um empreendimento) as atividades de restauração poderão ser realizadas em espaços de tempo menores. Orçamentos menores, mas distribuídos em períodos de tempo mais longos podem ser altamente eficientes se as atividades estiverem limitadas a áreas que podem ser monitoradas com o orçamento disponível antes de intervenções em novas áreas. Voluntários podem exercer um papel fundamental em melhorar os resultados da restauração quando os recursos financeiros são escassos.

- **Acordos de longo prazo adequados.** A garantia da posse, comprometimento do proprietário da terra e manejo de longo prazo serão necessários para a maioria dos ecossistemas restaurados, particularmente quando as causas da degradação não puderam ser completamente isoladas. Intervenções periódicas de restauração auxiliam e mantêm este processo conforme as interações entre as espécies e seu ambiente mudam ao longo do tempo. É recomendado identificar as alterações prováveis em espécies, estrutura e funcionalidade em curto, médio e longo prazo no processo de recuperação.

A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARTICIPATIVA DEPENDE DE:

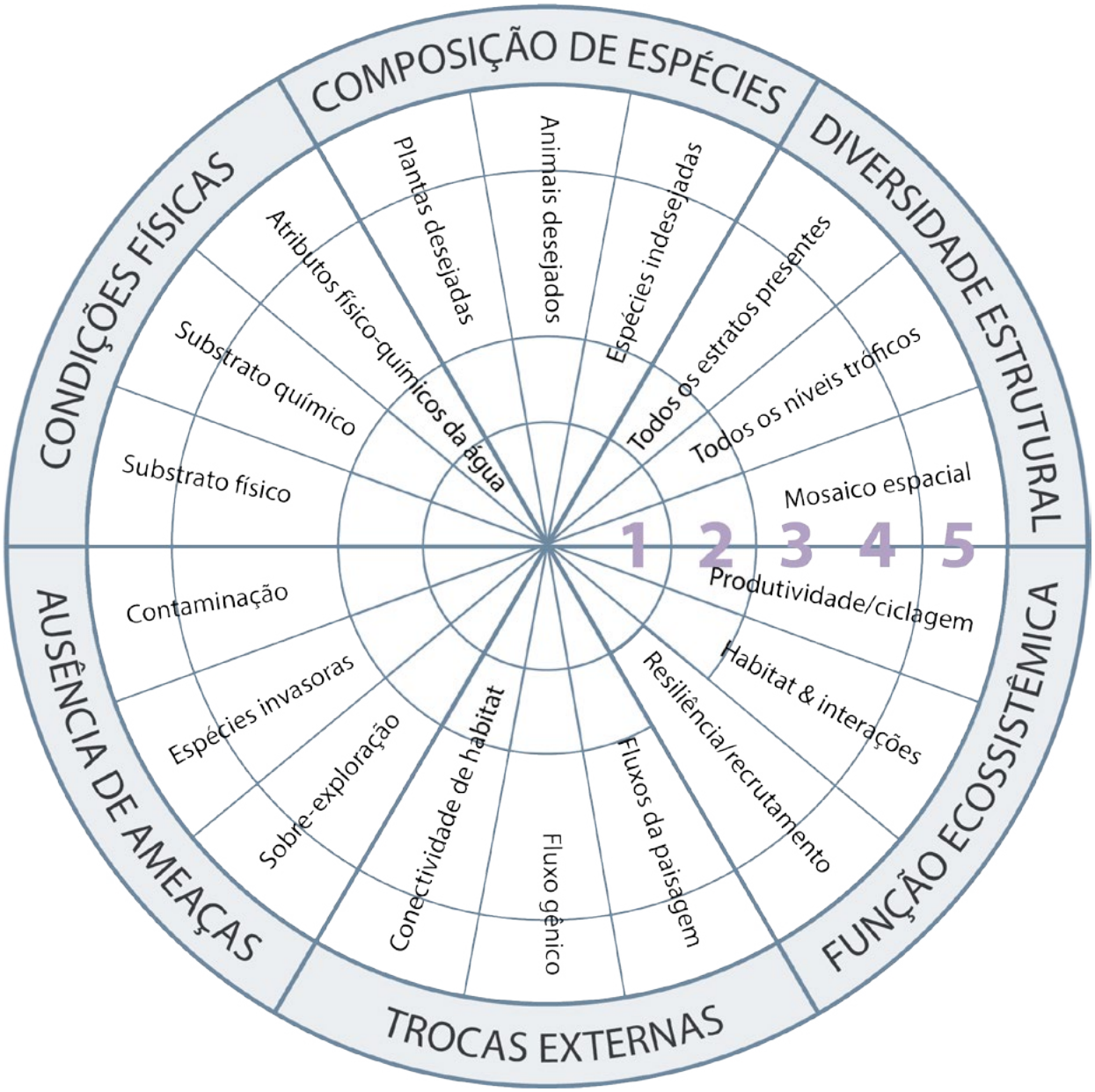
- **Estabelecer comunicação e extensão efetiva para e com os** atores envolvidos**.** Projetos de restauração bem-sucedidos possuem forte envolvimento com os atores envolvidos, incluindo comunidades locais, e principalmente com comunidades tradicionais e povos indígenas, os quais possuem conhecimento ecológico tradicional. A comunicação e extensão são obtidas mais facilmente quando o envolvimento tem início na fase de planejamento, continua durante toda a duração do projeto e após a conclusão das ações de restauração. Antes de gastar os limitados recursos para a restauração, os benefícios potenciais dos ecossistemas restaurados para toda a sociedade devem ser examinados explicitamente e reconhecidos. Para a restauração ser realizada em um contexto social seguro, é necessário haver concordância entre os atores envolvidos para confirmar que um ecossistema restaurado é o objetivo de longo prazo desejado.

- **Participação dos atores envolvidos no desenvolvimento de soluções para melhorar o manejo e restauração dos locais.** Os resultados da restauração ecológica são geralmente mais efetivos e eficientes se os atores envolvidos participarem da identificação dos problemas e desenvolvimento de soluções. O resultado da restauração também estará mais assegurado quando existem benefícios claros ou incentivos disponíveis para os atores envolvidos; e quando os próprios atores envolvidos participam no esforço de restauração, construindo um "senso de apropriação" nas culturas locais.

Estudantes da Escola Primária Maori "Rauni" durante uma aula de campo, libertando popokoteas (ave nativa endêmica) *(Mohoua albicilla)* como parte do projeto "Ark in the Park" na região de Waitakere, na Nova Zelândia. O projeto "Ark in the Park" protege espécies endêmicas da predação de ratos, arminhos e outras espécies invasoras. Culturalmente importante para os Maoris, as popokoteas eram consideradas videntes e usadas em cerimônias tradicionais.

Crédito da foto: Jacqui Geux

APÊNDICE 2. MODELOS EM BRANCO DE AVALIAÇÃO



Roda da recuperação

AVALIAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DO ECOSSISTEMA

Local _____

Responsável _____

Data _____

CATEGORIA DE ATRIBUTO	NÍVEL DE RECUPERAÇÃO (1-5)	EVIDÊNCIAS PARA O NÍVEL DE RECUPERAÇÃO
ATRIBUTO 1. Ausência de Ameaças		
Sobre-exploração		
Espécies invasoras		
Contaminação		
ATRIBUTO 2. Condições físicas		
Substrato físico		
Substrato químico		
Atributos físico-químicos da água		
ATRIBUTO 3. Composição de espécies		
Plantas desejadas		
Animais desejados		
Espécies indesejadas		
ATRIBUTO 4. Diversidade estrutural		
Todos os estratos de vegetação		
Todos os níveis tróficos		
Mosaico espacial		
ATRIBUTO 5. Função ecossistêmica		
Produtividade/ciclagem		
Habitat e interações		
Resiliência/recrutamento		
ATRIBUTO 6. Trocas externas		
Fluxos da paisagem		
Fluxo gênico		
Conectividade de habitat		

SER SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION

A SER é uma organização sem fins lucrativos, mantida pelos seus membros inscritos, financiamento de fundações e corporações e doações privadas. Para se tornar um membro, começar um capítulo regional, doar para a SER ou patrocinar uma conferência, por favor, entre em contato.

www.ser.org

1133 15th St. NW Suite 300
Washington, DC 20005 USA
202.299.9518
info@ser.org

SER AUSTRALASIA SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION

Institute for Regional Conservation