

Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática¹



Sergio Zalba, Dr.²

- Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina



Sílvia R. Ziller, Dr.

- Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental
The Nature Conservancy

RESUMO. Muitas ações de conservação da biodiversidade precisam ser realizadas com urgência e muitas vezes com informação escassa. Nos casos de invasões biológicas, essa situação é particularmente notável, já que as reais possibilidades de controlar uma espécie invasora se reduzem significativamente à medida que a espécie tem sucesso em se estabelecer e avançar sobre ecossistemas naturais. O manejo adaptativo, ou seja, o manejo organizado sobre uma base experimental sólida, permite atacar esses problemas urgentes ao mesmo tempo em que gera informação valiosa para colocar à prova a efetividade das ações de controle e a precisão dos diagnósticos a respeito do efeito da invasora sobre os sistemas naturais ou sobre a necessidade de aplicar medidas complementares de restauração. Neste trabalho são apresentados os princípios básicos dessa estratégia de manejo e exemplos de sua aplicação no controle de espécies invasoras lenhosas nos pampas argentinos.

Palavras-chave: manejo adaptativo, espécies exóticas invasoras, invasões biológicas

FALTA DE INFORMAÇÃO: UMA CONSTANTE NO MANEJO CONSERVACIONISTA

Uma das principais preocupações da Biologia da Conservação é minimizar o impacto das atividades humanas sobre a estrutura e a composição dos ecossistemas e procurar formas de interação mais harmônicas entre a espécie humana e a diversidade biológica (Primack et al., 2001). Desde sua origem foi definida como uma disciplina de crise, com referência ao fato

de que requer ação urgente e, na maioria dos casos, com altas doses de incerteza (Soulé, 1985). As ações de conservação da biodiversidade não podem esperar até que se tenha o conhecimento completo dos fatores que operam em cada situação, nem de suas relações precisas. Este fato se choca com a formação científica tradicional que impulsiona os profissionais das ciências naturais a procurar mais e mais informação antes que possam se sentir suficientemente confortáveis para tomar decisões. Ainda que possa ser arriscado adotar medidas de manejo sem que haja informação precisa, não é realista pensar que estudos científicos genéricos possam contribuir decisiva-

¹ Enviado originalmente em português

² szalba@criba.edu.ar

mente para melhorar a tomada de decisões, ou que levantamentos qualitativos como listas de espécies ou mapas de solos sejam passos prévios indispensáveis para se tomar qualquer decisão. No cenário atual de degradação ambiental, as decisões geralmente precisam ser tomadas em caráter de urgência. Abster-se de executar uma ação de manejo é uma decisão cujas conseqüências podem ser tão ou mais graves do que fazer algo de forma equivocada (Zalba, 2005a).

O manejo de invasões biológicas é um exemplo particularmente claro desse tipo de situação: as espécies exóticas invasoras são um dos principais agentes de degradação ambiental e está provado que, à medida que o processo de invasão avança, as possibilidades de limitar seu impacto sobre ecossistemas naturais diminuem significativamente. Assim sendo, a ação imediata e o controle precoce constituem ações de máxima prioridade e economia (Baskin, 2002, Mack et al. 2000, Wittenberg e Cock, 2001). A Convenção de Diversidade Biológica recomenda enfrentar o problema de espécies exóticas invasoras com base no princípio da precaução: a falta de certeza científica não deve ser usada como justificativa para prorrogar ou deixar de implementar ações de erradicação, contenção ou controle. De forma análoga, a ação rápida para prevenir a introdução, o estabelecimento ou a expansão de uma espécie exótica invasora potencial é recomendada ainda que haja incerteza sobre seus impactos no longo prazo (IUCN, 2000).

O princípio da precaução oferece a base para uma política de manejo que prefere “prevenir a curar”, estratégia que definitivamente é a mais apropriada para enfrentar um problema de conseqüências tão sérias e manejo por vezes tão difícil ou complexo. Sem dúvida, este princípio não é suficiente para resolver todas as limitações relacionadas ao controle de espécies invasoras. Por exemplo, o número de espécies invasoras que conseguem se estabelecer e avançar sobre ecossistemas naturais ou seminaturais numa área foco quase com freqüência excede a capacidade real de manejo, sendo

impossível agir sobre todas as espécies ao mesmo tempo. Por outro lado, pode ser que uma parte dessas espécies não represente ameaças significativas, ao menos no primeiro momento. Faz-se necessário então estabelecer prioridades em virtude de critérios de impacto atual ou potencial e da maior ou menor viabilidade de controle (Hiebert e Stubbendieck, 1993, Parker et al., 1999).

O impacto de espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade é freqüentemente conspícuo, como ocorre no caso de ratos predadores de aves em ilhas, com os grandes herbívoros e seus efeitos em campos naturais ou com espécies de arbustos ou árvores invasoras que cobrem completamente um ambiente, sufocando a vegetação nativa (GISP, 2005). Em outros casos, os efeitos de espécies exóticas invasoras sobre o ambiente são mais difíceis de definir, entre outras coisas porque a presença dessas espécies coincide em tempo e lugar com outros agentes de transformação ambiental, como o avanço da fronteira agropecuária, a expansão de ambientes urbanos e a fragmentação de ecossistemas naturais. Como saber, então, se a espécie exótica invasora é responsável por uma determinada alteração ambiental ou pela retração de uma ou de um grupo de espécies nativas? Conforme mencionado anteriormente, não se pode esperar por provas concretas do impacto para somente então iniciar as ações de controle, pois essa demora pode fazer com que seja tarde demais para resolver o problema. Tampouco podemos simplesmente agir sem observar as respostas do ambiente ao perceber que o problema existe, já que isso pode levar a maus investimentos em termos de tempo e de recursos. No pior dos casos, se a percepção inicial estiver errada e a causa de degradação ambiental não for a espécie exótica invasora, pode-se terminar por perder os valores ambientais que estavam ameaçados, independentemente do sucesso das ações de controle ou erradicação. A chave da questão está, então, em organizar a estratégia de manejo de forma a enfrentar o problema ao mesmo tempo em que se aumenta o conhecimento científico necessário para resolvê-lo.

A INCERTEZA SE CONVERTE EM PERGUNTAS E EM RESPOSTAS QUE ORIENTAM ESTRATÉGIAS DE MANEJO

Um passo crítico para manejar com eficiência um processo de invasão é detectar as incertezas-chave, ou seja, as lacunas de informação que, se resolvidas, melhorariam de maneira significativa a capacidade para resolver o problema. Essas lacunas de informação podem ser colocadas como perguntas e estas, por sua vez, irão orientar a formulação de hipóteses que são postas à prova pela estratégia de manejo. Não é necessário esperar todas as respostas para entrar em ação. Pelo contrário, deve-se iniciar o controle e aproveitá-lo como oportunidade para conhecer melhor o problema. Esta é a base do manejo adaptativo (Nyberg, 1999), um ciclo contínuo de ações, monitoramento, aprendizagem e ajuste de novas ações que permitem aumentar a eficiência das práticas de controle de espécies exóticas invasoras. No manejo adaptativo, as ações de controle se organizam como experimentos, deixando claras as conseqüências esperadas das intervenções no caso do diagnóstico inicial do problema e das premissas sobre o funcionamento do ecossistema estarem corretos. Suponhamos, a título de exemplo, um trabalho numa área protegida onde as metas de manejo visem conservar as comunidades de aves silvestres. Por meio de levantamentos realizados durante vários anos, observou-se que algumas espécies de aves silvestres tiveram sua abundância reduzida enquanto outras se encontravam em densidades atuais muito maiores que as históricas. Suspeita-se que essa mudança tenha relação com a invasão de uma espécie exótica cujos frutos são consumidos por aves, favorecendo alguns grupos tróficos e dando-lhes vantagens sobre outros à medida que a densidade da invasão aumentava. A partir desse fato, decide-se iniciar ações de controle das plantas exóticas, de forma a reduzir sua incidência sobre as comunidades de aves. Na **FIGURA 1** observa-se um esquema de manejo em que:

- a meta está na conservação das comunidades de aves, o diagnóstico trata das mu-

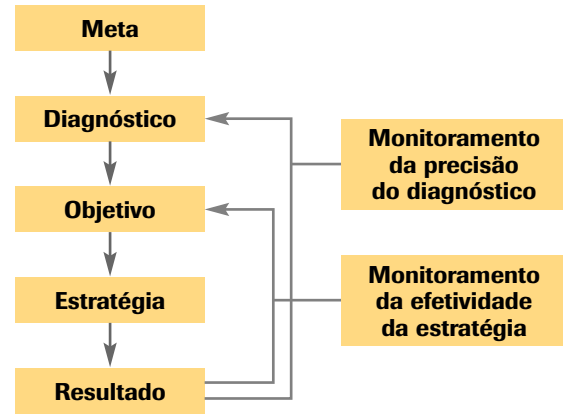


Figura 1: Esquema de manejo adaptativo

danças nas abundâncias relativas dos distintos grupos tróficos, em virtude da disponibilidade de frutos da espécie exótica;

- o objetivo representa o resultado específico esperado a partir das ações de manejo tomadas (por exemplo, reduzir a área coberta pela espécie invasora para a metade no período de um ano);
- a estratégia se refere às ações que serão tomadas para alcançar esse objetivo (por exemplo, o uso de herbicidas aplicados sobre a base de anelamento no tronco de árvores);
- o resultado da estratégia é expresso pelos quadros à direita do esquema, que representam os dois níveis de monitoramento das ações.

Por um lado, pode-se pôr à prova a efetividade da ação implementada (o herbicida permitiu reduzir a presença da espécie invasora na área?) e, por outro lado, este esquema nos permite julgar a precisão do diagnóstico inicial (as mudanças na composição de espécies de aves efetivamente responderam à presença da espécie exótica invasora?).

A **FIGURA 2** mostra os resultados possíveis do monitoramento. Se os resultados forem negativos (a abundância da espécie não se reduziu), a estratégia deve ser reavaliada (em vez de herbicidas aplicados no tronco, passa-se a cortar as árvores e aplicar o produto químico nos tocos para evitar rebrotamento).

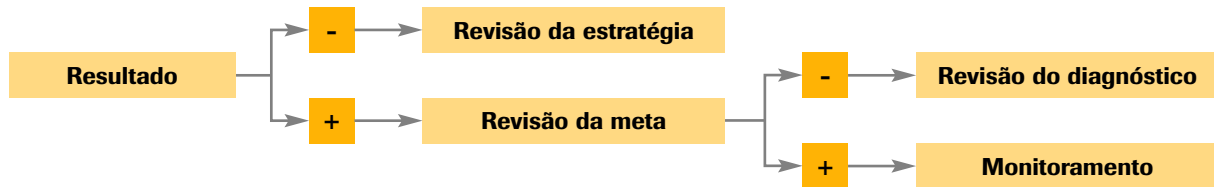


Figura 2: Seqüência de avaliação de resultados de uma estratégia de manejo adaptativo

Se os resultados forem positivos, então a meta de manejo deve ser reavaliada: é possível observar alguma mudança na composição da comunidade de aves? Caso positivo, dá-se continuidade às ações de monitoramento em curso. Caso negativo, é preciso considerar que o diagnóstico inicial estava equivocado ou que não era completo: apesar da redução em abundância da espécie exótica invasora, as comunidades de aves não recuperaram suas características anteriores à invasão. Nesse caso, é muito importante levar em conta que os sistemas naturais geralmente apresentam graus significativos de inércia que fazem com que as respostas esperadas não se manifestem imediatamente após a ação de controle (Steedman, 1994). Além disso, em situações de intensa degradação é preciso aplicar práticas complementares para restaurar a resiliência do ambiente e acelerar sua recomposição.

Outras questões relacionadas a ações de controle, como o impacto do uso de herbicidas, podem ser também avaliadas no processo. As respostas a esta questão têm mostrado que o problema não está, em absoluto, no uso de produtos químicos *per se*, mas sim na forma de aplicação. Se realizado de modo tópico e local, o uso de herbicidas gera benefícios à conservação em virtude da eliminação do problema de invasão e à restauração do ambiente natural. Impactos pontuais sobre o ambiente são tolerados com frequência no controle de espécies invasoras com base na perspectiva de restauração em médio prazo, o que não acontece se a invasão prospera indefinidamente. A decisão de não realizar o controle não é neutra no caso de espécies exóticas invasoras. O tempo tende a agir em favor da invasão até que seu avanço possa não ser reversível, seja por causa do impacto ambiental já causado ou de

outros fatores como custos muito elevados para saná-los.

O reconhecimento das incertezas é a base do manejo adaptativo. Os diagnósticos sempre devem ser colocados como hipóteses e as ações de manejo desenhadas de forma a que sejam postas à prova. Para testar a precisão do diagnóstico é preciso estabelecer previsões explícitas embasadas nas hipóteses formuladas sobre a relação entre a presença da espécie exótica invasora e o sintoma de alteração ambiental detectado (no exemplo anterior, as alterações nas comunidades de aves). Aplicar sem critério uma solução “pronta para usar” faz com que percamos a oportunidade de aprender sobre o sistema em questão. Nenhuma ferramenta pode substituir o conhecimento gerado num local específico em virtude das práticas de manejo, nem mesmo o conhecimento de ecologia e história natural.

O controle de espécies exóticas invasoras opera sobre sistemas complexos e os resultados de ações de manejo podem ser consequência da ação em si, mas também de fatores externos não considerados, ou da combinação de ambos. Por exemplo, no caso apresentado anteriormente, um processo de restauração da estrutura das comunidades de aves poderia responder a outro fator ambiental que opere simultaneamente na região, independente das ações de controle, gerando confusão. Uma redução no uso herbicidas nos campos ao redor da reserva em questão pode levar à recuperação de populações de aves afetadas. Neste caso, seria possível cometer o erro de atribuir uma relação de causa-efeito entre a ação de manejo e a resposta observada na população de aves. Para diminuir a probabilidade de cometer esse tipo de erro, é pre-

ciso organizar as ações de manejo num esquema flexível, como: a) selecionar cuidadosamente os indicadores de resposta do sistema; b) incluir áreas de testemunha onde não sejam executadas ações de manejo; c) considerar a possibilidade de replicar e atribuir os tratamentos ao acaso; e d) controlar ou medir eventuais fatores de confusão (Feisinger, 2003).

Outra das principais vantagens do manejo adaptativo é que ele permite desenvolver experimentos em grande escala: com frequência, os ensaios ecológicos se limitam a pequenas parcelas de poucos metros quadrados de superfície, pouco representativos e não significativos do ponto de vista estatístico. Sabe-se, sem dúvida, que muitos fenômenos biológicos operam em escalas maiores. O manejo adaptativo pode operar em bacias hidrográficas, cobrindo toda uma área natural protegida ou uma região, permitindo a obtenção do conhecimento em escala real (Sit e Taylor, 1998).

AUMENTANDO A EFICIÊNCIA DO MANEJO

O monitoramento não só permite ajustar o diagnóstico, mas também ajuda a selecionar os métodos de controle mais adequados para cada espécie em cada situação, assim como a forma mais eficiente de aplicar esses métodos. As estratégias de controle de espécies exóticas invasoras utilizadas nos campos naturais da Argentina envolvem ações de controle organizadas de forma a responder a perguntas críticas para aumentar a eficiência do controle. Desde 1999, está em execução uma estratégia de restauração dos campos naturais impactados por espécies exóticas invasoras lenhosas no Parque Provincial Ernesto Tornquist, na Sierra de la Ventana, Argentina. Este projeto se fundamenta na aplicação do manejo adaptativo e consiste, basicamente, no corte de árvores e arbustos exóticos que avançam espontaneamente sobre um dos últimos remanescentes em bom estado de conservação do ecossistema chamado localmente de Pastizal Pampeano (Zalba e Villamil, 2002). As espécies exóticas invasoras produzem reduções dramáticas na diversidade de plantas e animais silvestres na-

tivos da região e estão associadas a problemas severos de erosão, resultantes fundamentalmente de incêndios naturais. O êxito de ações de controle na área não é medido pelo número de árvores cortadas, mas sim pelas mudanças associadas à comunidade vegetal, já que de nada adianta eliminar as espécies exóticas se elas forem substituídas por outras também exóticas, ou ainda, se o corte em si provocar problemas de erosão que agravem a degradação dos sistemas naturais. Junto com as ações de corte são coletados dados que permitem ajustar o manejo e conhecer melhor o processo de invasão (Zalba et al. 2000, Zalba 2005b). Aspectos reprodutivos estão em estudo para determinar em que idade as árvores invasoras começam a produzir sementes, o que acontece com as sementes que ficam presas em árvores cortadas e não são removidas, que impactos uma árvore caída tem sobre a vegetação subjacente e que efeito produz a presença de herbívoros e do fogo sobre o avanço das árvores exóticas, entre outros. As respostas a essas perguntas são então usadas para decidir quais são as áreas prioritárias para controle, em que época é mais conveniente cortar as árvores ou com que frequência é preciso retornar a cada área de controle para repetir as ações até que se elimine o banco de sementes ou o processo de brotação (Cuevas, 2005).

Os testes realizados até o presente indicaram que as sementes retidas nos cones de *Pinus halepensis* cortados são liberadas no verão seguinte ao corte das árvores, independente da época em que tenham sido cortadas. Sem dúvida, o percentual de sementes viáveis liberadas dos cones das árvores cortadas no início do verão é significativamente maior do que daquelas cortadas no outono ou no inverno. Essa informação ajuda a distribuir os esforços de controle ao longo do ano, de forma a minimizar a dispersão de sementes a partir das árvores cortadas. Outros testes mostraram que os pinus começam a liberar sementes aos sete anos de idade e que as sementes que caem no solo permanecem viáveis por apenas um ano. Isso significa que, se não houver novos aportes externos de sementes, uma área onde se realiza a remoção de *Pinus halepensis* somente

precisa ser revisada uma vez, entre dois e seis anos depois do corte. Nesse meio tempo, as sementes que jazem no solo terão perdido a viabilidade ou germinado, e a repetição da ação de manejo ainda ocorre antes que as novas plantas tenham alcançado sua maturidade reprodutiva (Cuevas et al. 2006). No Brasil, as espécies de pinus mais comumente empregadas atingem a maturidade entre idades de quatro e cinco anos, dependendo do ambiente em que se encontram, de modo que ações de repasse ao controle realizado precisam ser realizadas em períodos menores, entre três e quatro anos, para garantir que o banco de sementes não seja restabelecido (Ziller, 2000).

Em resumo, organizar ações de manejo a partir de um desenho flexível e consistente permite otimizar a destinação de recursos e aumentar as chances de controlar espécies exóticas invasoras de forma eficiente. O manejo adaptativo representa a oportunidade de aumentar a objetividade e de comprovar se o controle de uma invasão efetivamente contribui para os objetivos de conservação da diversidade biológica nativa ou se são necessárias práticas complementares de restauração para devolver ao ambiente impactado a sua resiliência. As lições aprendidas com os processos de manejo organizado sobre uma base experimental podem servir para enfrentar situações semelhantes com qualquer espécie exótica invasora.



REFERÊNCIAS

- Baskin Y., 2002. *A plague of rats and rubber-vines. The growing threat of species invasions.* The Scientific Committee of Problems on the Environment (SCOPE). Island Press, Washington, 377 pp.
- Cuevas, Y.A., 2005. Plan de manejo de *Pinus halepensis* para el Parque Provincial Ernesto Tornquist (Buenos Aires). *Tesis de Maestría en Manejo de Vida Silvestre*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Cuevas, Y.A.; Zalba, S.M.; Boó R.M., 2006. Controlling invasive pines in a grassland nature reserve: Proposal of optimization. *Annual Meeting of The Ecological Society of America*, Mérida, México, 8 al 12/01/2006.
- Feisinger, P., 2003. El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. *Editorial FAN*, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242 pp.
- GISP – Global Invasive Species Programme, 2005. *Sudamérica Invasida - el creciente peligro de las especies exóticas invasoras.* Programa Mundial sobre Especies Invasoras. Kirstenbosch, Sudáfrica.
- Hiebert, R.D.; Stubbendieck, J., 1993. Handbook for ranking exotic plants for management and control. *Natural Resources Report NPS/NRMWRO/NRR-93/08.* United States Department of the Interior, National Parks Service, Midwest Regional Office, Denver, Colorado, 30pp.
- Mack, R.N.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Evans, H.; Clout, M.; Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Nyberg, B., 1999. *An Introductory Guide to Adaptive Management for Project Leaders and Participants.* Forest Practices Branch, British Columbia Forest Service, Victoria, BC. 22 pp.

Parker, I.M.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Goodell, K.; Wonham, M.; Kareiva, P.M.; Williamson, M.H.; Von Holle, B.; Moyle, P.B.; Byers, J.E.; Goldwasser, L., 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1(1): 3-19.

Primack, R.; Rozzi, R.; Feisinger, P.; Dirzo, R.; Massardo, F., 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México. 797 pp.

Sit, V.; Taylor, B. (eds.), 1998. Statistical Methods for Adaptive Management Studies. *Land Management Handbook* No. 42. British Columbia Ministry of Forests, Research Branch, Victoria, BC. 148 pp.

Soule, M.E., 1985. What is Conservation Biology? *BioScience* 35:727 -734.

Steedman, R.J., 1994. Ecosystem health as a management goal. *Journal of the North American Benthological Society* 13(4):605-610.

IUCN (World Conservation Union), 2000. *Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species*. Prepared by the Invasive Species Specialist Group. Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland. 15 pp.

Wittenberg, R.; Cock, M.J.W., 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit for Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 228 pp.

Zalba, S.M., 2005a. El manejo científico. Un terreno común para la investigación, la gestión de áreas protegidas y el conocimiento local. *Revista de la Administración de Parques Nacionales* (Argentina), 2(2): 41-43.

Zalba, S.M., 2005b. Adaptive management of biological invasions: a tool for reducing uncertainty and improving diagnosis and effectiveness of control. *XIX Meeting of the Society for Conservation Biology*. Brasília, Brasil, 15 al 19/07/05.

Zalba, S.M.; Barrionuevo, L.; Cuevas, Y., 2000. Pine invasion and control in an Argentinean grassland nature reserve. *III International Weed Science Congress*. Iguassu Falls, Brazil, 6 al 11 de junio del 2000.

Zalba, S.M.; Villamil, C.B., 2002. Invasion of woody plants in relictual native grasslands. *Biological Invasions*, 4(1-2): 55-72.

Ziller, S.R., 2000. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. *Tese de doutoramento*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 268 p.