

Estratégias e técnicas de conservação genética de plantas

Introdução

Os cientistas da conservação face ao mundo biológico actual, enfrentam um desafio em três direcções, ou seja: classificar a diversidade biológica existente; alterar as taxas de perda verificadas nos ecossistemas, habitats, espécies e nos genes; e, alimentar uma população humana sempre cada vez maior. Por outro lado, verifica-se grande concordância quanto à redução, ou perda da diversidade genética das plantas, que chega mesmo a ser catastrófica, quando se analisam as espécies, as combinações genéticas e os alelos. Provavelmente, esse processo de erosão genética, tenderá a ser cada vez maior e mais grave para um futuro próximo. Desse modo é de grande importância a conservação da fitodiversidade não só pelos benefícios directos que faz usufruir a humanidade, resultantes da exploração de novas cultivares e do desenvolvimento de produtos medicinais como também pela função central desempenhada pelas plantas no funcionamento de todos os sistemas naturais. Face ao crescente crescimento populacional verificado, se não houver um controlo atempado das rápidas perdas de diversidade na flora, as consequências económicas, políticas e sociais poderão ser devastadoras. A importância que estes aspectos assumem para a humanidade é sublinhada no Art.1 da CBD (convenção da biodiversidade biológica (UNCED, 1992): “Os *objectivos desta convenção... são conservação de diversidade biológica, o uso sustentável das suas componentes e a partilha equitativa e justa dos benefícios emergentes da utilização dos recursos genéticos...*”

A conservação e a utilização sustentável da biodiversidade, com a resolução de alguns problemas científicos associados, têm contribuído para desenvolver protocolos e metodologias mais eficientes e activas. A importância é particularmente evidente nas regiões do mundo com os mais altos níveis de diversidade botânica e, invariavelmente, tais regiões são quase sempre onde é menos conhecida a flora, onde sofre mais ameaças e onde existe menor número e treino técnico-científico dos conservacionistas. É uma necessidade urgente clarificar e melhorar as metodologias que permitem aos cientistas classificar, conservar, gerir e utilizar a sua flora nativa.

As tentativas para conservar e utilizar a diversidade das plantas são tão antigas quanto a humanidade. Para se alimentarem as pessoas já exploravam o seu ambiente na época caçadora-recolectora, antes da agricultura surgir. Foi descoberto muito cedo a utilização e a preservação das plantas medicinais, estando esse conhecimento associado à velhice sábia do “mais velho”, da mulher ou bruxa ou mesmo do herbanário. Os registos históricos mostram que os antigos gregos, persas, chineses, assírios, egípcios e outros usavam plantas específicas pelas suas propriedades medicinais, benignas e malignas.

Essa flora ao ser localizada pelos recolectores acabou por ser, também, utilizada nas regiões mais próximas e usada pelos vizinhos. A exploração dessas plantas, desenvolvida mais tarde, sendo mais sofisticada e poderosa procurou localizar plantas em distintas áreas ou regiões para depois as transferir *ex-situ* para outras áreas onde pudessem servir. O registo mais antigo de uma colheita dirigida foi realizado por Sargon em 2500 AC, que atravessou as montanhas do planalto Anatólico para colher figos, uvas e azeitonas (Juma, 1989). Outro exemplo de uma exploração antiga foi o da rainha Hatsheput, do Egipto, em 1495 AC, que dirigiu uma exploração à Somália à procura de árvores que produzissem olíbano (incenso de *Boswellia carteri*) das suas resinas (Coats, 1969). Essa expedição foi registada profusamente nos hieróglifos do palácio de Tebas. As plantas vivas foram transplantadas para vasos trazidos pelo Nilo e replantadas no Palácio Real. Possivelmente, foi a primeira missão “orientada para uma espécie-alvo” e que haveria de ser seguida por muitos outros exemplos, como o de Alexandre o Grande, no Século IV AC, ao trazer para a Grécia, da Arménia a romã, da Ásia Central, o pessegueiro e a macieira, e como o dos Árabes em 900 AC, ao trazerem para a Arábia, o café da Etiópia. Mais tarde, a ideia de procurarem plantas e produtos naturais novos, utilizáveis pelas pessoas, motivaram vagas de exploradores europeus pelo novo mundo do Séc. XVI e XVII. Cada poder colonial Europeu tinha os seus próprios exploradores que descobriam e carregavam as novas espécies de plantas descobertas, para que fossem exploradas. Foi paradigma entre nós “as drogas da Índia” (Garcia de Horta, 1891).

Paralelamente com o aparecimento da exploração das plantas a longa distância surgem os primeiros jardins botânicos no séc. XVI e XVII, para disponibilizar plantas para as necessidades da medicina. Em 1545 já eram jardins: o de Pádua, o de Florença e o de Pisa, enquanto que em 1593 foi estabelecido o de Leiden, em 1635 o de Paris, em 1690 o de Edimburgo. Vandelli em 1791 foi designado para desenvolver o Real Jardim Botânico da Ajuda e em 1840, José M^a Grande foi indicado como director do Jardim Botânico da Escola Politécnica. Em 1841 Sir William Hooker tornou-se o primeiro director do Jardim Botânico de Kew, o verdadeiro beneficiador das explorações de plantas com o objectivo do melhoramento de culturas não só das nacionais como das colónias. Foi altura da árvore da borracha (*Hevea brasiliensis*) ser transferida do Brasil para a Malásia, via Kew, a fruta-pão (*Artocarpus*

laciniata) das Índias Orientais para as Índias Ocidentais, a palmeira-dendem da África Ocidental para o Sudeste Asiático, o cacau da América Central para a África Ocidental, etc. (vide Mendes-Ferrão, 1997). Contudo, todas estas introduções foram baseadas em muito poucas plantas, com uma base genética muito estreita, reflectindo o perigo de poder ameaçar qualquer futuro por falta de diversidade suficiente.

Foi N.I. Vavilov quem pela primeira vez reconheceu a importância de colher a diversidade nas culturas e seus parentes próximos em vez de amostrar espécimes únicos ou pequenas quantidades de cada espécie. Realizou numerosas expedições pelo mundo durante os anos 20 e 30 para: trigo, centeio, batata, cevada e muitas outras culturas como leguminosas para grão e forrageiras. Os seus estudos permitiram-lhe formular a hipótese do “centro de origem” das plantas cultivadas e as suas ideias estimularam uma geração de conservacionistas genéticos, tais como H.V. Harlen (cevada), J.R. Harlen (trigo), E. Bennett (cereais), H. Kuckuck (trigos), J. Hawkes (batata) e tantos outros, que procuraram investigar e conservar, sistematicamente, o património desses recursos genéticos. O desenvolvimento científico da conservação *ex situ* aconteceu nos anos 60 e 70 (Frankel & Bennet, 1970, Frankel, 1973, Frankel & Hawkes, 1975) levando à constituição do IBPGR em 1974 (agora IPGRI). Esta iniciativa esteve relacionada com a necessidade urgente de salvar os recursos genéticos das culturas da forte erosão genética, então sentida, especialmente nos centros de diversidade de Vavilov. Foram estabelecidas as técnicas científicas de amostragem e foram regulamentados os padrões de avaliação e de armazenamento. A conservação *ex-situ* da diversidade genética foi o objecto central dessas actividades e a motivação para desenvolver técnicas da conservação genética *in situ*, só surgiu no fim dos anos 80.

Esta mudança de atitude foi reconhecida pela CDB, Art.9º ao acentuar a natureza complementar das técnicas *in situ* e *ex situ* (UNCED, 1992). No entanto, a investigação científica tem sido orientada mais para as bases científicas da conservação genética *ex situ* (Hawkes, 1991) do que para as técnicas *in situ*, bastante menos desenvolvidas, ainda.

O objectivo da conservação genética, em sentido lato, é assegurar que os conjuntos génicos úteis sejam eficientemente conservados, mantidos e disponibilizados, rapidamente, para uma utilização sustentável. Como é que isto pode ser atingido? Primeiro os conservacionistas terão que definir e compreender, claramente, todos os processos envolvidos e só depois desenvolver técnicas práticas para atingir esse objectivo. Quando se executa um exercício particular de conservação usam-se todos os conhecimentos de Genética, Ecologia, Geografia, Taxonomia e de tantas outras disciplinas, para compreender e gerir a diversidade genética que desejam conservar. A explicitação desses procedimentos irá fazer incorporar em qualquer tipo de modelo a eficiência prática da conservação desenvolvida nos trabalhos de campo.

Spellerberg e Harges (1992) afirmaram que “a conservação biológica tem por objectivo manter a diversidade dos organismos vivos os seus habitats e as inter relações entre organismos e seus ambientes”. Estes autores salientaram que a conservação não se ajusta somente às plantas individuais e às espécies animais, mas inclui também todos os aspectos da biodiversidade desde os ecossistemas às comunidades, espécies e populações e à diversidade genética dentro das espécies. Foi feita uma tentativa para diferenciar o nível da conservação no ecossistema e o nível genético, referindo-se a conservação ecológica e a genética, respectivamente. Assim muito do interesse centrou-se em modelos de desenvolvimento para a conservação de ecossistemas e habitats (Shafer, 1990; Spellerberg *et al.*, 1991; Fiedler and Jain, 1992; Groombridge, 1992; Forey *et al.*, 1994) e na definição de vários aspectos da conservação genética (Allard, 1970; Bennet, 1970; Marshal & Brown, 1975; Brown, 1978; Yonezawa, 1985; Chapman, 1989; Guarrino *et al.*, 1995), havendo menos progressos no desenvolvimento de um sistema geral de conservação genética que integre as estratégias *in situ* e *ex situ*, complementarmente.

Metodologias de conservação genética das plantas

A matéria-prima da conservação genética são os genes que integram um conjunto génico específico, constituindo toda a diversidade do material genético total de um *taxon* particular, a ser conservado. O produto desse conjunto génico está sujeito a ser preservado e utilizado. O processo que liga a matéria-prima e o conjunto génico utilizado é a conservação, como se ilustra no modelo simples da figura 1.

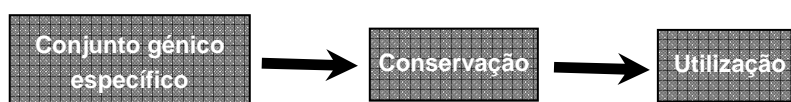


Figura 1. Modelo simples da conservação genética de plantas

A conservação é o processo que retém activamente a diversidade dos grupos génicos numa perspectiva de utilização, presente ou futura, e a utilização é a exploração humana dessa diversidade genética.

A base da conservação é a diversidade genética e esta a soma das variações alélicas encontradas em natureza: é esta diversidade genética que é conservada e utilizada. Há uma ligação, íntima, clara e essencial entre conservação e utilização: os humanos conservam porque desejam utilizar. Por isso, há sempre um custo económico na conservação, sendo difícil persuadir a sociedade a encontrar esse custo se não for encontrado qualquer valor. É relativamente fácil atribuir benefícios económicos à conservação, utilização e exploração de formas varietais regionais ou a progenitores silvestres das culturas associados aos programas de melhoramento, mas é difícil atribuir valor económico às espécies, verdadeiramente selvagens. No entanto, argumenta-se que todas as plantas têm algum valor, quer em termos potenciais para o melhoramento da cultura, para utilização imediata, farmacêutica, de recreio, para eco-turismo ou mesmo a nível educacional, ou, para formas menos abertas de utilização, como seja conferir felicidade às pessoas quando usufruem da natureza em segurança. Tal como toda a biodiversidade, a diversidade genética é parte do património nacional, tal como é a arte e a cultura. Assim, é importante explicitar a ligação entre conservação e utilização em qualquer estratégia de conservação.

O modelo simples apresentado atrás pode ser melhorado para produzir um modelo de conservação mais explícito proposto por Maxted *et al.* (1997) na Figura 2.

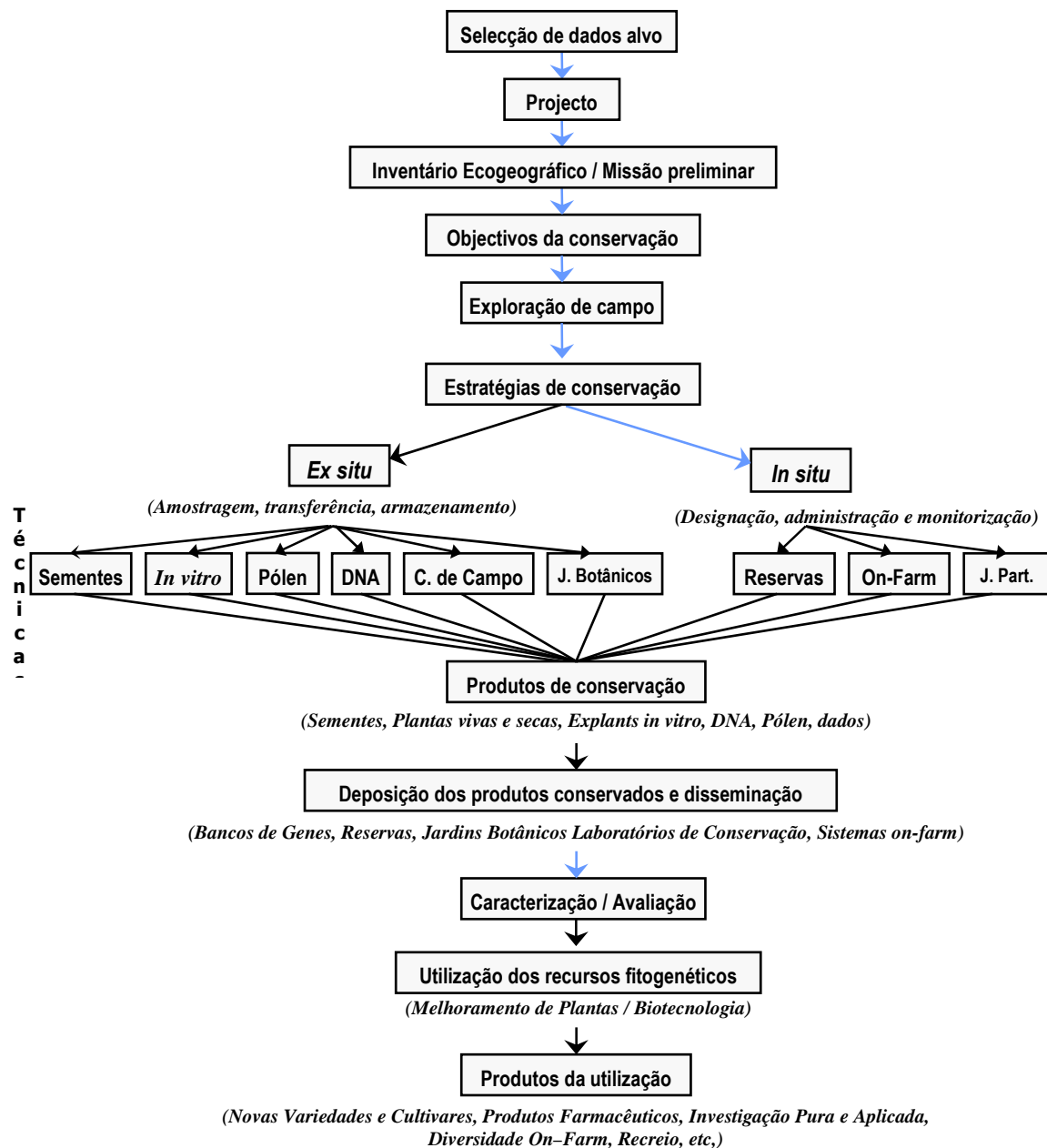


Figura 2. Modelo integrado e estratégico para fazer conservação genética.

Fonte: Maxted *et al.* (1997)

1. Selecção de taxa alvo: As actividades de conservação serão sempre limitadas pelos recursos disponíveis: financeiros, temporais e técnicos. Ao ser impossível conservar activamente todas as espécies, é importante que se faça a mais eficiente das selecções sobre que espécies a conservar. Esta escolha deve ser objectiva, baseada na lógica, relacionada com princípios económicos e científicos, valorizando o potencial da espécie. Apesar de não discutirmos valores comparativos, seria importante verificar que o “valor” a atribuir fosse objectiva e cientificamente determinado, sabendo que nunca haverá um consenso universal, dependendo das prioridades dos países, das instituições e mesmo dos indivíduos que as promovam.

Os factores que atribuem valor a uma espécie são correntemente: o estado de conservação, o potencial uso económico, a ameaça de erosão genética, a distinção genética e ecogeográfica, as prioridades da instituição ou do país, das espécies importantes para a biologia, espécies importantes para a cultura, do custo relativo da sua conservação, sustentabilidade da conservação e considerações de carácter ético e estético. Raramente, qualquer um deles isoladamente condiciona o grau de prioridade de conservação do *taxon*, mas frequentemente todos ou uma grande parte desses factores serão avaliados nesse *taxon* em particular, conferindo-lhe um certo nível de prioridade conservativa quer a nível nacional, regional ou mundial. Os factores relacionados com o uso económico potencial terão valores comparativamente mais altos em economias débeis onde o ‘índice’ das pessoas tem a mais alta prioridade. Se o valor médio total ultrapassar um certo nível de probabilidade, ou for maior que outras *taxa* em competição, então esse *taxon* será colhido e armazenado *ex situ*, ou poderá estabelecer-se uma reserva genética ou conservado em casa do agricultor.

2. Incumbência do projecto: Na prática, quando um *taxon* é seleccionado para conservar, as actividades de conservação são necessariamente precedidas por algumas formas de fundamentação e autorização. Isto pode tomar a forma duma avaliação formal, que estabelece os objectivos da conservação e justifica a sua selecção, especificando os *taxa* alvo, e áreas alvo, a forma como o material será utilizado, onde o material será conservado, duplicado e posto em segurança, indicando que técnica de conservação será usada. Valerá a pena gastar tempo em formular uma candidatura clara e precisa que ajudará a centrar as actividades subsequentes de conservação. O processo pode variar em tamanho para conservacionistas individuais que queiram estabelecer reservas genéticas para certas espécies no seu próprio país, ou para uma instituição internacional de conservação (BGCS, IPGRI, IUCN, WWF,) acompanhando um programa de colecção sistemática para um conjunto variado de *taxa* alvo a partir das suas distribuições geográficas (ex. espécies de alho da Ásia Central; espécies de amendoim com distribuição mundial; ou batata doce da Java Iraniana). Assim, quem formula o processo pode variar de um indivíduo a uma agência internacional, de uma espécie a centenas de espécies, de uma região ou um país ao mundo inteiro. Em cada caso para garantir uma conservação activa dum grupo particular de *taxa*, numa área geográfica definida, tem de ser considerada insuficientemente conservada (quer *in situ* quer *ex situ*) de uso suficientemente actual ou potencial e/ou em perigo.

3. Inventário ecogeográfico e missão preliminar de prospecção: Quando um *taxon* alvo ou grupos de *taxa* forem escolhidos e delimitados, o conservacionista começa por procurar todos os dados biológicos fundamentais que ajudem a formular uma estratégia de conservação apropriada. A síntese e análise destes dados permitem ao conservador tomar decisões vitais respeitantes, por exemplo: que *taxa* a incluir no grupo alvo, onde encontrar esses *taxa*, que combinação de conservação *ex situ* e *in situ* deve ser usada, que estratégia de amostragem se deve adoptar, onde armazenar o germoplasma ou em que local a reserva deve ser colocada. Se os dados biológicos básicos para uma espécie em particular, por exemplo o parente perene da ervilha do jardim, *Vavilovia formosa*, indicarem que a espécie foi previamente encontrada numa encosta argilosa acima dos 2000m de altitude no Sudoeste asiático, então o futuro material desta espécie é provável que seja encontrado em condições similares, sendo provavelmente menos frequente de encontrar em diferentes tipos de habitats ou em regiões distantes.

O processo de colheita e análise geográfica, ecológica e taxonómica dos dados é referido como sendo ecogeografia definida por Maxted et al., (1995) como “uma recolha de informação ecológica geográfica e taxonómica para um *taxon* em particular. Os resultados usados permitem prever e ajudar a formulação de prioridades de colheita e de conservação”.

Os estudos ecogeográficos envolvem o uso de grandes e complexas quantidades de informação obtidas na literatura e na compilação dos dados de passaporte associados aos espécimes de herbário e acessões de germoplasma. Os dados compilados são essencialmente de três tipos: ecológicos, geográficos e taxonómicos. Estes dados são sintetizados para produzir três produtos básicos: a base de dados que contém a matéria prima de cada *taxon*; o conspecto que resume os dados de cada *taxon*; e o relatório que discute o conteúdo da base de dados e do conspecto, assim como propõe futuras colheitas e estratégias de conservação.

As técnicas ecogeográficas aumentam a eficiência de conservação das espécies silvestres e das cultivadas que lhe estão relacionadas ou não, porque permitem identificar claramente as regiões e os

nichos ecológicos em que o *taxon* habita, e assim identificar não só as áreas com valores altos de *taxa* alvo, mas também áreas que contenham alta diversidade genotípica ou taxonómica nos *taxa*, atributos únicos relativos ao habitat quer com importância económica quer para o melhoramento de plantas.

Se não estiverem disponíveis ou forem limitados os dados ecogeográficos de um *taxon* alvo o conservacionista não terá conhecimento biológico suficiente para formular uma estratégia de efectiva conservação. Neste caso será necessário realizar uma missão de prospecção inicial para recolher dados ecogeográficos novos, necessários para fundamentar a estratégia de conservação. A missão de prospecção pode ser feita na forma de “amostragem de malha larga” que obrigue a viajar através duma região alvo e amostrar locais com intervalos largos sobre toda a região. O tamanho preciso dos intervalos entre locais depende do nível de diversidade ambiental da região, mas Hawkes (1980) sugere amostrar entre 1-50km. As amostras populacionais e os dados recolhidos durante esta missão podem depois ser usados para formular prioridades de conservação futura e desenvolver uma estratégia apropriada, proporcionando assim os mesmos resultados que uma pesquisa ecogeográfica feita por grupos, biologicamente melhor informados.

4. Objectivos de conservação: Os produtos da investigação ecogeográfica ou missão de prospecção proporcionam uma base para o conservacionista formular prioridades e estratégias para conservação futura do *taxon* alvo. Podemos identificadas zonas de particular interesse, dentro de uma área alvo, por exemplo áreas com altas concentrações de diversos *taxa*, baixa ou muito alta precipitação, altas frequências de solos salinos, ou valores extremos de altitude ou de exposição, etc. Provavelmente estas áreas contêm plantas com distintos genes ou genótipos. Se um *taxon* é encontrado numa região particular, então o investigador pode usar os dados ecogeográficos para seleccionar positivamente uma série de habitats diversos para os aconselhar como reserva. Se um *taxon* foi encontrado num determinado local, mas não noutra, com idênticas condições ecogeográficas, então o ecogeógrafo pode sugerir que estes locais semelhantes devam ser prospectados. Num *taxon* alvo, as variações específicas podem ser identificadas, que prioridades de conservação obriguem a (ex. espécies que tenham potencial de utilização, populações que estejam particularmente em perigo de erosão genética e que não tenham sido previamente conservadas, etc). O conservacionista deve produzir uma informação concisa e clara sobre a estratégia de conservação proposta para o *taxon* alvo, e quando apropriado, que prioridades. Estas podem ser estabelecidas no formulário do projecto mas se não o forem, o conservacionista deve considerar esta tarefa prioritária. As informações devem responder a certas questões como por ex.: que populações necessitam de conservação? Os agricultores podem tomar parte nas actividades de conservação? Os níveis populacionais necessitarão de vigilâncias apertadas? Uma equipa de colheita nacional ou internacional deverá colher *taxa* alvo prioritários? Que estratégia de conservação é prioritária? Que combinação de técnicas de conservação será apropriada? Ou será necessário fazer um estudo mais detalhado antes de estas perguntas serem resolvidas?

5. Exploração de campo: A conservação ecogeográfica é usada para identificar e localizar a generalidade das populações de plantas a serem conservadas, logo que os objectivos de conservação estejam claros quaisquer que sejam as estratégias de conservação aplicadas. Os dados ecogeográficos raramente serão suficientes para localizar as populações actuais com precisão. Após a preparação dos elementos das actividades programadas para a missão de conservação seguir-se-á a exploração de campo, durante a qual serão localizadas as actuais populações. Essas populações do *taxon* alvo que contenham a máxima diversidade genética no menor número de populações serão identificadas, mas de que modo? Normalmente haverá demasiada diversidade quer nas cultivares quer nas espécies silvestres para conservar todos os seus alelos mesmo que fossem conhecidos imediatamente ou num futuro próximo. Assim o conservacionista vai conservar a diversidade genética que melhor reflecta a diversidade genética total da espécie.

Marshall e Brown (1975) sugerem que o objectivo é conservar plantas que contenham 95% de todos os alelos, dum *locus* casual que exista numa população alvo, com uma frequência maior que 0,05. Na prática será impossível saber-se quantificar tal desiderato no campo. Quantas plantas deveriam ser amostradas, que planta e que padrão de amostragem seria apropriado? Para responder a estas perguntas o conservador deverá saber a quantidade da variação genética dentro e entre populações, a estrutura populacional local, o sistema de fecundação, necessidades ecogeográficas e taxonómicas do *taxon* alvo, assim como muitos outros detalhes biológicos. Alguma desta informação será conseguida seguindo a investigação ecogeográfica, mas alguma estará indisponível. Assim, será modificada a prática da exploração de campo dependendo da informação biológica disponível no *taxon* alvo e na área alvo. Por exemplo, há pouca ou nenhuma variação inter-populacional na *Phalaris tuberosa* no SE australiano, assim a estratégia apropriada será conservar um grande número de indivíduos de poucas populações. Contudo, se conhecermos que a espécie alvo está altamente diferenciada, mas cada população contém poucos genótipos, como acontece no *Trifolium subterraneum*, então conservaremos poucos indivíduos de um grande número de populações.

Os botânicos de campo seleccionam populações, positivamente para conservar se as encontrar na periferia da distribuição do *taxon* alvo, ou nas que contêm variantes ecológicas e morfológicas. As populações atípicas ou as que cresçam em condições atípicas podem possuir genes ou alelos que sejam desconhecidos ou extremamente raros no centro de diversidade do *taxon* alvo, e este material, possivelmente, contém variação genética para uso especial no melhoramento (ex. resistência a doenças e pragas; adaptação ao solo e ao clima que seja desconhecido para a própria cultura).

6. Estratégias de conservação: Há duas estratégias de conservação básicas, composta de várias técnicas que o conservacionista pode adoptar na preservação da diversidade genética logo que tenham sido localizada. As duas estratégias são *ex situ* e *in situ*. O Art. 2 da CBD (UNCED, 1992) define-as assim: Conservação *ex situ* significa a conservação dos componentes da diversidade biológica fora dos seus habitats naturais. Conservação *in situ* significa a conservação dos ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação das populações viáveis de espécies nos seus envolventes naturais e, no caso das espécies domesticadas ou cultivadas, nos envolventes onde tem desenvolvido as suas propriedades distintivas.

Há uma diferença óbvia e fundamental entre estas estratégias: a conservação *ex situ* envolve a amostragem, transferência e armazenamento das *taxa* alvo da área alvo, enquanto conservação *in situ* envolve a classificação, gestão e monitorização das *taxa* alvo onde são encontradas. Devido a esta diferença fundamental há pouca sobreposição entre as duas estratégias, com pelo menos uma excepção, que é a provisão de variedades tradicionais aos agricultores para utilizarem nos sistemas tradicionais. Esta forma de conservação será *ex situ* se as variedades forem trazidas de fora da região, mesmo que a técnica aplicada seja essencialmente a conservação em casa do agricultor.

A duas estratégias de conservação básicas podem ser subdivididas em várias técnicas especiais: (a) ***ex situ***: conservação de sementes; conservação *in vitro*; conservação de DNA; conservação de grão de pólen; banco de genes no campo; jardins botânicos e (b) ***in situ***: reservas genéticas; casa do agricultor “on-farm” e jardins particulares.

a) ***Ex situ***

A variação genética é mantida à parte do seu local de origem. As amostras de uma espécie, subespécie ou variedade são recolhidas e conservadas quer sobre a forma de colecções vivas de plantas nos bancos de genes de campo, jardins botânicos ou arboreto, ou como amostras de semente, tubérculos, “explants” para cultura de tecidos, pólen ou DNA mantido sob especiais condições artificiais. As técnicas são geralmente apropriadas para a conservação de cultivares aparentadas das culturas e espécies silvestres.

Conservação por armazenamento de semente: O armazenamento das colecções de semente *ex situ* é o método de conservação genética mais conveniente e mais usado. As sementes são órgãos de armazenamento e de dispersão natural para a maioria das espécies. Esta técnica envolve amostras de semente que serão colhidas numa cultura ou numa população silvestre e depois transferidos para um banco de genes para serem armazenadas, normalmente a temperaturas abaixo de 0, depois de estarem previamente secas e com um teor de humidade adequado. Este procedimento tem sido adoptado para o conjunto de espécies com sementes ortodoxas (estas espécies têm semente que pode ser seca e armazenada a baixas temperaturas sem perda de viabilidade). As vantagens desta técnica são eficiência, reprodutibilidade e facilidade de execução para se armazenar a curto, médio e a longo prazo. As desvantagens estão associadas aos problemas no armazenamento das espécies com sementes recalcitrantes. Estas não podem ser secas e refrigeradas do mesmo modo que é utilizado para sementes ortodoxas, frequentemente produzem semente rara e são normalmente propagadas vegetativamente. Esta técnica tem sido criticada por causa da “evolução provocada pelo frio” em que o germoplasma mantido num banco de genes não é continuamente adaptado às mudanças ambientais, tais como a novas raças de doenças e pragas, ou a mudanças climáticas importantes.

Conservação *in vitro*: A conservação *in vitro* envolve a manutenção de “explants” num ambiente estéril e livre de patogénios e é largamente usado para propagação vegetativa de espécies com semente recalcitrante. A conservação *in vitro* oferece uma alternativa aos bancos de genes de campo. Envolve a instalação de culturas de tecidos das acessões em meios nutritivos com agar e o seu armazenamento sob condições controladas de crescimento lento. A principal vantagem é que oferece uma solução para os problemas de conservação a longo prazo das espécies propagadas vegetativamente por clones, com esterilidade ou com sementes recalcitrantes. A principal desvantagem é o risco da variação somaclonal, a necessidade de desenvolver protocolos de manutenção ainda individuais, para a maioria das espécies e a tecnologia ser de alto nível e custos elevados. A melhor solução para uma conservação barata e a longo prazo para o futuro pode ser a criopreservação (HOYT, 1988) que é o armazenamento de culturas de tecidos congeladas a muito baixas temperaturas, (exemplo, azoto líquido a -196°C. Se esta técnica pode ser perfeita para reduzir os danos causados pela congelação e descongelação, torna possível preservar materiais indefinidamente.

Conservação de pólen: O armazenamento de grãos de pólen é possível em condições apropriadas, permitindo o subsequente uso em cruzamentos com materiais vivos. Também permitirá, se possível, no futuro, regenerar plantas haploídes por rotina da cultura de anteras, mas têm sido difíceis de calendarizar especificamente. Tem a vantagem de ser uma opção a relativamente baixo preço, mas a desvantagem é a de considerar apenas como objecto de conservação e de regeneração o material paterno.

Conservação por armazenamento de DNA: O armazenamento do DNA em condições apropriadas pode ser conseguido facilmente partindo de um nível de tecnologia, mas a regeneração das plantas inteiras, do DNA, não pode ser encarada no presente, apesar de um número pequeno de genes poderem ser utilizados subsequentemente. A vantagem desta técnica é a sua eficiência e simplicidade mas tem a desvantagem de conduzir a problemas com o isolamento sequente de genes clonados e sua transferência.

Conservação em bancos de genes no campo: A conservação do germoplasma em bancos de genes no campo envolve a colheita do material num local e a sua transferência e plantação para outro local. Tem sido tradicionalmente a resposta para as espécies recalcitrantes (cujas sementes não podem ser secas ou congeladas sem perda de viabilidade) ou espécies com sementes estéreis, ou para aquelas espécies onde é preferível armazenar material clonal. Os bancos de genes de campo são normalmente usados para tais espécies como: o cacauzeiro, a árvore da borracha, o coqueiro, a mangueira, o cafezeiro, a bananeira, a mandioca, a batata doce e o inhame. A vantagem dos bancos de genes no campo é que o material fica facilmente acessível para utilização e que a avaliação pode ser realizada enquanto o material está a ser conservado. As desvantagens são que o material é restrito em termos de diversidade genética, é susceptível às pestes, doenças e vandalismos, e envolve grandes áreas de terreno. O último ponto limita a amplitude de variação genética do material que deve ser usado, de tal modo que os limites das condições ecogeográficas sob as quais as espécies normalmente vegetam e a diversidade genética total não podem ser reflectidas num banco de genes de campo. Contudo em certos casos não há alternativas técnicas viáveis.

Conservação em jardins botânicos: Historicamente os jardins botânicos foram associados com jardins físicos ou mostruários de espécies singulares com curiosidades botânicas e por isso, não pretendem reflectir a diversidade genética da espécie. Contudo, em anos recentes com as crescentes preocupações públicas sobre o ambiente e os temas de conservação, tem havido um movimento via o estabelecimento de unidades de conservação como os jardins botânicos. Neste contexto, os jardins botânicos conservam colecções de plantas vivas das espécies que foram colhidas num local particular e transferidas para o jardim para serem conservadas. A vantagem deste método de conservação é que os jardins botânicos não têm as mesmas restrições que as outras instituições de conservação, por exemplo os Institutos de Melhoramento de Plantas por definição centram as suas actividades nas espécies cultivadas ou nas aparentadas com as culturas. Os jardins botânicos têm a liberdade de se concentrarem em espécies silvestres que de outro modo possam não teriam suficiente prioridade de conservação. Há duas desvantagens nesta técnica de conservação. A primeira é que o número de espécies que podem ser geneticamente conservadas num jardim botânico será sempre limitado devido ao espaço disponível para fazer desenvolver plantas. A maioria dos jardins botânicos estão localizados em áreas urbanas em países temperados. No momento actual a sua expansão será cara e proibitiva. A maioria da diversidade botânica está localizada em climas tropicais se bem que a maioria dos jardins botânicos esteja localizada em países temperados, o que obriga a conservar espécies em estufas caras, que irão também limitar o espaço disponível. A segunda desvantagem está relacionada com a primeira, somente muito poucos indivíduos podem ser obtidos de cada espécie, negligenciando assim a necessidade de se conservar a variação da diversidade genética do silvestre. Contudo, se a espécie alvo estiver muito próxima da extinção e somente uma ou duas espécimes se mantêm, este objectivo de certeza não se manterá.

Muitos jardins botânicos também contêm bancos de genes e cultura de tecidos ou o seu pessoal pode estar envolvido em actividades de conservação no campo, mas estas actividades são consideradas em separado, em distintas técnicas para manter colecções de plantas. Talvez a actividade de conservação mais útil que os jardins botânicos tradicionalmente podem fazer relaciona-se com a melhoria da educação pública, e tornar pública a preocupação e a importância da conservação botânica.

Há sempre algumas limitações sérias associadas à conservação *ex situ*, como foi discutido, tais como: a dificuldade de conservar plantas propagadas vegetativamente (ex. Bananeiras, culturas tuberosas tropicais, etc.) e certas árvores e arbustos tropicais, cuja semente não pode ser armazenada através de secagem e arrefecimento (espécies com semente recalcitrantes e intermédia) e o facto de que estas espécies, em que a semente é mantida em armazenamento a longo prazo não fiquem sujeitas às pressões evolutivas da mudança do ambiente e o desenvolvimento de novas e possivelmente mais agressivas raças de pestes e doenças. Em contraste, as espécies mantidas *in situ*, que é como quem diz no campo do agricultor ou nas reservas de espécies silvestres em natureza, não requerem secagem e

arrefecimento e estão sujeitas às pressões de selecção de novas raças ou formas mutantes de doenças e pragas. Assim em anos recentes a atenção voltou-se para a conservação genética *in situ*.

b) Técnicas *in situ*

Estas técnicas envolvem manter a variação genética num local onde pode ser encontrada quer nos sistemas de agricultura tradicional quer no selvagem. Muita investigação sobre a conservação genética tem-se concentrado na conservação genética *ex situ* enquanto que relativamente poucos progressos têm sido desenvolvidos nos princípios apropriados à conservação genética *in situ*.

Por outro lado, também a maioria das reservas naturais existentes ou parques naturais foram estabelecidos para conservar animais ou para proteger estéticas escarpas e, mas mesmo hoje, poucas têm como primeiro objectivo a conservação de plantas. Como foi reconhecido anteriormente a conservação genética *in situ*, enquanto estratégia de conservação, ainda está na sua infância e há muito por descobrir.

As técnicas *in situ* envolvem a conservação de germoplasma nos seus habitats naturais, silvestres, ou camponeses. Contudo, alguns autores não distinguem conservação genética numa reserva genética duma conservação em casa de um agricultor, referindo-se somente a ambas como conservação *in situ*. Como as duas técnicas prioritárias da conservação *in situ* são bastante distintas, quer nos seus alvos (culturas de um agricultor, reserva genética de espécies silvestres,) e no seu modo de conservação, é importante acentuar que a reserva genética e a conservação em casa do agricultor são técnicas distintas da estratégia da conservação *in situ*.

Conservação em reservas genéticas: A conservação de espécies silvestres numa reserva genética envolve a localização, classificação, manutenção e fiscalização da diversidade genética num local natural e particular. Esta técnica é mais apropriada para o conjunto de espécies silvestres se tiverem relações apertadas ou distantes com as plantas cultivadas, porque, quando o regime da manutenção é mínimo pode ser caro, é aplicável a espécies de sementes não ortodoxas, permite conservação múltipla de *taxon* numa reserva única e permite uma continuada evolução das espécies. As desvantagens são que o material conservado não está imediatamente disponível para a exploração da agricultura e se a manutenção do regime é mínima, poucos dados de caracterização e avaliação são possíveis. Neste último caso o gestor da reserva pode estar despreocupado com a completa composição específica da reserva.

Conservação na exploração do agricultor: A conservação baseada na casa do agricultor envolve a manutenção das variedades de cultura tradicionais ou sistemas de rotação dos agricultores dentro dos sistemas agrícolas tradicionais. Nas explorações tradicionais o que é geralmente conhecido como variedades tradicionais são semeadas e colhidas em cada estação os agricultores conservam uma parte da colheita para ressemar. Assim, as raças locais estão grandemente adaptadas ao ambiente e é provável que contenham alelos adaptados localmente que podem ser úteis para programas de melhoramento específico. Isto é talvez a técnica mais recente de conservação genética reconhecida pelos cientistas, mas tem sido obviamente praticada pelos agricultores tradicionais há milénios.

Com base no material conservado actualmente, esta técnica pode ser subdividida em culturas com semente (culturas de grão, vegetais, forragens e espécies para alimentação animal), culturas vegetativamente propagadas (batateira, batata doce, inhame, mandioca, taro, *Xanthosoma* e uma gama de culturas menores) e espécies semi-cultivadas e silvestres (as infestantes ou espécies roderais não sobrevirão sob condições de habitat natural e precisam de áreas livres entre as culturas, em volta das habitações e próximas de paredes, taludes, carreiros e caminhos para sobreviverem). A conservação em casa do agricultor destes três grupos de espécies em sistemas de agricultura tradicional não serão discutidos aqui.

A vantagem geral desta técnica é assegurar a manutenção de raças tradicionais antigas e das espécies silvestres dependentes da agricultura tradicional. Contudo, as raças locais podem produzir muito menos que as modernas cultivares e assim o agricultor pode exigir subsídio e possivelmente fiscalização para assegurar uma cultura continuada. Deveremos notar que as forças económicas actuais tenderão a actuar contra o cultivo continuado de variedades tradicionais antigas que indubitavelmente estão a sofrer erosão genética rápida, senão mesmo extinção. O sistema de recuperação da conservação *ex situ* é assim essencial discutir. Há uma clara necessidade para um estudo mais detalhado da dinâmica, da conservação em casa do agricultor.

Conservação em jardins particulares: Esta técnica está intimamente relacionada com a conservação em casa do agricultor e envolve uma escala mais pequena, mas uma conservação genética mais diversa em espécies de casa, de interior ou jardins próximos da casa. O objectivo desta forma de conservação *in situ* é a salvaguarda de espécies vegetais medicinais e aromáticas (ex. tomates, pepinos, pimentos, açafraão, hortelã, óregãos, etc.). Os pomares que frequentemente são versões expandidas dos

jardins de casa podem ser reservas valiosas da diversidade genética em frutos, árvores, arbustos e outras plantas específicas como trepadeiras, plantas tuberosas e ervas.

As relativas vantagens e desvantagens das várias técnicas estão resumidas no quadro 2. A conservação *ex situ* envolve a conservação de um simples *taxon* alvo sob a forma de acessões, pois os colectores evitam fazer misturas de *taxa*. A colheita de germoplasma é um processo relativamente caro e por essa razão o conjunto da conservação *ex situ* está concentrado nas culturas ou nos parentes próximos das culturas. Apesar da conservação *in situ* poder ser menos cara se as populações são geridas e monitorizadas não permite conservar mais que um simples *taxon* alvo em qualquer reserva genética ou grupo de agricultores tradicionais.

Quadro 1 Vantagens e desvantagens das várias técnicas de conservação genética.

Estratégias	Técnicas	Vantagens	Desvantagens
Ex situ	Armazenamento de sementes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficiente e reprodutível ▪ Prática de armazenamento a médio e a longo prazo, segura ▪ Ampla diversidade de cada <i>taxon</i> alvo conservado ▪ Fácil acesso à caracterização e à avaliação ▪ Fácil acesso à utilização ▪ Reduzida manutenção depois do material estar conservado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas no armazenamento de sementes recalcitrantes ▪ Congela o desenvolvimento evolutivo, especialmente aquele que se encontra relacionado com a resistência a doenças e pragas ▪ Diversidade genética pode ser perdida em com cada ciclo regenerativo (mas ciclos individuais podem ser alargados para períodos de 25-50 anos ou mais) ▪ Restringido a um único <i>taxon</i> alvo por acessão (no mesmo local não há conservação de espécies associadas)
	Armazenamento <i>in vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação relativamente fácil para elevado número de espécies recalcitrantes, estéreis ou clonais ▪ Fácil acesso à avaliação e à utilização 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risco de variação somaclonal ▪ Necessita desenvolver protocolos individuais de manutenção na maioria das espécies ▪ Custos de alta-tecnologia e de manutenção relativamente elevados
	Armazenamento de DNA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação relativamente fácil e de baixos custos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não poder ter a regeneração de toda a planta a partir do DNA ainda actualmente ▪ Problemas com isolamento de genes, clonagem e transferência subsequentes
	Armazenamento de pólen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação relativamente fácil e de baixos custos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necessita desenvolver protocolos individuais de regeneração para produzir plantas haplóides; precisa de mais investigação para produzir plantas di-haplóides ▪ Apenas é conservado material paterno, mas misturas de muitos indivíduos pode ser considerado
	Banco de genes no campo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adequado para o armazenamento de espécies recalcitrantes ▪ Fácil acesso à caracterização e à avaliação ▪ O material pode ser avaliado enquanto está a ser conservado ▪ Fácil acesso à utilização 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material é susceptível doenças, pragas e a vandalismos ▪ Precisa de grandes áreas de terreno, mas mesmo assim restringe a diversidade genética ▪ Elevados custos de manutenção do material ser conservado
	Jardins botânicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liberdade para dar atenção a plantas selvagens ▪ Fácil acesso público à educação sobre conservação ▪ Liberdade para estudar plantas não-económicas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limites de espaço e de número (apenas um ou dois indivíduos, normalmente) e conservada a diversidade genética da espécie ▪ Precisa de grandes áreas de terreno, por isso a diversidade genética provável mente é restringida ▪ Elevados custos de manutenção nas estufas ao ser conservado
In situ	Reserva genética	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação dinâmica face às alterações ambientais, doenças e pragas ▪ Proporciona fácil acesso a estudos evolutivos e genéticos ▪ Método apropriado a espécies recalcitrantes ▪ Permite fácil conservação da grande diversidade dos parentes silvestres ▪ Possibilidade de reserva múlti- taxa alvo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiais dificilmente disponíveis para utilização ▪ Vulneráveis a desastres naturais e relacionados com o homem, e.g.: fogo, vandalismo, desenvolvimento urbano, poluição do ar, etc. ▪ Adequados regimes de gestão mal compreendidos ▪ Requer elevado nível de supervisão activa e monitorização ▪ Diversidade genética limitada pode ser conservada em qualquer reserva
	Na casa do agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação dinâmica em relação a mudanças ambientais, doenças e pragas ▪ Assegura a conservação das variedades tradicionais das culturas ▪ Assegura a conservação de parentes próximos das infestantes e de formas ancestrais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnerável às alterações nas praticas agrícolas ▪ Estão mal compreendidos apropriados regimes de gestão ▪ Requer manutenção dos sistemas de lavoura tradicional e possibilidade de pagamento de prémios aos agricultores ▪ Restringido às culturas de campo ▪ Apenas uma limitada diversidade pode ser mantida em cada agricultor, sendo necessárias muitos agricultores em diversas regiões para assegurar a conservação da diversidade genética ▪ Facilmente confusão com melhoramento e actividades de selecção baseadas no agricultor
	Casa, pomar, quintal, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação dinâmica em relação a alterações ambientais, doenças e pragas ▪ Assegura a conservação das variedades tradicionais de culturas menores, fruta e vegetais, plantas medicinais, temperos, ervas culinárias, árvores de fruto e arbustos, etc. ▪ Assegura a conservação de parentes infestantes e de formas ancestrais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnerável a mudanças nas praticas de gestão ▪ Adequados regimes de gestão mal compreendidos ▪ Requer a manutenção de sistemas de cultivo tradicionais e possível subsidiarização dos agricultores

Por exemplo a reserva de Amead foi estabelecida para conservar os progenitores próximos dos cereais mas devido às *taxa* alvo serem conservados numa comunidade, *taxa* não alvo como algumas leguminosas geneticamente importantes serão conservadas ao mesmo tempo. Assim pode ser argumentado que os gastos totais por unidade taxonómica de conservação podem ser mais baixos numa reserva genética e os custos de conservação mais baixos significarão que espécies silvestres de utilização não imediata têm uma melhor oportunidade de serem conservadas.

7. Conservação complementar: Tem havido entre os conservacionistas dos recursos genéticos uma tendência no sentido das técnicas de conservação *in situ*, não só pela urgência de proteger ecossistemas ameaçados com mudanças imediatas mas também por razões políticas mais nubladas. Recentemente tem havido discussões éticas e políticas enormes relacionadas com a exportação de germoplasma dos países em desenvolvimento, que contêm o conjunto da biodiversidade para bancos de genes regionais ou internacionais que estão localizados principalmente nos países desenvolvidos do Norte. Esta discussão tem sido particularmente quente desde que a aplicação das técnicas biotecnológicas e o advento da prospecção alargada aos trópicos tem resultado num aumento do valor económico das espécies silvestres. A transferência do germoplasma para fora do país de origem está geralmente associada com a transferência do controlo económico e político sobre o material, que sem dúvida tem redundado na exploração externa da biodiversidade sem benefícios económicos para o país de proveniência. Os problemas de soberania e patenteamento da diversidade biológica são actualmente uma questão de debate internacional alargado.

Infelizmente este debate conduziu a uma atitude competitiva entre os proponentes das duas estratégias de conservação básicas. Pode surpreender alguém que os Estados Unidos gastem 37,5 milhões na conservação da biodiversidade em 1987 mas somente 1% foi gasto nos projectos *ex situ*. Assim o gasto destes fundos é claramente pesado, no caso dos Estados Unidos para projectos de conservação *in situ*.

Deixando de lado estes argumentos políticos as estratégias de conservação têm vantagens e desvantagens como foi mostrado (resumo no quadro 2). Cientificamente as duas estratégias não devem ser vistas como alternativas ou em oposição, mas essencialmente como complementares, como é afirmado no Art.º 9º da CBD (UNCED, 1992). Uma estratégia ou técnica de conservação actuará como uma recuperadora da outra, a ênfase de cada uma depende dos recursos de conservação disponíveis, dos objectivos e da utilização potencial para um *taxon* alvo. Isto tem levado o programa de conservação à adopção de aproximações mais holísticas. Quando se formula uma estratégia de conservação geral devemos pensar em termos de uma aplicação combinada de diferentes técnicas disponíveis, incluindo as duas técnicas *in situ* e *ex situ* onde as diferentes metodologias se complementam.

Quadro 2. produtos da conservação o seu armazenamento e locais de duplicação.

Produtos de Conservação	Local de Conservação	Local de Duplicação
Germoplasma (sementes, órgãos vegetativos, etc.)	Bancos de genes	Bancos de genes nacionais, regionais, internacionais, duplicados com outras técnicas de conservação
Plantas vivas	Bancos de genes no campo, jardim botânico	Duplicados com outras técnicas de conservação (e.g.: armazenamento de sementes em bancos de genes)
Plantas secas	Herbário	Herbários nacionais, regionais, internacionais
Plantulas ou <i>explants</i>	Cultura de tecidos	Duplicados com outras técnicas de conservação (e.g.: armazenamento de sementes em bancos de genes)
DNA e pólen	Várias culturas	Duplicados com outras técnicas de conservação (e.g.: armazenamento de sementes em bancos de genes)
Dados de conservação	Base de dados de conservação	Duplicados em outras instituições de conservação nacionais, regionais e internacionais

Cada uma das técnicas específicas de conservação já discutidas tem o seu objectivo na manutenção de diversidade genética das plantas. Assim as diferentes técnicas devem ser pensadas como peças dum “puzzle” que complementam a “pintura” da conservação geral. A adopção de aproximações holísticas obriga o conservacionista a olhar para as características e necessidades de um conjunto genético particular a ser conservado e só depois avaliar uma combinação de estratégias e técnicas oferecidas à opção mais apropriada para manter a diversidade genética dentro desse *taxon*. Para formular a estratégia de conservação também precisamos de fazer perguntas não somente genéticas mas também práticas e políticas. Por exemplo quais são as características das espécies armazenadas? O que sabemos sobre o sistema de fecundação das espécies? Desejamos armazenar o germoplasma a curto, médio ou longo prazo? Qual é a importância da cultura? Onde fica localizado o germoplasma e que acessibilidade tem ou deve ter? Há aspectos legais relacionados com seu acesso? A estrutura do banco de genes é boa? Que recuperação é necessária ou desejável?

Ao dar respostas a estas perguntas a combinação de técnicas apropriada para conservar o conjunto de genes específico pode ser aplicada duma maneira pragmática e balanceada. Diferentes combinações técnicas podem ser necessárias para diferentes culturas, espécies silvestres ou regiões.

8. Produtos de conservação: Os produtos da actividade de conservação são principalmente germoplasma conservado, vivo e plantas secas, culturas, e dados de conservação. As sementes ortodoxas conservadas *ex situ* são mantidas em bancos de genes a temperaturas abaixo de 0 e humidade relativa baixa, para prolongar a sua longevidade. As plantas vivas são conservadas em reservas genéticas, bancos de genes de campo, jardins botânicos e laboratórios de investigação. O germoplasma que é armazenado numa meio artificial, como tecidos, pólen ou DNA é armazenado enquanto cultura em laboratórios especializados. Os espécimes secos são mantidos no herbário e ligados a amostras de germoplasmas específicos, e são tanto quanto possível representativos da população conservada. Se houver alguma interrogação sobre a identificação da espécie, a identificação dos espécimes pode ser facilmente verificada. Amostras de semente, particularmente de cereais e leguminosas são usadas para verificar sementes num ciclo de regeneração. O material conservado está associado a um conjunto de dados de passaporte, com detalhes da proveniência do material, de natureza taxonómica, geográfica e ecológica. Todos os dados de passaporte associados com o material conservado devem dar entrada numa base de dados e assim ficarem disponíveis para a gestão de material, para a formulação de futuras prioridades de conservação e estratégias de conservação. Os dados de avaliação também devem ser adicionados à base de dados de tempo a tempos logo que sejam obtidos.

9. Disseminação dos produtos conservados: Os produtos de conservação são mantidos no seu ambiente original ou depositados num conjunto de instalações de armazenamento *ex situ*. Se o germoplasma, os espécimes, os dados de passaporte etc., são conservados *in situ* ou *ex situ* para assegurar a sua segurança, o material deverá ser duplicado em mais do que um local. A distribuição dos duplicados evita perdas de material por acidente devido ao fogo, dificuldades económicas ou políticas, medos de guerra ou outras circunstâncias imprevisíveis. A duplicação dos dados de passaporte é relativamente fácil nas bases de dados da conservação e devem ser feitas cópias para as agências, Institutos relevantes dos países anfitriões e outros parceiros interessados. Os espécimes uma vez montados, identificados e etiquetados com dados de passaporte devem ser distribuídos entre os herbários dos países anfitriões e herbários internacionais importantes com interesse nesse país. Os duplicados de germoplasma *ex situ* deverão ser divididos entre os Institutos do país anfitrião e Centros creditados internacionalmente. Haverá por definição um problema com a duplicação do germoplasma conservado *in situ*, isto é se for retirado do seu local de origem tornar-se-á *ex situ*. Sendo um problema semântico não deverá impedir a duplicação do germoplasma conservado numa reserva genética ou em casa do agricultor, ou em bancos de genes ou outros locais *ex situ*. Quando forem planeadas as conservações *in situ* em reservas genéticas ou em casa do agricultor, do mesmo modo será aconselhável designar múltiplos locais para estabelecer as reservas ou subsidiar a agricultura tradicional ou sistema florestal de tal modo que não sejam colocados “todos os ovos no mesmo cesto”.

As actividades de conservação são completamente sem interesse quando a diversidade genética não é conservada adequadamente mas também quando não estiverem concluídos os relatórios do projecto de conservação e expedição. Isto é vital para que a comunidade esteja alerta das actividades de conservação desencadeadas e para qualquer descoberta significativa que ajude à promoção de utilização do material conservado.

10. Utilização dos recursos genéticos das plantas: Como foi dito deve haver uma ligação íntima entre conservação e utilização. Os produtos da conservação quer sejam “vivos” ou “suspensos” devem estar disponíveis para utilização das pessoas. A conservação pode ser vista como uma manutenção segura do material preservado de tal modo que o material esteja disponível, para ser usado no futuro. Em certos casos o material será usado directamente, quando o melhoramento está a ser desenvolvido, como na selecção de acessões forrageiras ou a re-introdução de raças tradicionais de material primitivo a seguir às extinções locais durante um período de actividade civil. Mais frequentemente o primeiro estágio de utilização envolverá a colheita de características controladas geneticamente (caracterização) e o material pode ser cultivado sob diversas condições ambientais para avaliar e seleccionar para tolerância abiótica (à seca ou ao sal) ou a deliberadas infecções do material com doenças e pragas para seleccionar resistências bióticas particulares (avaliação). Os biotecnologistas procurarão genes singulares que uma vez localizados possam ser transferidos para um organismo hospedeiro. Os bioquímicos (bioprospectores) procurarão produtos químicos particulares que possam ser usados na indústria farmacêutica. Os produtos de utilização são assim numerosos, incluem novas variedades, novas culturas, farmacêuticos, etc. assim como produtos indefinidos como “bons” ambientes para actividades de recreio.

Bibliografia

- Allard, R.W. 1970. Population structure and sampling methods. In: Genetic resources in plants - their exploration and conservation (Eds. O.H. Frankel and E. Bennet) IBP Handbook N°11, Blackwell, Oxford, pp.97-107.
- Bennet, E. 1970. Tactics in plant exploration. In: Genetic resources in plants - their exploration and conservation (Eds. O.H.Frankel and E. Bennet) IBP HandbookN°11, Blackwell, Oxford, pp.157-179.;
- Brown A.H.D. 1978. Isozymes, plant population genetic structure and genetic conservation. *Theoretical and Applied Genetics*, **52**:147-157
- Chapman, C.G.D. 1989. Collection strategies for the wild relatives of field crops. In: The use of plant genetic resources (Eds. A.H.D. Brown, D.R Marshall O.H. Frankel and J.T. Williams) Cambridge University Press, Cambridge pp.263-279.
- Coats, A. 1969. The quest for plants: a history of horticultural explorers. Studio Vista, London.
- Fiedler P.L. and Jain, S.K. 1992. Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management. Chapman & Hall, London.
- Forey P.L. Humphries,C.J. and Vane-Wright, R.I. 1994. Systematic and conservation evaluation. Oxford University Press, Oxford.
- Frankel O.H. & Hawkes J.G. (Eds.). 1975. Crop genetic resources for today and tomorrow, Cambridge University Press, Cambridge.
- Frankel O.H. & Bennet, E. 1970. Genetic resources in plants - their exploration and conservation. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Frankel, O.H. 1973. Survey of crop genetic resources in their centre of diversity, FAO/IBP, Rome.
- Garcia de Orta 1891. Colóquios dos simples e drogas da Índia. Ed. Anot Conde de Ficalho. 2 Vols.Lisboa.
- Groombridge, B. 1992. Global biodiversity: status of the Earth's living resources. Chapman & Hall, London.
- Guarrino L.; Ramanatha Rao, V. and Reid, R. Eds. 1995. Collecting plant genetic diversity: technical guidelines. CAB International, Wallingford.
- Hawkes J,G. 1980. Crop genetic resources field collection manual. IBPGR/EUCARPIA, Rome, Italy.
- Hawkes J,G. 1991. Genetic conservation of world crop plants. Academic Press, London.
- Hawkes, J.G. Maxted, N. and Ford-Lloyd. 2000. The *ex situ* conservation of plant genetic resources. Kluwer Academic Publishers, London.
- Hoyt, E. 1988. Conserving the wild relatives of crops, IBPGR/IUCN/WWF, Rome, Italy
- Juma, 1989. The gene hunters: biotechnology and the scramble for seeds. Zed Books, London.
- Marshall D. H. and Brown, A.H.D.1975. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: Crop genetic resources for today and tomorrow. (Eds. O.H. Frankel and J.G. Hawkes) Cambridge University Press, Cambridge pp.53-80.
- Maxted, N. Ford-Lloyd and Hawkes, J.G. 1997. Plant genetic conservation: the *in situ* approach. Chapman &Hall, London.
- Maxted, N., van Slageren, N.W. and Riham, J. 1995. Ecogeographic surveys in collecting plant genetic diversity : Technical guidelines (Ed. L. Guarino, V. Ramanatha Rao and R. Reid) CAB Int. Wallingford.
- Mendes-Ferrão, J.E., 1993. A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses. IICT, Ed. Asa.
- Shafer,1990. Nature reserves: islands theory and conservation practice. Smithsonian Institute. Washington.
- Spellerberg I.F. and Hargreaves S.R. 1992. Biological conservation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Spellerberg I.F. Goldsmith, F. B. And Morris, M.G. 1991. The scientific management of temperate communities for conservation, Blackwell, Oxford.
- UNCED, 1992. Convention on biological diversity. United Nations Conference on Environment and Development. Geneva.
- Yonezawa, K. 1985. A definition of optimal allocation of effort in conservation of plant genetic resources with application to sample size determination for field collection. *Euphytica*. **34**: 345-354.