



COMUNICADO
TÉCNICO

206

Brasília, DF
Março, 2019

Embrapa

Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa – histórico e perspectivas futuras

Marília Lobo Burle

Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa – histórico e perspectivas futuras¹

¹ Marília Lobo Bule – Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade de Brasília (1986), mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1995) e doutorado em Ecologia pela University of California Davis (2008), atualmente na Chefia de P&D da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

A conservação dos recursos genéticos de culturas agrícolas tem sido preocupação no contexto internacional, desde o início do século XX, quando Nikolai Ivanovich Vavilov realizou inúmeras expedições de coleta de germoplasma voltadas às principais culturas agrícolas em diferentes regiões e continentes, desenvolvendo a teoria de centros de origem/centros de diversidade das culturas agrícolas.

Surge, em seguida, a preocupação com o resgate e a conservação ex situ dos recursos genéticos, pois se reconhecia que o avanço da agricultura moderna, com o melhoramento genético buscando uniformidade e produtividade nas variedades comerciais lançadas, de certa forma relacionava-se a uma veloz perda de diversidade de cultivos (Harlan, 1975).

Em 1974, foram criados o então denominado IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), uma organização científica internacional dentro do consórcio internacional de pesquisa agrícola, e o CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research).

A missão do IBPGR era promover, nos diferentes países e continentes, a conservação e uso dos recursos genéticos vegetais, para o benefício das gerações atuais e futuras (CTA, 1992). Assim, diversos países estabeleceram seus Bancos de Germoplasma para conservação ex situ de recursos genéticos. Em 1974, a Embrapa criou o Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos (Cenargen), estabelecendo, entre outros (intercâmbio, caracterização), um programa de coleta de germoplasma no território nacional e um banco de germoplasma para a conservação de sementes ortodoxas, com temperatura e umidade relativa controladas, respectivamente, de 10°C e 15% (Goedert, 2007). Já em 1981, iniciou-se a conservação em longo prazo (-20° C).

A importância da manutenção da variabilidade genética dentro de culturas agrícolas e a questão da segurança alimentar podem ser didaticamente exemplificadas pelo episódio histórico da perda dos cultivos de batata (*Solanum tuberosum* L.) na Europa, no período de 1840 a 1845, e as consequências desastrosas de fome na Irlanda, em decorrência do fato de esta cultura, à época,

se basear em uma única variedade (clonal) de batata (Lumper) que se mostrou susceptível a uma doença avassaladora, a requeima da batata, causada pelo fungo *Phytophthora infestans* (Gloss et al., 2014).

A agricultura constitui-se em processos biológicos dinâmicos, nos quais novos desafios bióticos e abióticos surgem periodicamente, e os impactos nos cultivos certamente estão relacionados à segurança alimentar dos povos e das sociedades dependentes dos produtos agrícolas respectivos. Mais recentemente, são preocupação mundial os efeitos já diagnosticados das mudanças climáticas em curso em nosso planeta e os potenciais efeitos na agricultura, sendo óbvia a importância da conservação da diversidade genética dos produtos ligados à alimentação e à agricultura, dando suporte às adaptações necessárias aos cultivos via melhoramento genético das culturas.

Em consonância com essa preocupação mundial com os recursos genéticos agrícolas e visando também apoiar programas de melhoramento genético, inclusive de culturas diversificadas, a Embrapa criou, em 1980, o Programa Nacional de Pesquisas em Recursos Genéticos e, em 1994, estabeleceu o Programa de Conservação e Uso de Recursos Genéticos, com ações desenvolvidas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, e já com uma Rede de Bancos Ativos de Germoplas-

ma (Goedert, 2007). Em 1993, a Embrapa formalizou um estruturado Sistema de Curadorias de Germoplasma, envolvendo, não apenas recursos genéticos vegetais, mas também recursos genéticos animais e microbianos (Embrapa, 1993; Embrapa, 1999; Wetzel; Ferreira, 2007). Esse Sistema de Curadorias de Germoplasma definiu papéis/atividades para um supervisor do sistema e para diferentes tipos de curadore de germoplasma de produto ou grupo de produtos e seus ad hocs, adjuntos e de bancos de germoplasma. No início de 2018, foi editada uma nova deliberação desse Sistema de Curadorias (Embrapa, 2018), a qual incorpora novos aspectos como: um detalhamento de requisitos mínimos para os diferentes tipos de coleções, o estabelecimento de comitês de gestão com maior participação da sociedade, a definição das responsabilidades dos gestores das Unidades Descentralizadas que mantém coleções formalizadas, dentre outras mudanças.

Nesse Sistema, cabe à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, por meio da Supervisão de Curadorias de Germoplasma Vegetal, a coordenação de uma rede de bancos e coleções ativas, situados nas diferentes Unidades Descentralizadas. Também é papel desta Unidade a manutenção da cópia de segurança destes bancos e coleções ativas em uma estrutura central, o Banco Genético, e o desenvolvimento e apoio ao sistema de informações de recursos genéticos, o Alelo.



Foto: Claudio Bezerra

O Banco Genético da Embrapa, hoje, conserva, em longo prazo, uma coleção de base de sementes (conservada a -20°C) com 113.246 acessos, composta por 241 gêneros e 831 espécies. Também nesse Banco Genético, são mantidos uma coleção vegetal *in vitro*, uma estrutura para criopreservação vegetal (conservação em nitrogênio líquido a -196°C), bancos de DNA vegetal e animal, além das coleções de germoplasma animal (sêmen e embriões) e estruturas para conservação de germoplasma microbiano liofilizado ou criopreservado.

Os Bancos Ativos de Germoplasma Vegetal (BAGs) são mantidos nas diferentes Unidades Descentralizadas, de acordo com os centros de produtos ou ecorregiões. Cabe a esses BAGs, o trabalho de conservação a médio e longo prazo em campo, a multiplicação e regeneração do germoplasma, a carac-

terização, a documentação, bem como o fornecimento de material para atendimento aos pedidos de intercâmbio, da cultura do BAG respectivo. A conservação do acervo nos BAGs é feita na forma de sementes, em câmaras frias, para conservação a médio prazo (temperaturas em torno de $5-10^{\circ}\text{C}$), em campo (para espécies clonais, perenes ou que possuem sementes de comportamento recalcitrante), em telados/casa de vegetação, ou em cultura de tecidos (conservação *in vitro*). Atualmente, existem 127 Bancos ativos/coleções de germoplasma dentro da Vertente vegetal (projeto em rede) do Portfólio de Recursos Genéticos da Embrapa, e eles estão em 38 Unidades Descentralizadas. A Empresa conserva, *ex situ* e de forma ativa, uma grande diversidade de cultivos, desde cereais, leguminosas e oleaginosas, frutíferas, forrageiras, espécies florestais, medicinais e industriais, abarcando não apenas culturas/espécies exóticas, mas também uma vasta gama de culturas/espécies nativas do Brasil.

Para realizar a conservação *ex situ* dos recursos genéticos vegetais, a Embrapa vem conduzindo estudos que visam ao desenvolvimento de protocolos de conservação. A conservação de sementes a longo prazo (a -20°C) ou a médio prazo em câmara fria ($5-10^{\circ}\text{C}$), somente é possível para espécies vegetais que têm sementes com comportamento ortodoxo. As sementes ortodoxas são aquelas que se mantêm viáveis após desidratação, para umidade em torno de $\leq 7\%$, e podem ser armazena-

das em temperaturas subzero por um longo período. Estão nesse grupo a maioria das espécies das principais culturas agrícolas: arroz, feijão, trigo, soja e outras. Um outro grupo de espécies vegetais possui sementes classificadas como recalcitrantes, as quais são sensíveis à dessecação, o que impede o seu armazenamento por longo/médio prazo em temperaturas subzero (Roberts, 1973). Há ainda um terceiro grupo de espécies, no qual as sementes apresentam um comportamento de armazenamento intermediário, entre as categorias, ortodoxa e recalcitrante, tolerando a desidratação até $\geq 12\%$ de umidade e não tolerando temperaturas subzero. (Ellis et al., 1990).

Assim, para as espécies que possuem sementes com comportamento recalcitrante ou intermediário, a criopreservação (conservação em nitrogênio líquido a -196°C) pode ser uma alternativa para a conservação *ex situ*, em longo prazo. Ao longo dos últimos 25 anos, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia tem desenvolvido protocolos de criopreservação para diversas espécies desse grupo, tais como café, citros, butiá, jenipapo, e outras várias espécies nativas do Brasil (Santos; Salomão, 2007).

Outra alternativa para a preservação a médio prazo é a conservação *in vitro* (cultura de tecidos), que vem sendo utilizada na Embrapa para espécies clonais e para espécies que não podem ser

conservadas na forma de sementes. No entanto, a conservação *in vitro* requer constante repicagem do material, o que a torna altamente demandante em horas de trabalho, sendo onerosa para um número muito grande de acessos ou de espécies.

A caracterização do germoplasma conservado é etapa fundamental na conservação de recursos genéticos. De início, a correta identificação botânica, os dados de passaporte e a caracterização morfológica devem ser empregados no acervo. Descritores morfológicos de alta herdabilidade, visíveis e mensuráveis, estabelecidos para as principais culturas agrícolas, sendo estes pouco influenciados pelo ambiente, devem ser aplicados aos acessos para discriminar ou identificar duplicações. A avaliação agrônômica pode ser direcionada a aspectos de interesse da agricultura para a cultura específica, por exemplo, resistência a doenças, a estresses abióticos, produtividade, rendimento e outros. Tendo em vista os avanços recentes nas ferramentas de genotipagem e genômica, com as técnicas de sequenciamento de nova geração, a caracterização genômica possui muito potencial para facilitar o uso de grandes coleções de germoplasma, inclusive em programas de melhoramento genético.

Na Embrapa, um exemplo de Banco Ativo de Germoplasma dinâmico e que soube explorar usos diversificados do acervo é o BAG de abacaxi, conser-

vado na Embrapa Mandioca e Fruticultura. Através de parcerias com setores produtivos e de uma caracterização/avaliação voltada a características distintas daquelas usadas em um tradicional programa de melhoramento da fruteira, esse BAG permitiu o lançamento de diversas variedades de abacaxi para uso ornamental e vem explorando o uso potencial das folhas como fontes de fibras para o setor de engenharia (Sena Neto et al., 2015).

Uma das principais limitações ao uso mais efetivo dos recursos genéticos é a não disponibilização das informações sobre o acervo (dados de passaporte, características morfológicas, adaptações agrônomicas, fotos, mapas e outros). Assim, a Embrapa investiu grandes esforços para o desenvolvimento de um sistema de documentação e informatização de recursos genéticos. Inicialmente, os dados foram armazenados no mainframe da Embrapa. Posteriormente, com o surgimento dos microcomputadores na década de 1980, foram desenvolvidos os primeiros softwares para armazenar os dados. No final dos anos de 1980, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia iniciou o desenvolvimento do Sistema de Informação de Recursos Genéticos (Sirg), restrito à Unidade. Em meados da década de 1990, foi contratada uma consultoria do Germplasm Resources Information Network (Grin) com objetivo de desenvolver o Sistema Brasileiro de Informação de Recursos Genéticos, o Sibrargen, um banco de dados centra-

lizado e com acesso via internet (Costa et al., 2007). Recentemente, foi desenvolvido o sistema Alelo, com módulos de passaporte, observação (caracterização e avaliações agrônomicas), conservação e gestão. O Alelo hoje já abarca dados de 97% das coleções de germoplasma vegetal da Embrapa, somando um total de 111.189 acessos mantidos nesses BAGs, além do montante depositado na coleção de base de sementes (Colbase), na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O sistema está montado para permitir ou restringir o acesso público aos dados das coleções. Assim, desse total de acessos já cadastrados no Alelo, 90.759 acessos estão disponíveis para consultas públicas pela internet (Embrapa..., 2018).

Ultimamente, a Embrapa vem se preocupando também com a padronização de seus Bancos de Germoplasma e com o controle de qualidade das atividades relacionadas à curadoria do acervo. Assim, está em andamento um projeto de estabelecimento de requisitos mínimos de qualidade nas coleções formais, baseando-se em normas internacionais de qualidade (ABNT NBR ISO/IEC 17025, ABNT NBR ISO 17034 e Versão Brasileira do Documento Diretrizes da OCDE de Boas Práticas para Centros de Recursos Biológicos). Os requisitos mínimos de qualidade estabelecidos incluem aspectos como: registro de dados brutos, rastreabilidade, manutenção de cópias de segurança do acervo, controle de acesso às instalações, identificação

dos acessos, controle de condições ambientais, treinamento para as equipes ligadas às ações de curadoria do acervo, dentre outros.



Ilustração: Francisco Regis

Visando atender compromissos internacionais e dar maior visibilidade e acesso aos recursos genéticos mantidos na Embrapa, desenvolveu-se uma ferramenta para migrar automaticamente os dados armazenados no Alelo para o Genesys, um portal internacional sobre recursos genéticos para a alimentação e agricultura, conservados *ex situ* nos diferentes países e instituições. A ferramenta para essa conexão foi desenvolvida por projeto de colaboração entre a Embrapa e a instituição internacional ligada aos recursos fitogenéticos - o Global Crop Diversity Trust - e, com essa conexão, a coleção da Embrapa colocou o Brasil no quinto lugar na classificação de países em termos de números de acessos de germoplasma divulgados/disponibilizados neste portal internacional.

É importante mencionar também que um acervo significativo de recursos genéticos vegetais é mantido, de forma *ex situ*, sob a guarda de Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuárias (as OEPAs) e de Universidades. O último levantamento que o Brasil efetuou para a FAO sobre as coleções e bancos de germoplasma, mantidos no país, é de 2009, e identificou 243 coleções de germoplasma nas OEPAs e em Universidades, ao passo que, na Embrapa, foram relatadas 140 coleções à época (Mariante et al., 2009).

Diante desta informação, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) vem coordenando esforços para que as OEPAs sejam convidadas a incluir os dados de suas coleções de germoplasma no Alelo, sendo que esse Ministério se propõe a estabelecer um portal de recursos genéticos vegetais conservados em diferentes instituições públicas brasileiras. Assim, as seguintes instituições já firmaram parcerias com a Embrapa para treinamento sobre o uso do Alelo, e parte do acervo está incluído no sistema: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) do Rio Grande do Sul, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Federal do Cariri (UFCA) e o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e a Universidade Federal de Goiás. A Empresa

de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) está organizando as colaborações formais para uso do sistema e estão em andamento tratativas para treinamento do Alelo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e na Universidade Federal de Viçosa. Além das instituições nacionais, o Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) e o Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - Uruguay (INIA) também já firmaram acordo para uso do sistema Alelo e, mais recentemente, a Universidad Nacional de Asunción aprovou projeto para documentação de seus recursos genéticos utilizando esse sistema.

Ao se pensar o futuro da conservação e do uso dos recursos genéticos vegetais, o tema da conservação, uso e ameaças aos parentes silvestres das culturas agrícolas, é de grande relevância. Os parentes silvestres têm sido fontes genéticas para resistência a doenças e pragas, tolerância a estresses abióticos e produtividade, sendo que se evidencia, nos últimos anos, um incremento de cultivares lançadas com genes provenientes de parentes silvestres. Reconhecendo a grande lacuna de representatividade de parentes silvestres, armazenada nos Bancos de Germoplasma nos diferentes países, e ainda tendo em vista os riscos iminentes impostos à preservação dos parentes silvestres em seus ambientes naturais, devido à destruição de habitats, à introdução de espécies invasoras, às mudanças da agricultura tradicional para a agricultura

moderna e às mudanças climáticas, a instituição internacional Crop Trust (anteriormente denominada Global Crop Diversity Trust) tem concentrado seus esforços e apoio ao tema de coleta de parentes silvestres, depósitos em coleções ex situ e disponibilização desse recurso genético a outros países. Assim, essa instituição realizou um levantamento inicial das lacunas de conservação ex situ dos parentes silvestres das principais culturas agrícolas, sendo que o Brasil se configurou entre os países que apresentam espécies silvestres nativas/ de parentes silvestres com baixa ou inexistente representatividade em coleções.

Desde 2011, a Embrapa tem conduzido projetos de análises de lacunas e coletas de parentes silvestres em coleções de germoplasma e de coletas destes recursos em parceria com o Crop Trust. Atualmente, o foco são os parentes silvestres de arroz (*Oryza*), batata *Solanum*), batata doce (*Ipomoea*) e *Eleusine*. A análise de lacunas de representatividade dos parentes silvestres em coleções é realizada em base de dados da ocorrência das espécies no Brasil e de depósitos em coleções ex situ, utilizando-se modelagens com dados climáticos que podem prever a localização natural das espécies em outras áreas não amostradas, chegando a indicadores de lacunas, isto é, áreas com alta prioridade para coleta de táxons específicos, ainda não representados nas coleções/bancos de germoplasma. Diversas coletas estão sendo realizadas em

diferentes regiões do Brasil, e espécies silvestres de arroz, batata, batata doce e do gênero *Eleusine* foram coletadas em regiões brasileiras não amostradas anteriormente. O material coletado será depositado também no banco genético de Kew Gardens (Inglaterra), tão logo os protocolos de autorização para envio ao exterior sejam concluídos.

Enquanto, de início, apenas a conservação *ex situ* de recursos genéticos das culturas agrícolas foi incluída nas metas/compromissos internacionais e foram estabelecidos bancos de germoplasma para a conservação *ex situ* destes recursos em instituições públicas dos diferentes países, chega-se a um período de reconhecimento, e até de priorização, da conservação *in situ* e *on farm* dos recursos genéticos, principalmente, após a Convenção da Diversidade Biológica, em 1992. O Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura define a conservação *in situ* como “a conservação dos ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e a recuperação de populações viáveis de espécies em seus ambientes naturais e, no caso de espécies vegetais cultivadas ou domesticadas, no ambiente em que desenvolveram suas propriedades características” (Brasil, 2001). Outros autores cunharam definições para a conservação *on farm*, por exemplo, aquela na qual “as variedades tradicionais e cultivares obsoletas são mantidas pelo cultivo destas em condições ambientais

semelhantes àquelas nas quais elas se originaram e evoluíram” (Holubek et al., 2010).

Há o reconhecimento de que o manejo da diversidade, dentro de cultivos em propriedade rural, permite a evolução e contínua adaptação do germoplasma às condições ambientais que não permanecem estáticas, ao longo do tempo. Adicionalmente, surge a constatação da contribuição que pequenos agricultores (comunidades locais, tradicionais, indígenas, etc.), particularmente nos centros de origem e de diversidade de cultivos, têm dado e podem continuar a dar para o desenvolvimento dos recursos fitogenéticos que constituem a base da produção alimentar e, também, para a conservação desta diversidade em condições naturais. Ainda, vale lembrar que esses agricultores muitas vezes conservam espécies ainda negligenciadas, mas com potencial e de importância para vários usos. A importância das espécies negligenciadas e subutilizadas já vem sendo reconhecida por instituições internacionais relacionadas aos recursos genéticos (Padulosi, 2017). Assim, o Segundo Plano Global de Ações para os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, compromisso acordado entre os países junto à FAO/Organização das Nações Unidas, em 2011, estabelece a conservação *in situ* como uma das atividades prioritárias (FAO, 2012). Editais para financiamento de pesquisas em recursos genéticos tem priorizado a linha de conservação *on farm*; por exemplo, as três últimas

chamadas do Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura.

Diversas Organizações Não governamentais (ONGs) e associações de produtores no Brasil, bem como algumas universidades (UFSC, por exemplo) e instituições de pesquisa, vêm se preocupando com a conservação on farm de variedades tradicionais. Multiplicam-se pelo país a organização de bancos comunitários de sementes e a realização de feiras de troca de sementes “crioulas”. É importante que o sistema de conservação de recursos genéticos da Embrapa se aproxime destas iniciativas, visando fortalecer a complementaridade e a sinergia da conservação ex situ e on farm. A Embrapa já possui diversos exemplos de intercâmbio de germoplasma de variedades tradicionais diretamente às associações de agricultores ou comunidades tradicionais, que reconheceram nas coleções da Embrapa, material semelhante ao que outrora era cultivado nas respectivas comunidades, tendo sido perdido, nos processos naturais de erosão genética (Dias et al., 2013; Burle; Dias, 2014.) Apesar dos diversos exemplos, o penúltimo Plano Nacional de Agricultura Orgânica (PLANAPO) havia estabelecido, como compromisso para a Embrapa, o desenvolvimento de protocolo mais facilitado para o acesso de produtores e guardiões da agrobiodiversidade ao acervo conservado nos Bancos de Germoplasma da Empresa. A nova norma do Sistema de Curadorias de Germoplasma da Embrapa

já avançou nesse sentido. Por outro lado, associações de produtores têm procurado a Embrapa buscando depositar suas variedades tradicionais nos BAGs da Empresa, mas de tal forma a garantir a sua soberania e controle do acesso a esses recursos.

É importante também ressaltar os compromissos internacionais que os países firmaram, dentre eles o Brasil, para tornar mais acessíveis, entre fronteiras, os recursos genéticos das culturas agrícolas de importância para alimentação e agricultura. Assim, o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (TIRFAA) estabeleceu acesso facilitado entre países signatários ao germoplasma de 64 produtos/culturas (sistema multilateral). O Tratado, que entrou em vigor em 2004, também reafirma os compromissos anteriores para que os países realizem a conservação, coleta, caracterização e documentação de recursos genéticos. Dois artigos deste Tratado merecem destaque, pois trazem compromissos internacionais diferenciados: o Artigo 9º - Direitos dos Agricultores - garante a proteção do conhecimento tradicional destes, a repartição de benefícios e o direito de participar de tomadas de decisões, em nível nacional, sobre assuntos relacionados à conservação e uso sustentável dos recursos fitogenéticos para alimentação e agricultura; o Artigo 13 – Repartição de Benefícios no Sistema Multilateral, entre os países.

Ainda no tema de compromissos internacionais relacionados aos recursos genéticos, cabe lembrar o Protocolo de Nagoya, acordo internacional que regulamenta o “Acesso a recursos genéticos e a repartição justa e equitativa dos benefícios advindos de sua utilização”. Esse acordo entrou em vigor em 2014 e estabelece as diretrizes para as relações comerciais entre o país provedor de recursos genéticos (nativos) e os países que querem utilizar esses recursos, abrangendo pontos como pagamento de royalties, estabelecimento de joint ventures, direito à transferência de tecnologias e capacitação. O Brasil foi um dos 100 países que assinaram esse protocolo, porém ainda não o ratificou.

Algumas reflexões podem ser apresentadas sobre o futuro da conservação de recursos genéticos vegetais no Brasil, no contexto de soberania alimentar. Sendo os recursos genéticos bens muito valiosos, é de responsabilidade das instituições públicas a manutenção deste importante acervo que já está nestas instituições e, mais do que isso, a disponibilização deste acervo para os diferentes setores da sociedade que o demandarem. Em consonância com a visão internacional de que os recursos genéticos devem circular, precisamos atender, de forma rápida, os pedidos de intercâmbio de germoplasma, seja para instituições públicas que realizam pesquisas científicas básicas (Universidades, etc.) ou mais aplicadas/inovação, instituições privadas, nacionais e internacionais, assim como para repre-

sentantes de guardiões da agrobiodiversidade. A informação dos acervos deve estar organizada e prontamente acessível para consultas públicas. A sociedade precisa visualizar que também “é dona” destes recursos, compreendendo, assim, a importância da conservação dos recursos genéticos no contexto de soberania nacional e segurança alimentar.

Também devemos diversificar as funções e serviços a serem prestados pelo Banco Genético, não nos limitando à duplicação dos Bancos Ativos de Germoplasma mantidos nas Unidades Descentralizadas da Empresa. Por exemplo, o atendimento a demandas de depósitos de instituições voltadas à conservação da flora ameaçada de extinção (Coordenação Nacional da Conservação da Flora - CNCFlora) para futuros trabalhos de regeneração; os depósitos de duplicatas de segurança de outras instituições, como a coleção internacional de batatas do CIP (Centro Internacional de la Papa, no Peru); depósitos de segurança de variedades crioulas sob riscos de perdas atendendo comunidades solicitantes, dentre outras. É interessante pensar em projetos visando à conservação *in situ* de espécies nativas com potencial agrônomo ou agroindustrial ou parentes silvestres em Unidades de Conservação ou até em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) envolvendo a sociedade civil na conscientização da importância da conservação desses recursos naturais e agregando valor aos serviços ecossistêmicos da conservação *per se*.

Importante também ressaltar a relevância das conexões entre instituições públicas no país, visando uma estratégia nacional de conservação dos recursos genéticos. Fundamental também é que as coleções de germoplasma estejam abertas à exploração de novos usos do acervo e, quando necessário e possível, sejam realizadas parcerias com empresas e setores que possam avançar nas etapas para a conclusão da inovação a partir dos recursos genéticos.

Agradecimentos:

A autora agradece aos colegas que forneceram informações técnicas para a composição deste texto, Juliano Gomes Pádua, Clarissa Silva Pires de Castro e Renato Sales, e aos colegas que forneceram sugestões construtivas no texto, Juliano Gomes Pádua, José Manuel Cabral de Sousa Dias e dois revisores ad hoc anônimos.

Referências:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/IEC 17025:2017**: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 17034:2017**: Requisitos gerais para a competência de produtores de material de referência. Rio de Janeiro, 2017.

BURLE, M.; DIAS, T. **Ampliando a abertura dos bancos de germoplasma da Embrapa: experiências e atividades em andamento**. Cadernos de Agroecologia, v. 9, n. 3, 2014. Edição dos resumos do IV Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno, Brasília/DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Tratado internacional sobre recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura**. Brasília, DF: FAO, 2001. 45 p.

COSTA, I. R. S.; CAJUEIRO, E. V. de M.; MONTEIRO, J. S.; HIRAGI, G. O.; ALVES, P. P. F. Documentação e informatização de recursos genéticos. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 605-626.

CTA. IBPGR: **International Board for Plant Genetic Resources**. Spore 38. Wageningen, 1992. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10568/45742>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

DIAS, T. A. B.; FERREIRA, M. A. J. da F.; BARBIERI, R. L.; TEIXEIRA, F. F.; AZEVEDO, S. G. de. Gene banks that promote on-farm management through the reintroduction of local varieties in Brazil. In: BOEF, W. S. de; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (Ed.). **Community biodiversity management: promoting resilience and the conservation of plant genetic resources**. London: Routledge, 2013. p. 91-95.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.

EMBRAPA. Deliberação n. 028, de 07 de junho de 1993. **Cria o Sistema de Curadoria de Germoplasma e define as atribuições dos respectivos curadores**. BCA, v. 19, n. 29, p. 5-9, 1993.

EMBRAPA. Deliberação n. 30/99, de 09 de agosto de 1999. **Cria o Sistema de Curadorias de Germoplasma**. BCA, v. 25, n. 35, p. 3-8, 1999.

EMBRAPA. **Organização e funcionamento do Sistema de Curadorias de Germoplasma**. Manual de normas da Embrapa N° 037.008.002.001. BCA, v. 44, n. 2, p. 1-21, 2018.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). **Portal Alelo Recursos Genéticos**. Acesso em: nov. 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/alelo> >.

FAO. **Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture**. Roma, 2012. 91 p.

GOEDERT, C. O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 24-60.

GOSS, E. M.; TABIMA, J. F.; COOKE, D. E. L.; RESTREPO, S.; FRY, W. E.; FORBES, G. A.; FIELAND, V. J.;

CARDENAS, M.; GRÜNWARD, N. J. The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes. **PNAS**, v. 111, n. 24, p. 8791-8796, 2014.

HARLAN, J. R. Our vanishing genetic resources. **Science**, v. 188, p. 618-621, 1975.

HOLUBEK, V.; VYMYSLICKÝ, T.; PAPERSTEIN, F. Possibilities and reality of on-farm conservation. **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 46, n. Special, p. S60-S64, 2010.

IMETRO. Coordenação Geral de Acreditação. **Versão brasileira do documento diretrizes da OCDE de boas práticas para centros de recursos biológicos**: documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-034. 2012. 48 p.

LOSKUTOV, I. G. **Vavilov and his institute**: a history of the world collection of plant genetic resources in Russia. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1999.

MARIANTE, A. da S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Ed.). **The state of Brazil's plant genetic resources**: second national report: conservation and sustainable utilization for food and agriculture. Brasília, DF: Embrapa Technological Information: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, 2009. 236 p.

PADULOSI, S. Bring NUS back to the table! **GREAT insights Magazine**, v. 6, n. 4, p. 21-22, 2017.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.

SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, A. N. Criopreservação de germoplasma vegetal. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 545-573.

SENA NETO, A. R.; ARAUJO, M. A. M.; BARBOZA, R. M. P.; FONSECA, A. S.; TONOLI, G. H. D.; SOUZA, F. V. D.; MATTOSO, L. H. C.; MARCONCINI, J. M. Comparative study of 12 pineapple leaf fiber varieties for use as mechanical reinforcement in polymer composites. **Industrial Crops and Products**, v. 64, p. 68-78, 2015.

WETZEL, M. M. V. da S.; FERREIRA, F. R. Sistema de curadorias de germoplasma. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 121-144.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:
Exemplares desta publicação podem
ser adquiridos na:

**Embrapa Recursos Genéticos e
Biotecnologia**

Parque Estação Biológica
PqEB, Av. W5 Norte (final)
70970-717 , Brasília, DF
Fone: +55 (61) 3448-4700
Fax: +55 (61) 3340-3624
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Márlia Lobo Burle

Secretária-Executiva
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Membros
*Antonieta Nassif Salomão; Bianca Damiani
Marques; Diva Maria Alencar Dusi; Francisco
Guilherme V. Schmidt; João Batista Teixeira;
João Batista Tavares da Silva;
Maria Cléria Valadares Inglis; Rosameres
Rocha Galvão; Tânia da Silveira Agostini Costa*

Supervisão editorial
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Revisão de texto
João Batista Teixeira

Normalização bibliográfica
Rosameres Rocha Galvão

Tratamento das ilustrações
Adilson Werneck

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbêro

Editoração eletrônica
Adilson Werneck

Foto da capa
Paulo Lanzeta - BME

CGPE 15176